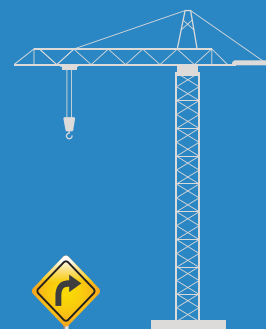




**VISOKA TEHNIČKA ŠKOLA**  
STRUKOVNIH STUDIJA



# ZBORNIK RADOVA



**NIŠ, 2017.**



# **ZBORNİK RADOVA**

VISOKE TEHNIČKE ŠKOLE STRUKOVNIH STUDIJA

NIŠ  
2017.

**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

**Recezent:**

dr Zoran Milivojević

**Tehnička obrada:**

dr Nataša Bogdanović  
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 izdaaje zbornik, 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 postižemo, 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 među prvima u Srbiji, akreditovali dva strukovna mastera iz oblasti inženjerstva zaštite životne sredine, strukovni master "Upravljanje otpadom" i iz oblasti elektrotehnike i računarstva, strukovni master "Multimedijalne komunikacione tehnologije". Uslovi akreditacije, bili su dosta rigorozni, a u prvi plan su stavljane kompetencije nastavnog osoblja, njihove naučno stručne reference i praktični rezultati. Na sve te zahteve, naša ustanova sa svojim nastavnim kadrom, odgovorila je u potpunosti.*

*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 šesnaest radova na čemu im se iskreno zahvaljujemo.*

*Po drugi put 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 2017

Direktora Škole  
dr Aleksandra Boričić





## SADRŽAJ:

<b>1. PROCENA FUNDAMENTALNE FREKVENCije GOVORNOG SIGNALA PRIMENOM ITOVOG KONVOLUCIONOG JEZGRA</b>	<b>1</b>
Nataša Savić, Zoran Milivojević, Dušan Simjanović	
<b>2. OUTAGE PROBABILITY ANALYSIS OF COOPERATIVE MULTI-HOP RELAY SYSTEM</b>	<b>5</b>
Nikola Sekulović, Aleksandra Panajotović, Nataša Bogdanović	
<b>3. MULTIMODALNA PERSONALNA BIOMETRIJSKA IDENTIFIKACIJA</b>	<b>9</b>
Zoran Veličković	
<b>4. STATISTIČKA ANALIZA AKUSTIČKIH PARAMETARA RAZUMLJIVOSTI GOVORA U OKTAGONSKOJ PROSTORIJI</b>	<b>13</b>
Violeta Stojanović	
<b>5. PROCENA FUNDAMENTALNE FREKVENCije AUTOKORELACIONIM ALGORITMOM</b>	<b>17</b>
Zoran Milivojević, Darko Brodić	
<b>6. NOVA APLIKACIJA WI-FI KOMUNIKACIJE</b>	<b>21</b>
Srdjan Jovković	
<b>7. KARAKTERISTIKE P-I METODE PODEŠAVANJA PID REGULATORA SISTEMA ZA REGULACIJU TEMPERATURE</b>	<b>25</b>
Dejan Blagojević, Milan Pavlović, Đorđe Karić	
<b>8. IZVORI NAPAjanJA KOD SENZORSKOG ČVORA</b>	<b>29</b>
Mirko Kosanović, Miloš Kosanović	
<b>9. KREIRANJE I PROCENA KORISNIČKIH ZAHTEVA U SCRUM METODOLOGIJI ZA RAZVOJ SOFTVERA</b>	<b>33</b>
Miloš Kosanović, Slavimir Stošović, Mirko Kosanović,	
<b>10. KONTROLA AUTONOMNOG VOZILA POMOĆU IR PROXIMITY SENZORA TCRT5000, SHARP SENZORA 2Y0A21 I DALJINSKOG UPRAVLJAČA CR2025</b>	<b>37</b>
Dušan Stefanović, Dragan Milosavljević, Ivan Radmanovac	
<b>11. STATISTIČKA ANALIZA HAKERSKIH NAPADA NA SERVER I MERE ZAŠTITE</b>	<b>40</b>
Miloš Perić, Goran Milosavljević	
<b>12. ANALIZA TEHNOLOGIČNOSTI LIVENOG KUĆIŠTA ZUPČASTOG PRENOSNIKA SNAGE</b>	<b>44</b>
Miloš Ristić	
<b>13. EVROPSKI STANDARDI I DIREKTIVE U OBLASTI UPRAVLJANJA OTPADOM U SLOVENIJI I SRBIJI SA OSVRTOM NA RECIKLAŽNE CENTRE</b>	<b>48</b>
Sladjana Nedeljković, Milan Stojanović	
<b>14. PROCENA RIZIKA ZA RADON MESTO PRESAR-LIMAR</b>	<b>52</b>
Petar Đekić, Biljana Milutinović	
<b>15. ISTORIJSKI RAZVOJ SAKUPLJANJA I TRANSPORTA OTPADA</b>	<b>56</b>
Boban Cvetanović	

<b>16. RELATIVNA FUNKCIJA KVALITETA SISTEMA ZA UPRAVLJANJE MEDICINSKIM OTPADOM</b> Milica Cvetković, Aleksandra Boričić	<b>60</b>
<b>17. RAZVOJ MODELA VIRTUELNE LABORATORIJE UPRAVLJANE PID KONTROLEROM</b> Milan Pavlović, Dejan Blagojević, Aleksandra Boričić, Đorđe Karić	<b>64</b>
<b>18. KONSTRUKTIVNA IZVODJENJA ALATA ZA ISTISKIVANJE PROFILA OD ALUMINIJUMSKIH LEGURA U TOPLOM STANJU</b> Tomislav Marinković, Nada Stojanović	<b>68</b>
<b>19. UPRAVLJANJE OTPADOM KOJI SADRŽI PCB</b> Biljana Mlutinović, Petar Đekić	<b>72</b>
<b>20. PRIMER DOBRE PRAKSE ISKORIŠĆENJA BIOMASE ZA DOBIJANJE ENERGIJE U "LAZAR" - BLACE</b> Anica Milošević	<b>76</b>
<b>21. PROCEDURA ZAŠTITE OD POŽARA NA DEPONIJAMA</b> Natalija Tošić, Nemanja Petrović, Jelena Bijeljić	<b>80</b>
<b>22. OSNOVNI ELEMENTI TEHNOLOGIJE ZA ISTISKIVANJE PROFILA OD AL-LEGURA U TOPLOM STANJU</b> Nada Stojanović, Tomislav Marinković	<b>84</b>
<b>23. KARAKTERISTIKE SVEŽIH MEŠAVINA SAMOUGRAĐUJUĆEG BETONA SA DODATKOM PEČENE GLINE</b> Jelena Bijeljić, Natalija Tošić, Ljiljana Ćosić	<b>88</b>
<b>24. NAJZNAČAJNIJE KARAKTERISTIKE SISTEMA REHABILITACIJE VOZAČA KOJIMA JE ODUZETA VOZAČKA DOZVOLA</b> Dejan Bogičević, Milan Stanković	<b>91</b>
<b>25. NOVE MOGUĆNOSTI I PRIMENA AutoCAD-A 2017</b> Milan Stanković, Miloš Stojanović	<b>95</b>
<b>26. UPRAVLJANJE EFEKTIVNOŠĆU U DRUMSKOM TRANSPORTU – UPOREDNA ANALIZA</b> Dušan Radosavljević, Marjana Radosavljević	<b>99</b>
<b>27. PLANSKO UNAPREĐENJE URBANIH ZONA</b> Aleksandra Marinković	<b>103</b>
<b>28. UTICAJ OBRADNE POVRŠINE ADHERENATA NA OBRAZAC LOMA I NOSIVOST ADHEZIONIH FASADNIH SPOJEVA OPTEREĆENIH NA ZATEZANJE</b> Nenad Stojković, Dragan Perić	<b>107</b>
<b>29. PROSTORNA ORGANIZACIJA DVORIŠTA VRTIĆA U NIŠU</b> Bojana Lilić, Aleksandra Marinković	<b>111</b>
<b>30. ZAMENA PRIRODNOG AGREGATA RECIKLIRANIM STAKLOM IZ KATODNIH CEVI U PROIZVODNJI MALTERA</b> Milan Protić, Simona Smiljković	<b>115</b>
<b>31. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭКОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ</b> Irina P. Avilova, Maria O. Krutilova	<b>118</b>

<b>32. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЛАСТИКОТРУБОБЕТОНА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ</b>	<b>121</b>
Alexander Dolzhencko, Andrey Shevchenko, Andrey Naumov	
<b>33. КОНЦЕПЦИЯ ДИГНОСТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ СТЕНДОВЫХ ИСПЫТАНИЙ ДИЗЕЛЕЙ МАГИСТРАЛЬНЫХ И МАНЕВРОВЫХ ТЕПЛОВЗОВ</b>	<b>125</b>
Виктор Д. Зонов, Владимир П. Кожевников	
<b>34. ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ПОЛИТИКИ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ</b>	<b>128</b>
Maria O. Krutilova, Anastasia Y. Shkrabovskaya	
<b>35. АНАЛИЗ РАБОТЫ БАЛКИ С ГОФРИРОВАННОЙ СТЕНКОЙ И ПОЯСАМИ ИЗ ЗГСП</b>	<b>131</b>
Н.В. Солодов, К.А. Усов, В.А. Ечин	
<b>36. ТОПОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИДИСПЕРСНЫХ СМЕСЕЙ</b>	<b>134</b>
Людмила Сулейманова, Инна Погорелова, Сергей Кириленко, Карим Сулейманов	
<b>37. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОЦЕССОВ ГИДРАТАЦИИ ВЯЖУЩИХ В ТЕХНОЛОГИИ АВТОКЛАВНОГО ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА</b>	<b>137</b>
Александр Коломацкий, Людмила Сулейманова, Инна Погорелова, Михаил Марушко	
<b>38. ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВОСПРОИЗВОДСТВОМ ЖИЛИЩНОГО ФОНДА</b>	<b>142</b>
Роман Г. Абакумов	
<b>39. ЦЕНООБРАЗУЮЩИЕ ФАКТОРЫ НА РЫНКЕ НЕДВИЖИМОСТИ ТИПОВОЙ ЗАСТРОЙКИ Г. НИША (СЕРБИЯ)</b>	<b>146</b>
Анна Гордей, Андрей Наумов, Александар Лакетић	
<b>40. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ТЕНДЕНЦИЙ ВОСПРОИЗВОДСТВА ЖИЛИЩНОГО ФОНДА НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ (НА ПРИМЕРЕ ДАННЫХ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ)</b>	<b>148</b>
Виктория А. Криволапова, Роман Г. Абакумов	
<b>41. SAVREMENA KONSTRUKTIVNA REŠENJA I OBLIKOVANJA U PROJEKTOVANJU ZGRADA KINETIČKOG TIPA NA PRIMERU VIŠESPRATNE MULTIFUNKCIONALNE JAVNE ZGRADE</b>	<b>151</b>
Snežana Laketić, Galina Korenjkova, Nikolaj Solodov	
<b>42. БИЗНИС ПАРКИНГ (БП) – КОНЦЕПЦИЈА СТВАРАЊА И ПЛАНИРАЊА ПОСЛОВНОГ ПРОСТРАНСТВА У БЕЛГОРОДСКОЈ ОБЛАСТИ (РУСИЈА) И ИЗБОРА ОПТИМАЛНЕ ЛОКАЦИЈЕ ЗА ИЗГРАДЊУ БП</b>	<b>155</b>
Александар Лакетић, Снежана Лакетић, Немања Лакетић	
<b>43. ОБРАБОТКА АНИЗОТРОПНЫХ МАТЕРИАЛОВ В РОЛИКОВОМ ПРЕССЕ</b>	<b>158</b>
Aleksey A. Romanovich, Anatoliy M. Gridchin, Marina A. Romanovich, Vladislav S.	
<b>44. АНАЛИЗ ТРАВМАТИЗМА В СФЕРЕ СТРОИТЕЛЬСТВА И ПУТИ ЕГО СНИЖЕНИЯ</b>	<b>162</b>
Viktoriya P. Khlusova, Elena V. Klimova	
<b>45. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ СЖИМАЕМОЙ ТОЛЩИ ГРУНТОВ В ОСНОВАНИИ СООРУЖЕНИЙ</b>	<b>165</b>
Александр С. Черныш	
<b>46. РОЛЬ ЭКСПЕРТИЗЫ ПРОЕКТНО-СМЕТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ В ЭФФЕКТИВНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИНВЕСТИЦИЙ В КАПИТАЛЬНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ</b>	<b>168</b>
Иван П. Чечель	

<b>47. КАКО ДРУШТВО ТЕХНИКОМ И ТЕХНОЛОГИЈОМ (НЕ) ЧУВА ПРИРОДУ?</b> Станиша Димитријевић	<b>172</b>
<b>48. STUDENTS' COMMUNICATIVE ABILITIES IN LEARNING FOREIGN LANGUAGES IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS</b> Slađana Živković	<b>176</b>
<b>489. DIJALEKTIKA KULTURALNOG I SOCIJALNOG EKOFEMINIZMA DIALECTICS OF CULTURAL AND SOCIAL ECOFEMINISM</b> Danica Milošević	<b>179</b>
<b>50. ZAŠTITA PRAVA NA RAD I PRAVA IZ RADNOG ODNOSA PRED EVROPSKIM SUDOM ZA LJUDSKA PRAVA</b> Milica Mladenović	<b>183</b>
<b>51. UPRAVNI POSTUPAK U VISOKOM OBRAZOVANJU</b> Jelena Petković	<b>187</b>
<b>52. CENTRI ZA RAZVOJ KARIJERE U SISTEMU VISOKOG OBRAZOVANJA REPUBLIKE SRBIJE</b> Nevena Nedeljković	<b>191</b>
<b>STUDENTSKI RADOVI OBJAVLJENI U TOKU KALENDARSKE 2017. GOD.</b>	<b>195</b>
<b>53. THE INFLUENCE OF MUSICAL NOISE, TYPE MAJOR AND MINOR CHORD, TO THE INTELLIGIBILITY OF SPEECH IN SERBIAN LANGUAGE</b> Dijana Kostić, Zoran Milivojević, Zoran Veličković, Darko Brodić <a href="http://unitech.tugab.bg/docs/doc101.pdf">http://unitech.tugab.bg/docs/doc101.pdf</a>	
<b>54. KONTROLA SENZORA ALARMNOG SISTEMA KORIŠĆENJEM SOFTVERSKOG PAKETA MATLAB</b> Filip Stepanović, Dušan Stefanović, Slavimir Stošović <a href="http://yuinfo.org/wp-content/uploads/2017/10/YUINFO_2017_Zbornik_dopunjen.pdf">http://yuinfo.org/wp-content/uploads/2017/10/YUINFO_2017_Zbornik_dopunjen.pdf</a>	

PROCENA FUNDAMENTALNE FREKVENCije GOVORNOG SIGNALA PRIMENOM  
ITOVOG KONVOLUCIONOG JEZGRAESTIMATION OF THE FUNDAMENTAL FREQUENCY OF THE SPEECH SIGNAL  
USING ITO'S CONVOLUTION KERNEL

Nataša Savić, *Visoka tehnička škola strukovnih studija Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*  
Zoran Milivojević, *Visoka tehnička škola strukovnih studija Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*  
Dušan Simjanović, *Fakultet informacionih tehnologija, Metropolitan Univerzitet, Niš.*

**Sadržaj** – U ovom radu opisano je interpolaciono jezgro dužine  $L=6$  konstruisano pomoću tri polinoma trećeg reda. Optimalni koeficijenti Itoovog interpolacionog jezgra određeni su minimiziranjem srednje kvadratne greške između spektralne karakteristike idealnog interpolacionog jezgra (box funkcije) i spektralne karakteristike jezgra dužine  $L=6$  u različitim frekvencijskim opsezima. Primenom ovog jezgra izvršena je procena fundamentalne frekvencije govornog signala. Rezultati su prikazani grafički i tabelarno.

**Ključne reči:** Konvoluciono jezgro. Spektralna karakteristika jezgra. Fundamentalna frekvencija.

**Abstract** - In this paper we described interpolation kernel of the length  $L=6$ , constructed by the three third degree polynomials. Also, using minimization of mean squared error between spectral characteristic of the ideal interpolation kernel (box function) and spectral characteristic of the kernel of the length  $L=6$  in different frequency band, optimal coefficients of the Ito's interpolation kernel were determined. Using this kernel, estimation of the fundamental frequency of the speech signal is made. The results were given both graphic and tabular.

**Key words:** Convolution kernel. Spectral characteristic. Fundamental frequency.

## 1. UVOD

U mnogim informacionim sistemima javlja se potreba za obradom govornih signala. Obrada govornog signala bazira se na analizi fundamentalne frekvencije i njenih dominantnih harmonika. Usled toga se procena fundamentalne frekvencije govornih signala nameće kao aktuelan zadatak [1-3]. Brza i precizna procena fundamentalne frekvencije ( $f_0$ ) je jedan od osnovnih zadataka pri obradi govornih i audio signala [2]. Procena fundamentalne frekvencije u spektralnom domenu podrazumeva primenu Furijeove transformacije nad vremenski diskretnim signalom. Za rad u realnom vremenu primenjuje se brza Furijeova transformacija (**engl.** *Fast Fourier transform*, FFT). Spektar diskretnog periodičnog signala je kontinualan dok se njegovo izračunavanje FFT-a vrši u diskretnim tačkama. Obično se stvarna vrednost frekvencije ne nalazi na frekvencijama gde je izračunata FFT već je između dva odbirka. Posledica nepodudaranja stvarne fundamentalne frekvencije, kao i njenih harmonika, manifestuje se u pojavljivanju komponenata u spektru kojih nema u stvarnom spektru. Ova pojava naziva se curenje spektra (**engl.** *spectral leakage*). Kako bi se smanjila greška procene fundamentalne frekvencije neophodno je primeniti interpolaciju. Za rad u realnom vremenu najčešće se primenjuje konvolucionarna interpolacija. Konstruiše se interpolaciono jezgro koje se pomera preko funkcije koju treba interpolirati.

Interpolaciona jezgra imaju značajan uticaj na numeričko ponašanje interpolacione funkcije. Zbog njihovog uticaja na

tačnost i efikasnost, koriste se za nove interpolacione algoritme.

Po teoriji uzorkovanja kardinalni sinus, odnosno *sinc* funkcija definisana sa

$$h_d(t) = \text{sinc}(t) = \frac{\sin(\pi t)}{\pi}, \quad (1)$$

predstavlja idealno interpolaciono jezgro.

Amplitudska karakteristika idealnog interpolacionog jezgra je pravougaona  $H_d$  (box) funkcija:

$$H_d(\omega) = \begin{cases} 1, & |\omega| \leq \pi \\ 0, & |\omega| > \pi \end{cases}, \quad (2)$$

gde je  $\omega$  ugaona frekvencija. Međutim zbog svoje beskonačne dužine ovo jezgro nije ostvarivo. Fizička ostvarljivost podrazumeva konačno trajanje, odnosno konačnu dužinu jezgra. Odsecanje funkcije, tj definisanost na konačnom segmentu, izaziva odstupanje spektralne karakteristike od idealne karakteristike (jed. 2). Odstupanje se manifestuje u vidu pojave: a) talasavosti karakteristike u propusnom i nepropusnom opsegu i b) prelazne oblasti konačnog trajanja (koeficijent pravca je konačan). Od jezgra konačne dužine očekuje se da talasavost bude mala i nagib veliki. Zbog toga su razvijena mnoga interpolaciona jezgra konačne dužine,  $L$ , za praktičnu interpolaciju signala [3-6].

U ovom radu prikazano je Itovo jezgro dužine  $L=6$  [6]. Primenom ovog jezgra izvršena je procena fundamentalne frekvencije govornog signala koji je prethodno obrađen nekim klasičnim prozorskim funkcijama (Hann-ova, Hamming-ova, ...). Preciznost procene frekvencije merena je pomoću srednje kvadratne greške (**engl.** *Mean Square Error*, MSE). Rezultati su prikazani grafički i tabelarno.

Rad je organizovan na sledeći način: U sekciji 2 opisano je Itovo interpolaciono jezgro. U sekciji 3 prikazan je algoritam procene fundamentalne frekvencije. U sekciji 4 prikazani su eksperimentalni rezultati i analiza. Sekcija 5 je zaključak.

## 2. ITOVO JEZGRO

Opšti oblik kubnog konvolucionog jezgra dužine  $L=6$ , dat je sa:

$$h(t) = \begin{cases} a_3|t|^3 + a_2|t|^2 + a_1|t| + a_0 & 0 < |t| \leq 1 \\ b_3|t|^3 + b_2|t|^2 + b_1|t| + b_0 & 1 < |t| \leq 2 \\ c_3|t|^3 + c_2|t|^2 + c_1|t| + c_0 & 2 < |t| \leq 3 \\ 0 & |t| > 3 \end{cases} \quad (3)$$

Vektori koeficijenata su:

$$\begin{aligned} a &= [a_3 \quad a_2 \quad a_1 \quad a_0] \\ b &= [b_3 \quad b_2 \quad b_1 \quad b_0], \\ c &= [c_3 \quad c_2 \quad c_1 \quad c_0] \end{aligned} \quad (4)$$

i određeni su na osnovu uslova da jezgro prolazi kroz čvorove, i neprekidno diferencijabilno u čvorovima:

$$h(0) = 1 \Rightarrow a_0 = 1, \quad (5)$$

$$h(1) = 0 \Rightarrow a_3 + a_2 + a_1 + a_0 = 0, \quad (6)$$

$$h(2) = 0 \Rightarrow 8b_3 + 4b_2 + 2b_1 + b_0 = 0, \quad (7)$$

$$h(3) = 0 \Rightarrow 27c_3 + 9c_2 + 3c_1 + c_0 = 0, \quad (8)$$

$$\begin{aligned} \lim_{x \rightarrow 1^-} h(t) &= \lim_{x \rightarrow 1^+} h(t) \Rightarrow \\ a_3 + a_2 + a_1 + a_0 &= b_3 + b_2 + b_1 + b_0 \end{aligned}, \quad (9)$$

$$\begin{aligned} \lim_{x \rightarrow 2^-} h(t) &= \lim_{x \rightarrow 2^+} h(t) \Rightarrow \\ 8b_3 + 4b_2 + 2b_1 + b_0 &= 8c_3 + 4c_2 + 2c_1 + c_0 \end{aligned}, \quad (10)$$

$$\begin{aligned} \lim_{x \rightarrow 3^-} h(t) &= \lim_{x \rightarrow 3^+} h(t) \Rightarrow \\ 27c_3 + 9c_2 + 3c_1 + c_0 &= 0 \end{aligned}, \quad (11)$$

$$h'(0) = 0 \Rightarrow a_1 = 0, \quad (12)$$

$$\begin{aligned} \lim_{x \rightarrow 1^-} h'(t) &= \lim_{x \rightarrow 1^+} h'(t) \Rightarrow \\ 3a_3 + 2a_2 + a_1 &= 3b_3 + 2b_2 + b_1 \end{aligned}, \quad (13)$$

$$\begin{aligned} \lim_{x \rightarrow 2^-} h'(t) &= \lim_{x \rightarrow 2^+} h'(t) \Rightarrow \\ 12b_3 + 4b_2 + b_1 &= 12c_3 + 4c_2 + c_1 \end{aligned}, \quad (14)$$

$$h'(3) = 0 \Rightarrow 27c_3 + 6c_2 + c_1 = 0. \quad (15)$$

Uslovi (5)-(15) predstavljaju sistem linearnih jednačina. Sistem ima 10 jednačina i 12 nepoznatih. Otuda dve promenljive mogu biti proizvoljne. Neka su to  $b_2$  i  $b_3$ . Rešenja ovog sistema su:

$$\begin{cases} a_0 = 1 \\ a_1 = 0 \\ a_2 = 4b_3 + b_2 - 3 \\ a_3 = -4b_3 - b_2 + 2 \\ b_0 = 6b_3 + 2b_2 \\ b_1 = -7b_3 - 3b_2 \\ c_0 = -90b_3 - 18b_2 \\ c_1 = 105b_3 + 21b_2 \\ c_2 = -40b_3 - 8b_2 \\ c_3 = 5b_3 + b_2 \end{cases} \quad (16)$$

Primenom Furijeove transformacije nad jezgrom  $h(t)$  određuje se amplitudska karakteristika jezgra:

$$H(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} h(t) e^{-i\omega t} dt = 2 \int_0^{\infty} h(t) e^{-i\omega t} dt = 2 \int_0^3 h(t) e^{-i\omega t} dt. \quad (17)$$

Primenom Ojlerove formule i definicije jezgra, nakon parcijalne integracije amplitudska karakteristika dobija oblik:

$$\begin{aligned} H(\omega) &= 2a_3 \left\{ \frac{3\omega^2 \cos \omega - 6 \cos \omega + 6 + \omega^3 \sin \omega - 6\omega \sin \omega}{\omega^4} \right\} + \\ &2a_2 \left\{ \frac{2\omega \cos \omega + \omega^2 \sin \omega - 2 \sin \omega}{\omega^3} \right\} + 2a_1 \left\{ \frac{\cos \omega - 1 + \omega \sin \omega}{\omega^2} \right\} + \\ &2a_0 \left\{ \frac{\sin \omega}{\omega} \right\} + 2b_0 \left\{ \frac{\sin 2\omega - \sin \omega}{\omega} \right\} + \\ &2b_3 \left\{ \frac{12\omega^2 \cos 2\omega - 3\omega^2 \cos \omega - 6 \cos 2\omega + 6 \cos \omega}{\omega^4} + \frac{8\omega^2 \sin 2\omega - \omega^2 \sin \omega - 12 \sin 2\omega + 6 \sin \omega}{\omega^3} \right\} + \\ &2b_2 \left\{ \frac{4 \cos 2\omega - 2 \cos \omega + 4\omega \sin 2\omega - \omega \sin \omega}{\omega^2} + \frac{-2 \sin 2\omega + 2 \sin \omega}{\omega^3} \right\} + \\ &2b_1 \left\{ \frac{\cos 2\omega - \cos \omega + 2\omega \sin 2\omega - \omega \sin \omega}{\omega^2} \right\} + \\ &2c_3 \left\{ \frac{27\omega^2 \cos 3\omega - 12\omega^2 \cos 2\omega - 6 \cos 3\omega + 6 \cos 2\omega}{\omega^4} + \frac{27\omega^2 \sin 3\omega - 8\omega^2 \sin 2\omega - 18 \sin 3\omega + 12 \sin 2\omega}{\omega^3} \right\} + \\ &2c_2 \left\{ \frac{6 \cos 3\omega - 4 \cos 2\omega + 9\omega \sin 3\omega - 4\omega \sin 2\omega}{\omega^2} + \frac{-2 \sin 3\omega + 2 \sin 2\omega}{\omega^3} \right\} + \\ &2c_1 \left\{ \frac{\cos 3\omega - \cos 2\omega + 3\omega \sin 3\omega - 2\omega \sin 2\omega}{\omega^2} \right\} + \\ &2c_0 \left\{ \frac{\sin 3\omega - \sin 2\omega}{\omega} \right\}, \quad \omega \neq 0 \end{aligned} \quad (18)$$

Zamenom (16) u (18) amplitudska karakteristika može se zapisati u obliku:

$$H(\omega) = b_2 g_1(\omega) + b_3 g_2(\omega) + z(\omega), \quad (19)$$

pri čemu je:

$$g_1(\omega) = \frac{12 \sin \omega}{\omega^3} + \frac{12 \sin 2\omega}{\omega^3} + \frac{4 \sin 3\omega}{\omega^3} + \frac{12 \cos \omega + 12 \cos 2\omega + 12 \cos 3\omega + 12}{\omega^4}, \quad (20)$$

$$g_2(\omega) = \frac{44 \sin \omega}{\omega^3} + \frac{64 \sin 2\omega}{\omega^3} + \frac{20 \sin 3\omega}{\omega^3} + \frac{60 \cos \omega + 48 \cos 2\omega + 60 \cos 3\omega + 48}{\omega^4}, \quad (21)$$

$$z(\omega) = \frac{-12 \sin \omega}{\omega^3} + \frac{24 - 24 \cos \omega}{\omega^4}. \quad (22)$$

U cilju određivanja optimalnih koeficijenata jezgra formiran je vektor  $x=[b_2, b_3]^T$ . Optimalan vektor biće određen minimiziranjem težinskih funkcija kvadratne greška frekvencijskog odziva (jed. 24).

Greška frekvencijskog odziva definisana je sa:

$$e(\omega) = H(\omega) - H_d(\omega), \quad (23)$$

Kvadratna greška frekvencijskog odziva je:

$$e(b_3, b_2) = \int_{-\infty}^{\infty} W(\omega) e^2(\omega) d\omega = \int_{-\infty}^{\infty} W(\omega) [H(\omega) - H_d(\omega)]^2 d\omega = \int_{-\infty}^{\infty} W(\omega) [b_3 g_1(\omega) + b_2 g_2(\omega) + z(\omega) - H_d(\omega)]^2 d\omega, \quad (24)$$

gde je težinska funkcija  $W(\omega)$  definisana sa:

$$W(\omega) = \begin{cases} 1, & \omega \in (2k\pi - \alpha\pi, 2k\pi + \alpha\pi), \\ & k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3 \\ 0, & \omega \notin (2k\pi - \alpha\pi, 2k\pi + \alpha\pi), \\ & k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3 \end{cases}, \quad 0 < \alpha \leq 1. \quad (25)$$

Optimalan vektor  $x$  određen je rešavanjem matrice jednačine:

$$\begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_2 \\ b_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \end{bmatrix}, \quad (26)$$

gde je:

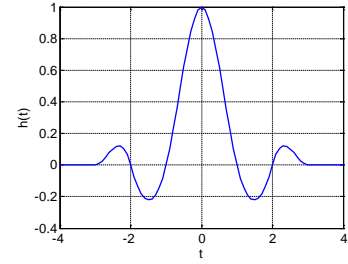
$$A_{ij} = A_{ji} = \int_{-\infty}^{\infty} W(\omega) g_i(\omega) g_j(\omega) d\omega, \quad i = 1, 2 \quad (27)$$

$$d_i = \int_{-\infty}^{\infty} W(\omega) [H_d(\omega) - z(\omega)] g_i(\omega) d\omega$$

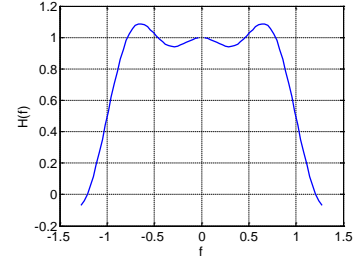
Zamenom koeficijenata  $b_2$  i  $b_3$  u (16) određuje se matrica koeficijenata Itovog jezgra:

$$\begin{bmatrix} 1.3015 & -2.3015 & 0 & 1.0000 \\ -0.5991 & 3.0948 & -5.0909 & 2.5951 \\ 0.0994 & -0.7954 & 2.0879 & -1.7896 \end{bmatrix}. \quad (28)$$

Na sl. 1 dat je grafički prikaz Itovog jezgra. Spektralna karakteristika Itovog jezgra prikazana je na sl.2.



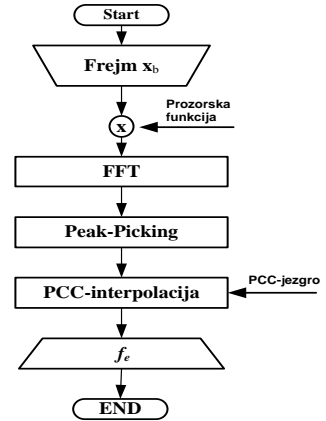
Slika 1. Itovo jezgro.



Slika 2. Spektralna karakteristika Itovog jezgra.

### 3. ALGORITAM PROCENE FUNDAMENTALNE FREKVENCije

Algoritam za procenu fundamentalne frekvencije prikazan je na sl.3.



Slika 3. Algoritam procene fundamentalne frekvencije.

### 4. EKSPERIMENTALNI REZULTATI I ANALIZA

Primenom Itovog jezgra dužine  $L=6$  nad test signalom uz primenu Hamming-ovog, Hann-ovog, Blackman-ovog, Kaiser-ovog, trougaonog i pravougaonog prozora, dobijeni su rezultati za  $MSE_{min}$  i  $\alpha_{min}$  koji su prikazani u tabeli 1 i na sl.4-9 i to: a) Hamming (sl.4), b) Hann (sl. 5), c) Blackman (sl. 6), d) Kaiser (sl. 7), e) trougaoni (sl. 8) i pravougaoni (sl. 9).

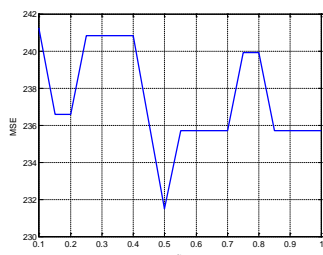
Tabela 1. Minimalna vrednost MSE sa primenom Itovog jezgra.

PROZOR	$MSE_{min}$	$\alpha_{min}$
Hamming	231.4897	0.5000
Hann	231.4897	0.1000
Blackman	235.7067	0.1000
Kaiser	235.7067	0.6500
Trougaoni	235.7067	0.5500
Pravougaoni	249.9112	0.3000

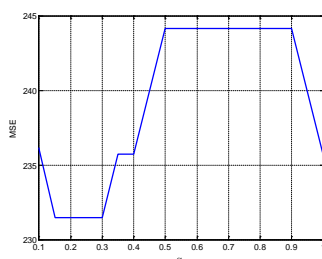
Na osnovu rezultata prikazanih na sl.4-9 i tabele 1 zaključuje se:



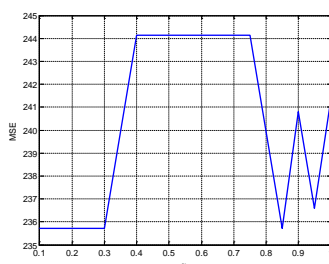
- a) jezgro generiše velike vrednosti MSE,
- b) primena Itovog jezgra dala je optimalne rezultate za Hamming-ovu i Hann-ovu prozorsku funkciju,
- c) preciznost procene  $f_0$  primenom Hamming-ove (Hann-ove) u odnosu na Blackman-ovu (Kaiser-ovu, trougaonu) prozorsku funkciju je  $MSE_{\min Blackman} / MSE_{\min Hamming} = 235.7067 / 231.4897 = 1.01822$  puta veća,
- d) procena tačnosti  $f_0$  primenom Hamming-ove (Hann-ove) u odnosu na pravougaonu prozorsku funkciju je  $MSE_{\min ravougao-na} / MSE_{\min Hamming} = 249.9112 / 231.4897 = 1.07958$  puta veća,
- e) primena jezgra nije pogodna za preciznu procenu fundamentalne frekvencije govornog signala.



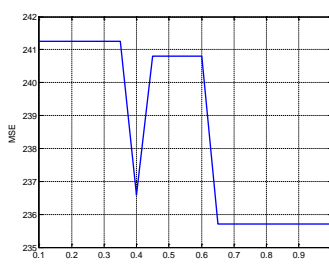
Slika 4.  $MSE(\alpha)$  za slučaj primene Hamming-ovog prozora.



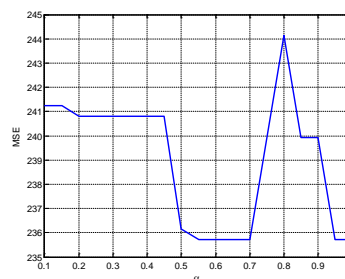
Slika 5.  $MSE(\alpha)$  za slučaj primene Hann-ovog prozora.



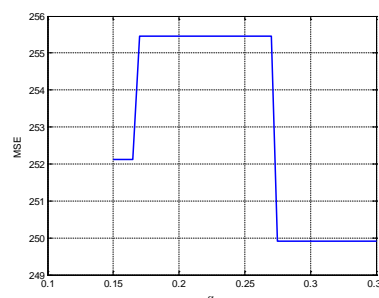
Slika 6.  $MSE(\alpha)$  za slučaj primene Blackman-ovog prozora.



Slika 7.  $MSE(\alpha)$  za slučaj primene Kaiser-ovog prozora.



Slika 8.  $MSE(\alpha)$  za slučaj primene trougaonog prozora.



Slika 9.  $MSE(\alpha)$  za slučaj primene pravougaonog prozora.

#### 4. ZAKLJUČAK

U radu su prikazani rezultati primene Itovog konvolucionog jezgra kod procene fundamentalne frekvencije govornog signala. U cilju minimiziranja MSE-a implementirane su neke prozorske funkcije. Detaljna analiza pokazala je da je najmanja vrednost MSE-a dobijena primenom Hamingove (Hannove) prozorske funkcije. Kako jezgro generiše velike vrednosti MSE-a,  $MSE > 231$ , zaključuje se da ono nije pogodno za obradu govornog signala. Dobijeni rezultati ne bi bili zadovoljavajući u smislu preciznosti i pouzdanosti.

#### LITERATURA

- [1] L. Janer, "A modulated Gaussian wavelet transform based speech analyser pitch determination algorithm," *Proc. EUROSPEECH 1995*, Madrid, Spain, pp. 405–407, September 1995.
- [2] C. Kawahara, "YIN, a fundamental frequency estimator for speech and music," *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 111, No. 4, pp. 1917–1930, 2002.
- [3] Z. Milivojević and D. Brodić, "Estimation of the fundamental frequency of the speech signal compressed by G.723.1 algorithm applying PCC interpolation," *Journal of Electrical Engineering*, vol. 62, no. 4, pp. 181–189, 2011.
- [4] N. A. Dodgson, "Quadratic interpolation for image resampling," *IEEE Trans. Image Processing*, Vol. 6, no.9, pp. 1322–1326, September 1997.
- [5] T. -B. Deng, "Frequency-domain weighted-least-squares design of signal dependent quadratic interpolators," *IET Signal Process.*, Vol. 4, no. 1, pp. 102–111, February 2010.
- [6] N. Ito and W. Qin, "Signal interpolator design using Weighted- Least- Squares Method," *International Journal of Information and Electronics Engineering*, Vol. 3, no. 3, pp. 299–303, May 2013.

## OUTAGE PROBABILITY ANALYSIS OF COOPERATIVE MULTI-HOP RELAY SYSTEM

### VEROVATNOĆA OTKAZA KOOPERATIVNOG RELEJNOG SISTEMA SA VIŠE DEONICA

Nikola Sekulović, *College of Applied Technical Sciences, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*  
Aleksandra Panajotović, *Faculty of Electronic Engineering, Aleksandra Medvedeva 14, Niš.*  
Nataša Bogdanović, *College of Applied Technical Sciences, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

**Abstract** – In this paper, we analyze outage performance of cooperative multi-hop relay system over Rayleigh fading channels. Presented system is equipped with amplify-and-forward (AF) relays, which apply maximal ratio combining (MRC) technique to realize concept of cooperativity. To investigate the effects of link fading parameters as well as number of available relays on system performance, the numerical results are exposed.

**Key words:** Cooperative diversity. AF relay system. Rayleigh channel. Outage probability.

**Sadržaj** – U ovom radu je analiziran relejni kooperativni sistem sa više deonica u prisustvu Rejljevog fedinga koristeći verovatnoću otkaza kao indikator performansi. Sistem je sastavljen od neregenerativnih ili AF releja koji primenjuju MRC tehniku kombinovanja signala. Prikazani su numerički rezultati kako bi se ispitaio uticaj feding kanala i broja releja na karakteristike sistema.

**Ključne reči:** Kooperativni diverziti. AF relejni sistem. Rejljev kanal. Verovatnoća otkaza.

## 1. INTRODUCTION

Wireless relaying can be considered as one of potential technique for future 5G networks due to its ability to increase coverage area with low transmission power while preserving high throughput and reliability [1, 2]. The concept of cooperative diversity is recommended to be applied in multi-hop relay networks. Namely, it is shown that the cooperative multi-hop system outperforms one without cooperativity in [3]. In cooperative multi-hop system, relay nodes and receiver at the destination apply one of diversity techniques on multiple signal replicas available from its previous relay nodes and the source. Performance gap between maximal ratio combining (MRC) and other diversity techniques is in favour of MRC [4, 5]. In addition, performance results of amplify relaying multi-hop diversity system are better than those of the decoded relaying multi-hop diversity system [3]. Motivated by this, in this paper we investigate cooperative MRC amplify-and-forward (AF) relay system. Instantaneous end-to-end signal-to-noise ratio (SNR) for such cooperative multi-hop system is analyzed in [3, 6]. The probability density function (PDF) and the cumulative distribution function (CDF) of instantaneous end-to-end SNR derived in [3, 6] are presented in [7]. New approach, based on using approximation of multi-hop to dual-hop relay systems, in determining PDF of instantaneous end-to-end SNR of cooperative multi-hop relay system is introduced in [8].

Unlike the concept presented in [8], we analyze full cooperativity between relays in this paper. Analytical expressions for CDF of end-to-end SNR for cooperative multi-hop relay

system without ignoring any links between relays are derived in the paper. Based on them, we analyze impact of link fading parameters as well as the number of available relays on system performance.

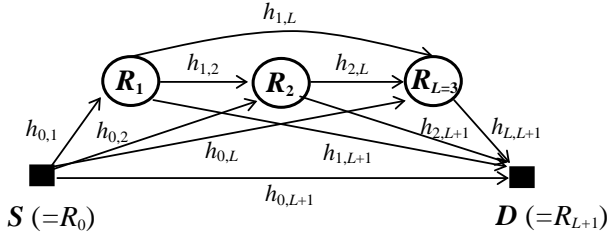
The remaining of this paper is organized as follows. In Section 2, the system model is presented. Section 3 provides description of applied method and closed-form expressions for CDF are obtained in Section 4. In Section 5, we present some numerical results and, finally, we give conclusion in Section 6.

## 2. SYSTEM MODEL

A communication network where a source  $S$  ( $R_0$ ) communicates with a destination  $D$  ( $R_4$ ) via AF relays  $R_i$  ( $i = 1, 2, 3$ ) is depicted in Fig. 1. Channel gain from the  $i$ -th transmission node to the  $j$ -th receiving node is denoted as  $h_{i,j}$ . Indexes  $i = 0$  and  $j = 4$  are reserved for the source and destination, respectively. We assume that amplitude and phase of channel gains are Rayleigh distributed and uniformly distributed over  $[0, 2\pi)$ , correspondingly. For the Rayleigh fading channel exposed to the influence of a zero mean complex additive white Gaussian noise (AWGN), the instantaneous SNR of the  $R_i - R_j$  link denoted as  $\gamma_{i,j}$  is modelled as [9]

$$f_{\gamma_{i,j}}(\gamma) = \frac{1}{\gamma_{i,j}} \exp\left(-\frac{\gamma}{\gamma_{i,j}}\right), \quad (1)$$

with  $\bar{\gamma}_{i,j} = E[\gamma_{i,j}] = E[|h_{i,j}|^2] E_{s_i} / \sigma^2$ , where  $E_{s_i}$  is the average symbol energy of the  $i$ -th transmission node and  $\sigma^2$  is the variance of the noise.



**Figure 1.** A system consisting of  $L$  AF relays which assist in data transmission from source to destination ( $L=3$ ).

Time resource  $T$  is divided into time slots  $\Delta t = T / (L+1)$  assigned to the source and each relay. During the time slots, one node acts transmitter and the others act receiver. Namely, data transmission is performed in  $L+1$  steps [8]. The source broadcasts signal to all other nodes ( $L$  relays and destination) in the initial (0-th) step. During the next  $L$  steps, let us consider the  $i$ -th relay and  $i$ -th transmission step ( $i = 1, 2, \dots, L$ ). The  $i$ -th relay receives signals from the source and previous  $i-1$  relays, combines them using MRC algorithm, amplifies resulting signal and transmits it to the next  $L-i$  relays and destination. The proposed strategy should ensure interference free transmission. Following the described steps and having in mind that destination node also employs MRC algorithm, SNR at the first relay,  $j$ -th relay and destination can be expressed as [7]

$$A_1 = \gamma_{0,1}, \quad (2)$$

$$A_j = \gamma_{0,j} + \sum_{m=1}^{j-1} \frac{A_m \gamma_{m,j}}{A_m + \gamma_{m,j} + 1}, \quad j = \overline{2, L}, \quad (3)$$

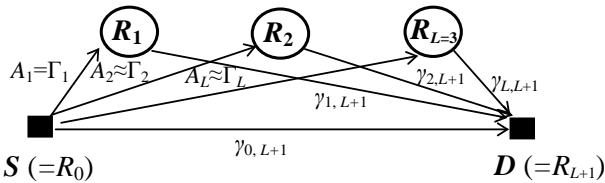
$$\gamma_D = A_{L+1} = \gamma_{0,L+1} + \sum_{j=1}^L \frac{A_j \gamma_{j,L+1}}{A_j + \gamma_{j,L+1} + 1}, \quad (4)$$

respectively.

Multi-hop relay system can be approximated with dual-hop relay systems in a way illustrated in Fig. 2 [8]. The resulting SNR at the destination node in this case can be nearly written as

$$\gamma_D \approx \gamma_{D\_approximated} = \gamma_{0,L+1} + \sum_{j=1}^L \frac{\Gamma_j \gamma_{j,L+1}}{\Gamma_j + \gamma_{j,L+1}}, \quad (5)$$

where  $A_j$  is approximated with  $\Gamma_j$ .



**Figure 2.** Illustration of approximation of multi-hop relay system to dual-hop relay systems ( $L=3$ ).

Knowing that relation  $\frac{\alpha_1 \alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2} < \min \{ \alpha_1, \alpha_2 \}$  holds [10], SNR at the  $j$ -th relay node,  $A_j$ , can be approximately bounded as

$$A_j < \Gamma_j = \gamma_{0,j} + \sum_{m=1}^{j-1} \min \{ \Gamma_m, \gamma_{m,j} \} = \gamma_{0,j} + \sum_{m=1}^{j-1} \gamma_j^{(m)}, \quad j = \overline{2, L}, \quad (6)$$

where  $A_1 = \Gamma_1 = \gamma_{0,1}$ . Unlike the approximation described in [8], approach proposed in this paper does not omit any links

during the approximation of  $A_j$  with  $\Gamma_j$ , i.e.

$$\sum_{m=1}^{j-2} \min \{ \Gamma_m, \gamma_{m,j} \}$$
 is not ignored.

### 3. BRIEF DESCRIPTION OF METHOD APPLIED IN DERIVING CDF OF SNR IN MULTI-HOP AF RELAY SYSTEM

The aim of this section is to summarize the process that was used to calculate CDF of SNRs at relays and destination node. General approach will be explained using random variables (RVs)  $\lambda_i$ ,  $i = \overline{1, N}$ , with PDF and CDF given by

$$f_{\lambda_i}(\lambda) = \frac{1}{\lambda_i} \exp\left(-\frac{\lambda}{\lambda_i}\right) \quad (7)$$

and

$$F_{\lambda_i}(\lambda) = \int_0^{\lambda} f_{\lambda_i}(t) dt = 1 - \exp\left(-\frac{\lambda}{\lambda_i}\right). \quad (8)$$

Firstly, it is necessary to obtain the PDF of minimum of RVs  $\lambda = \min \{ \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_N \}$  as [11, eq. (12)]

$$f_{\lambda}(\lambda) = \sum_{n=1}^N f_{\lambda_n}(\lambda) \prod_{\substack{k=1 \\ k \neq n}}^N (1 - F_{\lambda_k}(\lambda)). \quad (9)$$

It can be easily shown that the PDF of minimum of two RVs,  $\lambda_1$  and  $\lambda_2$ , is

$$f_{\lambda}(\lambda) = \frac{1}{\lambda} \exp\left(-\frac{\lambda}{\lambda}\right), \quad (10)$$

with  $\bar{\lambda} = \bar{\lambda}_1 \bar{\lambda}_2 / (\bar{\lambda}_1 + \bar{\lambda}_2)$ .

Moment generating function (MGF) associated with  $\lambda_i$  is defined as [9, eq. (1.2)]

$$M_{\lambda_i}(s) = \int_0^{\infty} f_{\lambda_i}(\lambda) \exp(s\lambda) d\lambda, \quad (11)$$

which by substituting (7) in (11) and after integral solution yields

$$M_{\lambda_i}(s) = \frac{1}{1 - s\lambda_i}. \quad (12)$$

The MGF of sum of RVs,  $\lambda = \sum_{i=1}^N \lambda_i$ , can be expressed as the product of the MGFs associated with each RV, i.e.

$M_{\lambda}(s) = \prod_{i=1}^N M_{\lambda_i}(s)$ . Finally, the CDF can be found from the inverse Laplace transform of the ratio  $M_{\lambda}(-s)/s$  [9, eq. (1.6)].

### 4. CDF OF SNR AT THE DESTINATION NODE

This section provides analytical expressions for CDF of SNR at destination node in system described in detail in Section 2 using approach presented in Section 3. Having in mind that in practice no more than three relays are applied, CDF of SNR at destination node,  $\gamma_D$ , are derived for system with one, two and three relays:

a) The case of system with one relay ( $L=1$ )

$$F_{\gamma_D}(\gamma_D) = \frac{\bar{\gamma}_2}{\gamma_2 - \gamma_{0,2}} F_{\gamma_2}(\gamma_D) - \frac{\bar{\gamma}_{0,2}}{\gamma_2 - \gamma_{0,2}} F_{\gamma_{0,2}}(\gamma_D), \quad (13)$$

where  $\gamma_2 = \min \{ \gamma_{0,1}, \gamma_{1,2} \}$ .

b) The case of system with two relays ( $L=2$ )

$$F_{\gamma_D}(\gamma_D) = \frac{1}{\gamma_2 - \gamma_{0,2}} \quad (14)$$

$$\times \left[ \alpha_{31} F_{\gamma_3}(\gamma_D) - \alpha_{32} F_{\gamma_{0,2}}(\gamma_D) + \alpha_{33} F_{\gamma_{0,3}}(\gamma_D) + \alpha_{34} F_{\gamma_{0,3}}(\gamma_D) \right],$$

where  $\gamma_3 = \min\{\gamma_2, \gamma_{2,3}\}$ ,  $\gamma_{0,2} = \min\{\gamma_{0,2}, \gamma_{2,3}\}$ ,  
 $\gamma_{0,3} = \min\{\gamma_{0,1}, \gamma_{1,3}\}$  and

$$\alpha_{31} = \frac{\bar{\gamma}_3^2 \bar{\gamma}_2}{(\bar{\gamma}_3 - \bar{\gamma}_{0,3})(\bar{\gamma}_3 - \bar{\gamma}_{0,3})}, \quad (15)$$

$$\alpha_{32} = \frac{\bar{\gamma}_{0,2}^2 \bar{\gamma}_{0,2}}{(\bar{\gamma}_{0,2} - \bar{\gamma}_{0,3})(\bar{\gamma}_{0,2} - \bar{\gamma}_{0,3})}, \quad (16)$$

$$\alpha_{33} = \frac{\bar{\gamma}_{0,3}^2 [\bar{\gamma}_{0,2}(\bar{\gamma}_3 - \bar{\gamma}_{0,3}) - \bar{\gamma}_2(\bar{\gamma}_{0,2} - \bar{\gamma}_{0,3})]}{(\bar{\gamma}_{0,3} - \bar{\gamma}_3)(\bar{\gamma}_{0,3} - \bar{\gamma}_{0,2})(\bar{\gamma}_{0,3} - \bar{\gamma}_{0,3})}, \quad (17)$$

$$\alpha_{34} = \frac{\bar{\gamma}_{0,3}^2 [\bar{\gamma}_{0,2}(\bar{\gamma}_3 - \bar{\gamma}_{0,3}) - \bar{\gamma}_2(\bar{\gamma}_{0,2} - \bar{\gamma}_{0,3})]}{(\bar{\gamma}_{0,3} - \bar{\gamma}_3)(\bar{\gamma}_{0,3} - \bar{\gamma}_{0,2})(\bar{\gamma}_{0,3} - \bar{\gamma}_{0,3})}. \quad (18)$$

c) The case of system with three relays ( $L=3$ )

$$F_{\gamma_D}(\gamma_D) = \frac{1}{(\bar{\gamma}_2 - \bar{\gamma}_{0,2})^2} \left\{ F_{\gamma_{0,4}}(\gamma_D) \frac{\bar{\gamma}_{0,4}^3}{\gamma_{0,4} - \bar{\gamma}_{0,4}} \right.$$

$$\times \left[ \alpha_{31} \left( \varepsilon(\bar{\gamma}_2, \bar{\gamma}_{0,4}, \bar{\gamma}_4, \bar{\gamma}_r) - \varepsilon(\bar{\gamma}_{0,2}, \bar{\gamma}_{0,4}, \bar{\gamma}_{2,4}, \bar{\gamma}_r) \right) \right.$$

$$- \alpha_{32} \left( \varepsilon(\bar{\gamma}_2, \bar{\gamma}_{0,4}, \bar{\gamma}_4, \bar{\gamma}_{r-1}) - \varepsilon(\bar{\gamma}_{0,2}, \bar{\gamma}_{0,4}, \bar{\gamma}_{2,4}, \bar{\gamma}_{r-1}) \right) \right.$$

$$+ \alpha_{33} \left( \varepsilon(\bar{\gamma}_2, \bar{\gamma}_{0,4}, \bar{\gamma}_4, \bar{\gamma}_{3,4}) - \varepsilon(\bar{\gamma}_{0,2}, \bar{\gamma}_{0,4}, \bar{\gamma}_{2,4}, \bar{\gamma}_{3,4}) \right) \right.$$

$$+ \alpha_{34} \left( \varepsilon(\bar{\gamma}_2, \bar{\gamma}_{0,4}, \bar{\gamma}_4, \bar{\gamma}_{r-2}) - \varepsilon(\bar{\gamma}_{0,2}, \bar{\gamma}_{0,4}, \bar{\gamma}_{2,4}, \bar{\gamma}_{r-2}) \right) \left. \right]$$

$$+ F_{\gamma_{0,4}}(\gamma_D) \frac{\bar{\gamma}_{0,4}^3}{\gamma_{0,4} - \bar{\gamma}_{0,4}}$$

$$\times \left[ \alpha_{31} \left( \varepsilon(\bar{\gamma}_2, \bar{\gamma}_{0,4}, \bar{\gamma}_4, \bar{\gamma}_r) - \varepsilon(\bar{\gamma}_{0,2}, \bar{\gamma}_{0,4}, \bar{\gamma}_{2,4}, \bar{\gamma}_r) \right) \right.$$

$$- \alpha_{32} \left( \varepsilon(\bar{\gamma}_2, \bar{\gamma}_{0,4}, \bar{\gamma}_4, \bar{\gamma}_{r-1}) - \varepsilon(\bar{\gamma}_{0,2}, \bar{\gamma}_{0,4}, \bar{\gamma}_{2,4}, \bar{\gamma}_{r-1}) \right) \right.$$

$$+ \alpha_{33} \left( \varepsilon(\bar{\gamma}_2, \bar{\gamma}_{0,4}, \bar{\gamma}_4, \bar{\gamma}_{3,4}) - \varepsilon(\bar{\gamma}_{0,2}, \bar{\gamma}_{0,4}, \bar{\gamma}_{2,4}, \bar{\gamma}_{3,4}) \right) \right.$$

$$+ \alpha_{34} \left( \varepsilon(\bar{\gamma}_2, \bar{\gamma}_{0,4}, \bar{\gamma}_4, \bar{\gamma}_{r-2}) - \varepsilon(\bar{\gamma}_{0,2}, \bar{\gamma}_{0,4}, \bar{\gamma}_{2,4}, \bar{\gamma}_{r-2}) \right) \left. \right]$$

$$+ F_{\gamma_4}(\gamma_D) \bar{\gamma}_4^3 \varepsilon(\bar{\gamma}_2, \bar{\gamma}_4, \bar{\gamma}_{0,4}, \bar{\gamma}_{0,4})$$

$$\times \left[ \alpha_{31} \xi(\bar{\gamma}_4, \bar{\gamma}_r) - \alpha_{32} \xi(\bar{\gamma}_4, \bar{\gamma}_{r-1}) \right.$$

$$+ \alpha_{33} \xi(\bar{\gamma}_4, \bar{\gamma}_{3,4}) + \alpha_{34} \xi(\bar{\gamma}_4, \bar{\gamma}_{r-2}) \left. \right]$$

$$- F_{\gamma_{2,4}}(\gamma_D) \bar{\gamma}_{2,4}^3 \varepsilon(\bar{\gamma}_{0,2}, \bar{\gamma}_{2,4}, \bar{\gamma}_{0,4}, \bar{\gamma}_{0,4})$$

$$\times \left[ \alpha_{31} \xi(\bar{\gamma}_{2,4}, \bar{\gamma}_r) - \alpha_{32} \xi(\bar{\gamma}_{2,4}, \bar{\gamma}_{r-1}) \right.$$

$$+ \alpha_{33} \xi(\bar{\gamma}_{2,4}, \bar{\gamma}_{3,4}) + \alpha_{34} \xi(\bar{\gamma}_{2,4}, \bar{\gamma}_{r-2}) \left. \right]$$

$$+ F_{\gamma_r}(\gamma_D) \bar{\gamma}_r^3 \varepsilon(\alpha_{31}, \bar{\gamma}_r, \bar{\gamma}_{0,4}, \bar{\gamma}_{0,4})$$

$$\times \left[ \bar{\gamma}_2 \xi(\bar{\gamma}_r, \bar{\gamma}_4) - \bar{\gamma}_{0,2} \xi(\bar{\gamma}_r, \bar{\gamma}_{2,4}) \right]$$

$$- F_{\gamma_{r-1}}(\gamma_D) \bar{\gamma}_{r-1}^3 \varepsilon(\alpha_{32}, \bar{\gamma}_{r-1}, \bar{\gamma}_{0,4}, \bar{\gamma}_{0,4})$$

$$\times \left[ \bar{\gamma}_2 \xi(\bar{\gamma}_{r-1}, \bar{\gamma}_4) - \bar{\gamma}_{0,2} \xi(\bar{\gamma}_{r-1}, \bar{\gamma}_{2,4}) \right]$$

$$+ F_{\gamma_{3,4}}(\gamma_D) \bar{\gamma}_{3,4}^3 \varepsilon(\alpha_{33}, \bar{\gamma}_{3,4}, \bar{\gamma}_{0,4}, \bar{\gamma}_{0,4}) \quad (19)$$

$$\times \left[ \bar{\gamma}_2 \xi(\bar{\gamma}_{3,4}, \bar{\gamma}_4) - \bar{\gamma}_{0,2} \xi(\bar{\gamma}_{3,4}, \bar{\gamma}_{2,4}) \right]$$

$$+ F_{\gamma_{r-2}}(\gamma_D) \bar{\gamma}_{r-2}^3 \varepsilon(\alpha_{34}, \bar{\gamma}_{r-2}, \bar{\gamma}_{0,4}, \bar{\gamma}_{0,4})$$

$$\times \left[ \bar{\gamma}_2 \xi(\bar{\gamma}_{r-2}, \bar{\gamma}_4) - \bar{\gamma}_{0,2} \xi(\bar{\gamma}_{r-2}, \bar{\gamma}_{2,4}) \right] \left. \right],$$

where  $\gamma_4 = \min\{\gamma_2, \gamma_{2,4}\}$ ,  $\gamma_{0,4} = \min\{\gamma_{0,1}, \gamma_{1,4}\}$ ,  
 $\gamma_{2,4} = \min\{\gamma_{0,2}, \gamma_{2,4}\}$ ,  $\gamma_{3,4} = \min\{\gamma_{0,3}, \gamma_{3,4}\}$ ,  $\gamma_r = \min\{\gamma_3, \gamma_{3,4}\}$ ,  
 $\gamma_{r-1} = \min\{\gamma_{0,2}, \gamma_{3,4}\}$ ,  $\gamma_{r-2} = \min\{\gamma_{0,3}, \gamma_{3,4}\}$ ,  $\xi(a, b) = 1/(a - b)$   
and  $\varepsilon(a, b, c, d) = a/((b - c)(b - d))$ .

## 5. NUMERICAL RESULTS

In this section, based on previously presented analytical expressions, numerical results for outage probability, as important and widely accepted system performance indicator, is shown. The outage probability is defined as probability that system's SNR falls below a protection value  $\gamma_{Dth}$ , also known as outage threshold which it is determined to satisfy quality of service (QoS) constraint. Mathematically speaking, this performance measure is defined as

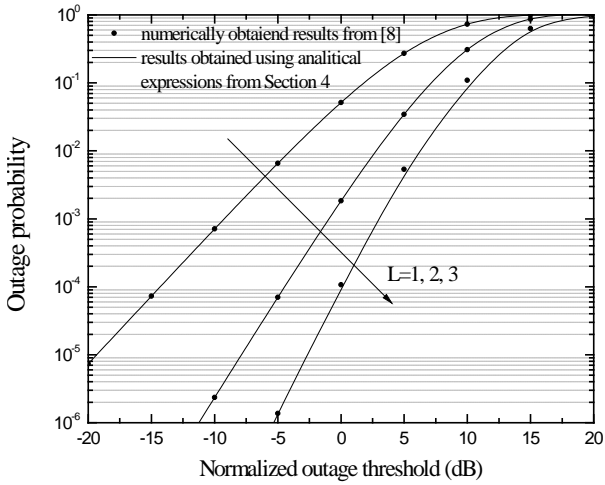
$$P_{out} = P_R(\gamma_D < \gamma_{Dth}) = \int_0^{\gamma_{Dth}} f_{\gamma_D}(\gamma_D) d\gamma_D = F_{\gamma_D}(\gamma_{Dth}). \quad (20)$$

Assuming that  $E_r \Big|_{r=1}^L = E_0 / L$  and that relays are uniformly distributed between the source and destination node

$$E \left[ |h_{r,r}|^2 \right] = E \left[ |h_{0,L+1}|^2 \right] \left/ \left( \frac{r-i}{L+1} \right)^\mu \right., \quad (21)$$

with the path-loss factor  $\mu=3.76$  corresponding to the outdoor hotzone model [12], numerical results for the outage probability of the system with one, two and three relays versus normalized outage threshold are graphically presented in Fig. 3. Normalization is done using SNR defined for source-destination link, i.e.  $\bar{\gamma}_{0,L+1} = E \left[ |h_{0,L+1}|^2 \right] E_0 / \sigma^2$ .

Gain due to introducing one more relay into system with  $r$  relays can be defined as permitted increase of threshold for the specific outage probability value and it can be denoted as  $\zeta_{r+1,r}$ . For  $P_{out} = 10^{-3}$ , it is found that  $\zeta_{2,1} = 8.46$  dB and  $\zeta_{3,2} = 4.05$  dB. The gain decreases implying that there is no need to increase number of relays uncontrolled. Results obtained after numerical integration of (11) in [8] are also presented confirming the validity and accuracy of our results. Paper [8] assumes approximation ignoring some links during transformation multi-hop into dual-hop system. For normalized outage threshold greater than 0 dB, difference between results of [8] and our exact analytical results is evident for  $L=3$  which was expected. Relative difference depends on normalized outage threshold and it is presented in Table 1. We can conclude that ignoring some links is only justified in region of smaller values of outage threshold.

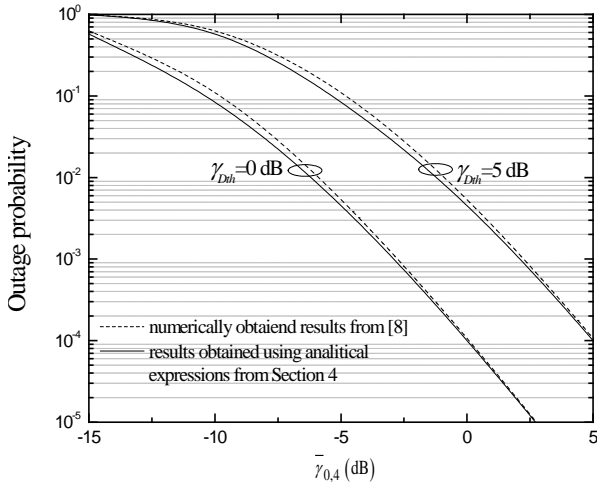


**Figure 3.** Outage probability of system with one, two and three relays versus normalized outage threshold.

**Table 1.** Relative difference of results presented in [8] and results from this paper.

Normalized threshold (dB)	0	5	10	15	20
Relative difference (%)	15.8	27.5	31.3	10.3	4.1

Fig. 4 shows the outage probability results as a function of source-destination link SNR for different outage threshold values. Difference between results obtained after numerical integration of (11) in [8] and our exact analytical results depends on both outage threshold and source-destination link SNR. The difference is more significant in area of smaller source-destination link SNR values, especially for lower outage threshold. Therefore, in these scenarios, it is more preferable to use approach presented in this paper at the price of getting rather complicated but analytical expressions.



**Figure 4.** Outage probability of system with three relays versus SNR for source-destination link.

## 6. CONCLUSION

In this paper, cooperative AF multi-hop system with relays applying MRC in Rayleigh fading environment has been analysed. Based on approximation of multi-hop relay to dual-hop relay systems, the CDF expression of end-to-end SNR has been obtained thanks to which outage probability has been studied in function of system and channel parameters. Generally, it is more preferable to use approach presented in this paper at the price of getting rather complicated but ana-

lytical expressions. It has been shown that ignoring some links in order to simplify analysis is only justified in region of smaller values of outage threshold.

## REFERENCES

- [1] V. Asghari, D. B. da Costa and S. Aissa, "Performance analysis of multihop Relaying channels with Nakagami-m fading: ergodic capacity upper-bounds and outage probability," *IEEE Trans. Commun.*, vol. 60, no. 10, pp. 2761-2767, October 2012.
- [2] H. Q. Ngo and E. G. Larsson, "Linear multihop amplify-and-forward relay channels: error exponent and optimal number of hops," *IEEE Trans. Wireless Commun.*, vol. 10, no. 11, pp. 3834-3842, November 2011.
- [3] J. Boyer, D. D. Falconer and H. Yanikomerogla, "Multi-hop diversity in wireless Relaying channels," *IEEE Trans. Commun.*, vol. 52, no. 10, pp. 1820-1830, October 2004.
- [4] S. S. Soliman, "MRC and selection combining in dual-hop AF system with Rician fading," *Con. Proc. ICCES 2015*, pp. 314-320, 2015.
- [5] A. Panajotovic, N. Sekulovic, A. Cvetkovic and D. Milovic, "Performance of multi-hop relaying networks with SSC diversity at the destination," *Con. Proc. TELSIKS 2017*, pp. 377-380, 2017.
- [6] I. -M. Kim, Z. Yi, M. Ju and H. -K. Song, "Exact SNR analysis in multihop cooperative diversity networks," *Con. Proc. CCECE 2008*, pp. 843-846, 2008.
- [7] C. Conne, M. Ju., Z. Yi, H. -K. Song and I. -M. Kim, "SER analysis and PDF derivation for multi-hop amplify-and-forward relay systems," *IEEE Trans. Commun.*, vol. 58, no. 8, pp. 2413-2424, August 2010.
- [8] S. Lim and K. Ko, "Approximation of multi-hop relay to dual-hop relay and its error performance analysis," *IEEE Commun. Lett.*, vol. 21, no. 2, pp. 342-345, February 2017.
- [9] M. K. Simon and M. -S. Alouini, *Digital Communications over Fading Channels*, New York: Wiley, 2005.
- [10] P. A. Anghel and M. Kaveh, "Exact symbol error probability of a cooperative network in a Rayleigh-fading environment," *IEEE Trans. Wireless Commun.*, vol. 3, no. 9, pp. 1416-1421, September 2004.
- [11] A. Matović, E. Mekić, N. Sekulović, M. Stefanović, M. Matović and Č. Stefanović, "The distribution of the ratio of the products of two independent  $a$ - $\mu$  variates and its application in the performance analysis of relaying communication systems," *Math. Probl. Engin.*, vol. 2013, Article ID 147106, 6 pages, 2013.
- [12] "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); further advancements for E-UTRA physical layer aspects," *3GPP TR 36.814 V9.0.0*.

## MULTIMODALNA PERSONALNA BIOMETRIJSKA IDENTIFIKACIJA

### MULTIMODAL PERSONAL BIOMETRIC IDENTIFICATION

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

**Sadržaj** - U ovom radu je razmatrana multimodalna personalna biometrijska identifikacija zasnovana na insertovanju vodenog žiga. U jednom biometrijskom obeležju, fotografiju lica, insertovana su druga slikovna biometrijska obeležja kao što su otisak prsta ili tekstura irisa. Kvalitet ekstrahovanih vodenih žigova meren PSNR-om je dobar i može se efikasno koristiti u fazi identifikacije algoritmima personalne identifikacije.

**Ključne reči:** Multimodalna identifikacija. Biometrijsko obeležje. Vodeni žig.

**Abstract** - In this paper, a multimodal personal biometric identification based on the insertion of a watermark is considered. In one biometric feature, a photo of the face, other imaging biometric features such as a fingerprint or iris texture are inserted. The quality of extracted watermarks measured in PSNR are good and can be effectively used in the identification phase of personal identification algorithms.

**Key words:** Multimodal identification. Biometric features. Watermarking.

#### 1. UVOD

Savremene elektronske komunikacije su postale lokomotiva razvoja čitavog društva. Posebno su značajne bežične komunikacione tehnologije koje pružaju svojim korisnicima brojne benefite. U okviru bežičnih tehnologija, mobilne komunikacije su omogućile razvoj mnogih novih usluga koje ranije nisu postojale [1]. Međutim, u okruženju bežičnih komunikacionih tehnologija zaštita podataka od neovlašćenog korišćenja i privatnost korisnika su posebno ranjivi. Kriptografija zasnovana na infrastrukturi javnog ključa PKI (engl. *Public Key Infrastructure*) je obezbedila pouzdanu računarsku tehnologiju za zaštitu (šifrovanje) podataka [2]. Za uspešnu primenu novih elektronskih servisa (e-servisa) pored zaštite podataka mora se obezbedi i *poverljivost*, odnosno pristup podacima samo autorizovanim korisnicima.

Uspešno rešenje ovih tehnoloških problema je omogućilo razvoj savremenih elektronskih servisa (engl. *e-services*) a posebno e-poslovanja (engl. *e-Business*), e-uprave (engl. *e-Government*), e-trgovine (engl. *e-commerce*) i e-bankinga (eng. *e-banking*). U okviru e-bankinga vrlo je značajna pojava m-bankinga (engl. *mobile banking*) koja obezbeđuje pružanje usluge bankarskim korisnicima 24 časa dnevno 7 dana u nedelji (24×7) putem mobilnih telefona. Radi povećanja bezbednosti, primena savremenih e-servisa zahteva izuzetno pouzdanu personalnu identifikaciju. Evidentno je da potreba za pouzdanom personalnom identifikacijom u savremenom svetu raste iz dana u dan. Personalna identifikacija je obavezna u poslovnim transakcijama, ali je sve češća i u svakodnevnom aktivnostima na Internetu. U cilju personalne identifikacije korisnika u upotrebi su sledeće tehnologije:

- Korisnički ID i statička lozinka;
- Simetrična/asimetrična kriptografija i digitalni sertifikat;

- Tokeni;
- Pametne (engl. *smart*) kartice;
- Biometrijske tehnologije.

Uobičajena personalna identifikacija se zasniva na identifikacionim dokumentima (engl. *Identification Document*) koji sadrže osnovne podatke osobe. Identifikacija putem identifikacionih dokumenata je postala standardna procedura prilikom prelaska državne granice, ulaska u vladine institucije, banke, putničke terminale, univerzitete, škole i druge javne ustanove. Informacije koje se standardno koriste za personalnu identifikaciju u identifikacionim dokumentima su: puno ime i prezime, fotografija lica osobe, PIB (poreski identifikacioni broj), broj lične karte, jedinstveni matični broj građana JBMG, adresa e-pošte ili telefonski broj.

Za primene koje zahtevaju veći stepen sigurnosti, proces personalne identifikacije treba da obuhvati i proveru biometrijskih karakteristika [3]-[5]. Pored fizičkih mera osobe, za personalnu identifikaciju se mogu koristiti i neka specifična ponašanja kao što su način hoda, brzina kucanja na tastaturi ili način potpisivanja dokumenata. U praksi se može sresti biometrijska personalna identifikacija zasnovana na DNK-u (dezoksiribonukleinska kiselina), obliku lica, geometriji ruku, otisku dlana, karakteristikama glasa i drugo. Tradicionalno, za biometrijsku personalnu identifikaciju se koriste otisci prstiju ali se sve češće susreću identifikacione metode koje koriste teksturu irisa [4]. Na Sl. 1 su prikazana biometrijska obeležja čoveka koja se mogu koristiti za personalnu identifikaciju u savremenim elektronskim sistemima. Biometrijska obeležja na Sl. 1 koja se odnose na ponašanja osobe su: rukopis, način govora i hoda, dok se ostatak biometrijskih obeležja odnosi na fizičke karakteristike osobe: frekvencijski spektar glasa, izgled i oblik lica ili pojedinih organa ali i otisak prsta, tekstura irisa, DNK, raspored vena na rukama i slično.



Identifikacija osobe putem biometrijskih obeležja zasniva se na poređenju već zapamćenih biometrijskih podataka osobe iz baze sa biometrijskim podacima prikupljenim na terenu. U ovom radu se promovira koncept multimodalne personalne biometrijske identifikacije koji ne zahteva postojanje baze podataka biometrijskih obeležja. U jednom biometrijskom obeležju insertuje se drugo biometrijsko obeležje čime se omogućava istovremeno poređenje više biometrijskih osobina. U prethodnim radovima autor je pokazao da se insertovana skrembljovana slika otiska prstiju u fotografiju lica osobe, kao vodeni žig, može uspešno koristiti za personalnu identifikaciju [4]. Pri tome, insertovanje vodenog žiga nije izazvalo primetnu degradaciju fotografije lica, dok je ekstrahovan vodeni žig dobrog kvaliteta.

Za razliku od klasične personalne identifikacije gde se mogu javiti problemi prilikom pokušaja pristupa udaljenoj bazi podataka, u predloženom multimodalnom konceptu jedno slikovno biometrijsko obeležje se ekstrahuje iz slike drugog biometrijskog obeležja i poredi se sa biometrijskim obeležjima dobijenim na terenu u trenutku verifikacije [5]. Osnovni zahtev ovog koncepta je ekstrakcija slikovnog biometrijskog obeležja dovoljnog kvaliteta za proces poređenja. U ovom radu su u fotografiju lica kao vodeni žigovi insertovani otisci prstiju i slike tekstura irisa. Pokazano je da su ekstrahovani žigovi visokog kvaliteta. Ostatak rada je strukturiran na sledeći način.

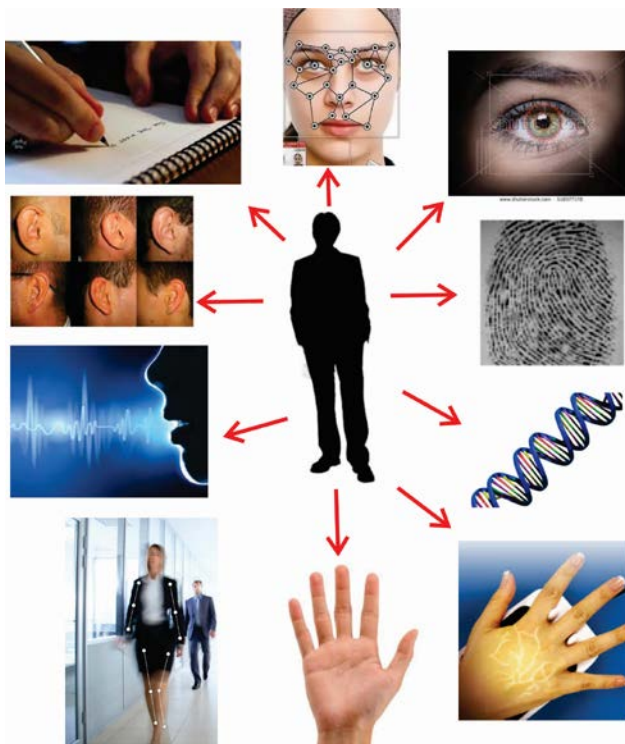
U drugom poglavlju su opisane karakteristike koje treba da poseduju biometrijska obeležja kako bi bila primenljiva u postupcima personalne identifikacije. Takođe, opisana su dva najvažnija slikovna biometrijska obeležja čoveka: otisak prsta i tekstura irisa. U trećem poglavlju su opisani generički biometrijski identifikacioni sistemi ovih obeležja i razmatrane su neophodne karakteristike koje oni treba da poseduju. Prikazani su skeneri ovih biometrijskih obeležja. U četvrtom poglavlju su prikazani dobijeni rezultati ekstrahovanja slikovnih biometrijskih obeležja. U petoj sekciji su prikazani dobijeni rezultati i preporučena je upotreba multimodalne personalne identifikacije.

## 2. SLIKOVNA BIOMETRIJSKA OBELEŽJA ČOVEKA

Da bi jedno biometrijsko obeležje čoveka bilo prihvatljivo za personalnu identifikaciju, mora posedovati sledeće karakteristike:

- UNIVERZALNOST – zahtevano biometrijsko obeležje bi trebalo da poseduju svi pojedinci;
- JEDINSTVENOST – biometrijsko obeležje bi moralo biti jedinstveno za pojedinca;
- TRAJNOST – biometrijsko obeležje mora biti nepromenljivo u određenom vremenskom periodu;
- PRIKUPLJIVOST – biometrijsko obeležje bi se moralo akvizirati i digitalno obraditi i
- PRIHVATLJIVOST – biometrijsko obeležje bi moralo biti prihvatljivo za korisnika i pojedince.

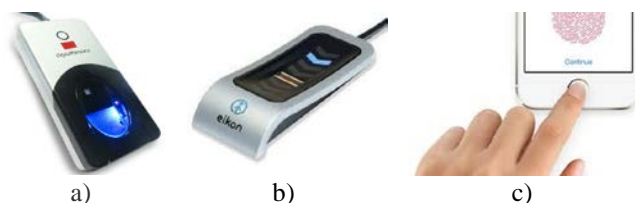
U ovom radu se u slikovna biometrijska obeležja ubrajaju: fotografija lica, otisak prsta i slika teksture irisa. Sva slikovna obeležja koja se koriste u ovom radu zadovoljavaju kriterijume univerzalnosti, jedinstvenosti, trajnosti, prikupljivosti i prihvatljivosti.



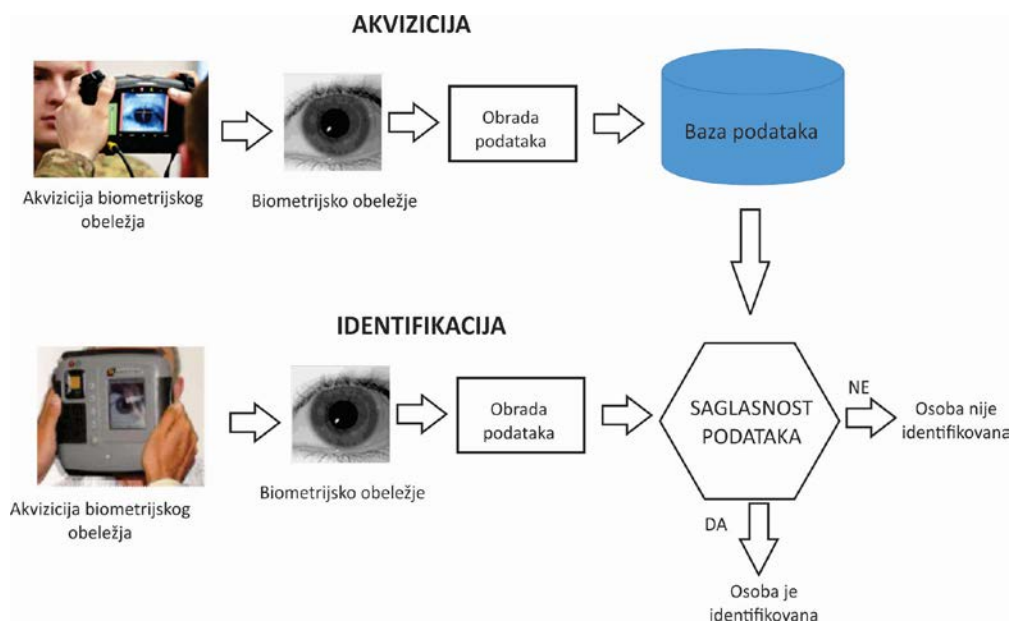
Slika 1. Najznačajnija biometrijska obeležja čoveka.

### 2.1 Otisak prstiju

Otisak prstiju predstavlja specifičnu karakteristiku čoveka. To je slikovni otisak prsta koji nastaje kao posledica izlučivanja znoja kroz pore papilarnih linija. Papilarne linije nastaju kao posledica nabora i brazdi na jagodicama prstiju čoveka. Jedinstveni međusobni odnos brazdi i nabora na jagodicama određuje personalni identitet osobe. U funkcionalnom smislu uloga nabora je povećanje površine kože na prstima čime se uvećava i broj nervnih završetaka što čulo dodira čini osetljivijim. Otisci prstiju se formiraju tokom embrionalnog razvoja čoveka i razlikuju se i kod jednojajčanih blizanaca. Zbog toga što je otisak prsta trajno i individualno obeležje svakog čoveka već duži niz godina se koristi za personalnu identifikaciju. Za prikupljanje otisaka prstiju koristi se čitav niz skenera koji rade na različitim fizičkim principima. Na Sl. 2 prikazani su primeri a) optičkih, b) kapacitivnih i c) ultrazvučnih skenera otisaka prstiju. Prikazani primeri skenera istovremeno obavljaju skeniranje i digitalizaciju slike otiska. Kvalitet otisaka prstiju značajno utiče na efikasnost algoritama za personalnu identifikaciju. Degradacije slike otisaka prsta koje se odnose na prekide papilarnih linija mogu značajno uticati na pogrešno određivanje obeležja otiska. Takođe, paralelne papilarne linije se često ne mogu razlučiti u slučaju prisustva šuma u slici otiska. Poželjno je da rezolucija skaniranih otisaka bude 500 DPI, dok su dimenzije slike otiska 300×300 piksela.



Slika 2. Različite klase uređaja za akviziciju otisaka prstiju a) optički b) kapacitivni i c) ultrazvučni skener.



Slika 3. Etape u radu biometrijskih identifikacionih sistema: akvizicija i identifikacija.

U ovom radu su korišćeni otisci prstiju u rezoluciji od  $256 \times 256$  piksela sa 256 nivoa sivog iz poznate baze "CASIA" podataka raspoložive na Internetu [14]. Izuzetno je značajno da se iz žigovane fotografije osobe ekstrahuju insertovana slikovna biometrijska obeležja što boljeg kvaliteta.

## 2.2 Iris (Dužica)

Iris ili dužica je zaštićeni unutrašnji organ oka koji se nalazi između rožnjače i sočiva. To je tanka, kružna struktura u oku koja se formira još u embrionalnoj fazi razvoja čoveka <https://en.wikipedia.org/wiki/Eye>. Vizuelna tekstura irisa se stabilizuje tokom prve dve godine života i predstavlja biometrijsko obeležje pojedinca koja se može koristiti za personalnu identifikaciju. Treba napomenuti da se tekstura irisa razlikuje i kod blizanaca. Tekstura irisa prema opisanim karakteristikama poseduje univerzalnost, jedinstvenost, trajnost, prikupljivost i prihvatljivost te se može koristiti za personalnu identifikaciju.

Da bi se tekstura irisa skenirala što kvalitetnije, u praksi se koriste bljeskalice sa NIR svetlošću čije se talasne dužine kreću u opsegu od 700 - 900 nm. Slike irisa dobijene na ovaj način jasno naglašavaju njegovu teksturu a zanemaruju njegovu pigmentaciju. Problemi formiranja kvalitetne slike teksture irisa leže u stalnim pokretima oka, refleksiji oka i relativno maloj oblasti od interesa. Na Sl. 4 prikazano je nekoliko klasa skenera irisa u upotrebi. Slika teksture irisa se može dobiti skeniranjem sa udaljenosti od 10 cm pa do nekoliko metara. Ova razlika udaljenosti predstavlja jedan od problema koji algoritmi za personalnu identifikaciju zasnovani na teksturi irisa treba da reše. Takođe, nošenje naočara ili



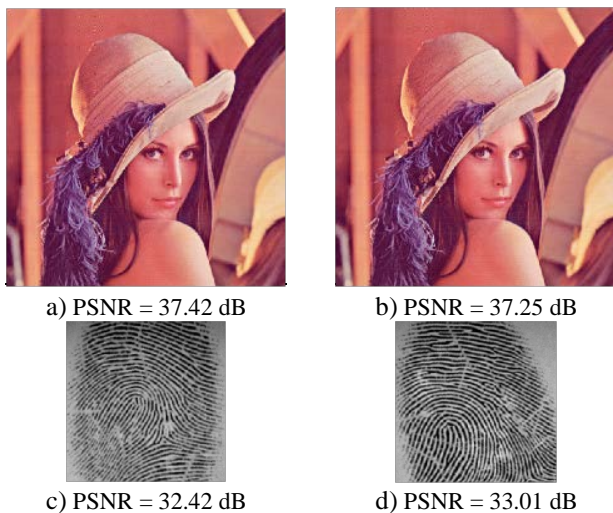
Slika 4. Različite klase uređaja za akviziciju teksture irisa.

kontaktnih sočiva može izazvati probleme u personalnoj identifikaciji na bazi prepoznavanja irisa. U ovom radu je prezentovan koncept multimodalnog biometrijskog sistema za personalnu identifikaciju zasnovan na prepoznavanju izgleda lica, teksture irisa ili otisaka prstiju. Zbog toga što izgled lica može varirati sa godina, za multimodalnu personalnu identifikaciju je izuzetno važno kvalitetno skenirati druge biometrijske karakteristike.

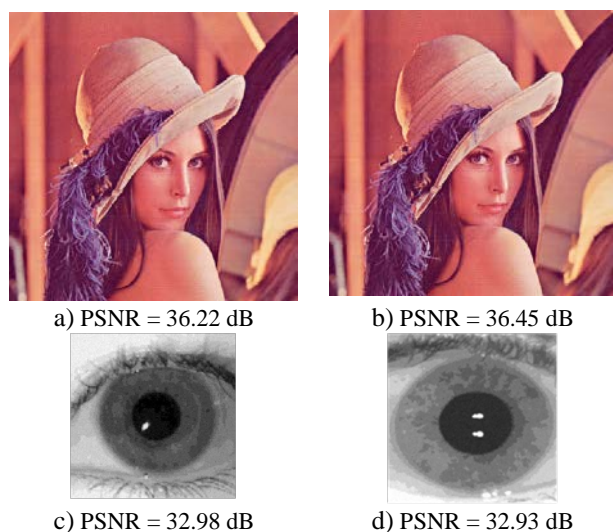
## 3. BIOMETRIJSKI IDENTIFIKACIONI SISTEMI

Osnovna funkcija biometrijskih identifikacionih sistema je da izvrše personalnu identifikaciju na osnovu poznatih biometrijskih karakteristika osobe. Generalno se biometrijski identifikacioni sistemi mogu klasifikovati na unimodalne i multimodalne. Kod unimodalnih sistema identifikacija se obavlja na bazi jednog biometrijskog podatka, dok se kod multimodalnih sistema identifikacija obavlja na bazi fuzije više biometrijskih obeležja. Biometrijski multimodalni sistemi su bezbedniji, pouzdaniji i otporniji na pokušaje zlonamernih ataka. Kod standardnih biometrijskih identifikacionih sistema se razlikuju najmanje dve etape (Sl. 3). Prva etapa podrazumeva akviziciju biometrijskih podataka (engl. enrollment) specijalizovanim biometrijskim skenerima. Prva etapa se završava digitalnom obradom prikupljenih podataka radi formiranja karakterističnih uzoraka. Specifični biometrijski uzorci dobijeni na ovaj način se zajedno sa personalnim informacijama čuvaju u bazi podataka. Baza podataka sa karakterističnim uzorcima i personalnim informacijama se može nalaziti na lokalnom ili na udaljenom računaru. Ako se baza nalazi na lokalnom računaru, problem bezbednosti je složeniji, dok je pristup podacima jednostavniji i brži. Sa druge strane, ako se baza nalazi na udaljenom računaru, dodatno se mogu javiti mrežni problemi, ali i problemi vezani za pristupne dozvole. Druga etapa je faza identifikacije (engl. matching) u kojoj se ponavlja proces dobijanja biometrijskih uzorka na terenu koji se porede sa uzorcima zapamćenim u bazi. Slaganjem biometrijskih podataka dobijenih na terenu sa onim iz baze se ustanovljava personalni identitet.





**Slika 5.** Slika zaštićena vodenim žigom otisaka prstiju dve osobe a) i b) i ekstrahovani otisci prstiju c) i d).



**Slika 6.** Slika zaštićena vodenim žigom teksture irisa dve osobe a) i b) i ekstrahovane teksture irisa c) i d).

#### 4. REZULTATI EKSPERIMENTA

U jedno biometrijsko obeležje, fotografija lica, se ugrađuju slikovna biometrijska otisaka prstiju i teksture irisa [6] – [12]. Korišćeni su otisci prstiju i teksture irisa 4 osobe [13], [14]. Na slici 5 i 6 prikazani su dobijeni rezultati eksperimenta koji je zasnovan na insertovanju, odnosno, ekstrakciji slikovnih biometrijskih obeležja (otisak prstiju Sl. 4 i teksture irisa Sl. 5) u fotografiju osobe kao vodeni žig [6] – [10]. Kao noseća slika (fotografija lica) korišćena je poznata slika "Lena" u rezoluciji 512×512 piksela. Vodeni žigovi otisaka prsta i teksture irisa su rezolucije 265×256 piksela i 256 nivoa sivog. Algoritam za insertovanje i ekstrahovanje vodenog žiga je opisan u [8], [10], [12]. PSNR noseće slike posle insertovanja vodenih žigova iznosi oko 37 dB, tako da se može smatrati da njen izgled nije primetno narušen. Ovim je zadovoljen uslov neprimetne degradacije. Na slikama 4c) i 4d) prikazani su ekstrahovani vodeni žigovi otisaka prstiju, dok su na slikama 5c) i 5d) prikazani ekstrahovani vodeni žigovi teksture irisa. Kvalitet ekstrahovanih vodenih žigova meren PSNR-om iznosio oko 33 dB što je se može smatrati dobrim kvalitetom. Ovaj kvalitet ekstrahovanog vodenog žiga se može efikasno koristiti u algoritmima personalne identifikacije.

#### 5. ZAKLJUČAK

Kada se zahteva veći stepen bezbednosti, sistemi personalne identifikacije koriste proveru biometrijska obeležja osobe. U ovom radu je za potrebe biometrijske personalne identifikacije razvijen model zasnovan na vodenom žigu. Slika teksture irisa je insertovana kao vodeni žig u drugom biometrijskom obeležju – fotografiji lica osobe. Prilikom insertovanja vodenog žiga u nosećoj slici nema vidljivih degradacija kvaliteta. Sa druge strane, prikazana metoda obezbeđuje ekstrakciju slike teksture irisa i otiska prstiju visokog kvaliteta, tako da se može koristiti u procesu personalne identifikacije. U procesu multimodalne identifikacije poredi se lice osobe sa fotografijom na identifikacionim dokumentima kao i slika ekstrahovane teksture irisa, odnosno, otisak prsta sa podacima dobijenim na terenu. Prikazani rezultati opravdavaju korišćenje ove metode u procesima „off-line“ personalne identifikacije

#### LITERATURA

- [1] M. Jevtović, Z. Veličković, „*Protokoli prepletenih slojeva*“, Akademska misao, Beograd, 2012.
- [2] W. Stallings, „*Cryptography and network security principles and practice*“, Prentice Hall, 2011.
- [3] A. Lumini and L. Nanni, „Overview of the combination of biometric matchers,“ *Information Fusion*, Vol. 33, pp. 71–85, 2017.
- [4] Z. Veličković, Z. Milivojević, D. Blagojević and M. Veličković „Personalna biometrijska identifikacija zasnovana na skremblovanom vodenom žigu,“ *INFOFEST 2017*, pp. 137- 145, Budva 2017.
- [5] H. Elazhary, „A Framework for Offline Biometric Identity Authentication,“ *Int. Jour. Comp. Sci. and Inform. Security - IJCSIS*, Vol. 12, No. 12, 2014.
- [6] Z. Veličković, Z. Milivojević and M. Veličković, „Insertovanje vodenog žiga skremblovanog GMSAT algoritmom u DWT-SWD domenu,“ *Informacione tehnologije*, pp. 221-224, Žabljak 2017.
- [7] R. Ahuja and S. S. Bedi, „All Aspects of Digital Video Watermarking Under an Umbrella,“ *I. J. Image, Graphics and Signal Processing*, Vol. 12, pp. 54-73, 2015.
- [8] Z. Veličković, Z. Milivojević and M. Jevtović, „[The Improved Iterative Algorithm for the Enhancement of the Extracted Watermark from Video Streaming in a Wireless Environment](#)“, *ETF Jour. of Electrical Engineering*, Vol. 21, pp. 93-107, 2015.
- [9] N. Nikolaidis, A. Tefas and I. Pitas, „Chaotic Sequences for Digital Watermarking,“ *Advances in Nonlinear Signal and Image Processing*, Hindawi, 2006.
- [10] Z. Veličković, M. Veličković and Z. Milivojević, „Improved Gray-scale watermark encryption based on chaotic maps,“ *UNITECH*, Vol. 2, pp. 145-150, 2016.
- [11] M. Ibrahim, N. Kader and M. Zorkany, „Video Multiple Watermarking Technique Based on Image Interlacing Using DWT,“ *The Scientific World Journal*, Vol. 2014.
- [12] Z. Veličković, Z. Milivojević, M. Veličković „*The Insertion of the Encrypted Low-Resolution Watermark in the Uncompressed Video*,“ *ICEST '16*, Ohrid, 2016.
- [13] „CUHK Iris Image Database,“ [http://www.mae.cuhk.edu.hk/~cvi/main\\_database.htm](http://www.mae.cuhk.edu.hk/~cvi/main_database.htm)
- [14] CASIA Fingerprint V5 <http://biometrics.idealtest.org/dbDetailForUser.do?id=7>.

# STATISTIČKA ANALIZA AKUSTIČKIH PARAMETARA RAZUMLJIVOSTI GOVORA U OKTAGONSKOJ PROSTORIJI

## THE STATISTICAL ANALYSIS ACOUSTIC PARAMETERS OF SPEECH INTELLIGIBILITY IN OCTAGONAL ROOM

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

**Sadržaj** - U ovom radu izvršena je statistička analiza akustičkih parametara razumljivosti govora u prostoriji „Octagon at the Mile End campus of Queen Mary“, na Univerzitetu u Londonu. U prvom delu rada opisan je eksperiment i prikazani su rezultati eksperimenta grafički i tabelarno. U drugom delu rada izvršena je komparacija rezultata, korelacija i primenjen je regresioni model nad akustičkim parametrima. Na osnovu izvršene analize donosi se zaključak.

**Ključne reči:** Razumljivost govora. Impulsni odziv prostorije. Statistička analiza.

**Abstract** – This paper presents a statistical analysis of acoustic parameters of speech intelligibility in a room "Octagon at the Mile End campus of Queen Mary" at the University of London. The first part of the paper describes the experiment and the results of the experiment are shown in the graphical and tabular form. The second part of the paper, a comparison of results was made, correlation and regression model was applied over the acoustic parameters. Based on the analysis, a conclusion is made.

**Key words:** Intelligibility of speech. Room impulse response (RIR). Statistical analysis.

### 1. UVOD

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.

Reverberacija, deo impulsnog odziva prostorije, se opisuje objektivnim parametrom - vremenom reverberacije  $RT$ , (*engl. Reverberation Time*).  $RT$  je prvi definisao Sabine, 1922. god. [1]. Nakon njega teorijom reverberacije su se bavili i [2]: Norris i Eyring, 1930. god., Milingtone i Sette 1933. god., Fitzroy 1959. god., Kuttruff 1976. god., Neubauer 1999. god.

Peutz je 1971. god. predložio parametar koji se odnosi na gubitak artikulacije suglasnika,  $AL_{cons}$ , (*engl. Articulation Loss of Consonants*) [3]. Houtgast i Steeneken su se bavili problemom razumljivosti govora i 1980. god. su predložili akustički parametar indeksa prenosa govora u prostoriji,  $STI$  (*engl. Speech Transmission Index*) [4] a 1985. god parametar  $RASTI$  (*engl. Room Acoustical Speech Transsmision Index*) [5]. U svojim istraživanjima posebno su razmatrali parametar  $STI$  za muškarce,  $STI_{male}$ , i posebno za žene,  $STI_{female}$ . [6].

U ovom radu izvršena je statistička analiza akustičkih parametara  $RT_{30}$ ,  $STI$ ,  $STI_{male}$ ,  $STI_{female}$ ,  $RASTI$  i  $AL_{cons}$ , na  $f = 125 \div 8000$  Hz, za akustički prostor „Octagon at the Mile End campus of Queen Mary“, na Univerzitetu u Londonu [7]. Cilj rada je: a) određivanje optimalne vrednosti parametra razumljivosti govora pomoću izračunatih srednjih vrednosti, standardnih devijacija, varijansi parametara i funkcija raspodele

verovatnoća rezultata merenja parametara i b) utvrđivanje smera, jačine i oblika povezanosti parametara kao i predikcija parametara razumljivosti govora pomoću korelacije i regresionih jednačina. Nakon analize i komparacije dobijenih rezultata donosi se zaključak.

Organizacija rada je sledeća: u sekciji 2 objašnjen je eksperiment, prikazani su rezultati i statistička analiza akustičkih parametara razumljivosti govora koja uključuje korelaciju i regresioni model. Sekcija 3 je zaključak.

### 2. EKSPERIMENTALNI REZULTATI I ANALIZA

#### 2.1 EKSPERIMENT

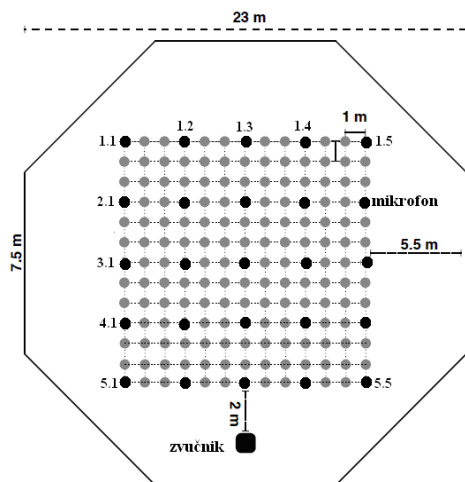
U ovom radu izvršena je statistička analiza akustičkih parametara:  $RT_{30}$ ,  $STI$ ,  $STI_{male}$ ,  $STI_{female}$ ,  $RASTI$  i  $AL_{cons}$ , na  $f = 125 \div 8000$  Hz, za salu „Octagon at the Mile End campus of Queen Mary“, na Univerzitetu u Londonu.

„Octagon“ je građevina sagrađena u viktorskom stilu, 1888. god. u istočnom Londonu čija je osnovna namena bila glavna biblioteka „Queen Mary's College“. Danas ona predstavlja objekat koji se koristi za održavanje konferencija, raznih svečanosti, izložbi i td. „Octagon“ ima 8 zidova visine 7.5 m koji su prekriveni knjigama, drveni pod i plafon obložen gipsom. Kupola plafona je visine 21 m. Zapremina je 9500 m<sup>3</sup>.

Akustički parametri analizirani su u 25 mernih tačaka oktagonske sale čiji je prikaz dat na sl. 1.

Vrednosti akustičkih parametara su određene na osnovu impulsnih odziva [3] i programskog paketa EASERA. Pomoću programskog paketa Matlab obavljena je statistička analiza.

Bazu eksperimenta čine wav fajlovi koji su dobijeni merenjem impulsnih odziva u 169 mernih tačaka prostorije „Octagon“, snimljenih od strane „Centre for Digital Music“ sa „Queen Mary“ Univerziteta u Londonu [7].



**Slika 1.** Prikaz položaja mernih tačaka i zvučnog izvora u sali za vreme snimanja impulsnih odziva.

Merenja impulsnih odziva vršena su pomoću pobudnog log-sweep signala u trajanju od 2 s sa  $f_s = 96$  kHz sa 3 BpS. Pri ovom eksperimentu korišćen je zvučnik „Genelec“ 8250A i omnidirekcionni mikrofon DPA 4006.

## 2.2 REZULTATI

U tabeli 1. su prikazane vrednosti akustičkih parametara:  $RT_{30}$ ,  $STI$ ,  $STI_{male}$ ,  $STI_{female}$ ,  $RASTI$  i  $Al_{cons}$ , na  $f = 125 \div 8000$  Hz, za sve merne tačke. U tabeli 2. date su srednje vrednosti, varijanse i standardne devijacije ovih parametara. Na slikama 2. ÷ 7. prikazane su funkcije raspodele verovatnoće rezultata merenja akustičkih parametara:  $RT_{30}$ ,  $STI$ ,  $STI_{male}$ ,  $STI_{female}$ ,  $RASTI$  i  $Al_{cons}$ , respektivno. Linije regresije akustičkih veličina:  $STI$  i  $RT_{30}$ ,  $STI_{male}$  i  $RT_{30}$ ,  $STI_{female}$  i  $RT_{30}$ ,  $RASTI$  i  $RT_{30}$ , i  $Al_{cons}$  i  $RT_{30}$  prikazane su na slikama 8. ÷ 13., respektivno. Na sl. 14. dat je prikaz linije regresije za  $STI$  i  $Al_{cons}$ .

**Tabela 2.** Srednje vrednosti, standardne devijacije i varijanse akustičkih parametara za sve merne tačke na  $f = 125 \div 8000$  Hz.

	$RT_{30}$ (s)	$STI$	$STI_{male}$	$STI_{female}$	$RASTI$	$Al_{cons}$ [%]
$\mu$	2.7888	0.5277	0.5350	0.5512	0.5023	10.3863
$\sigma$	0.7218	0.0768	0.0854	0.0877	0.0854	2.8576
$\sigma^2$	0.5209	0.0059	0.0073	0.0077	0.0073	8.1659

## 2.3 ANALIZA REZULTATA

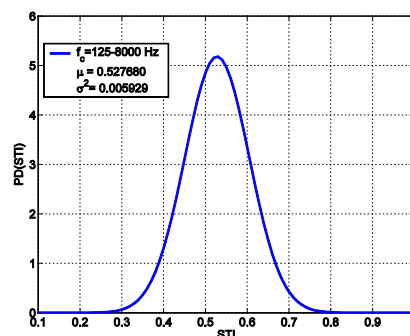
Na osnovu prikazanih rezultata u tabelama 1. i 2. i na slikama 2. ÷ 13. zaključuje se sledeće:

1. a) izračunate vrednosti vremena reverberacije se nalaze u opsegu  $RT_{30} = 2.79 \pm 0.72$  s =  $3.51 \div 2.07$  s.  $\sigma_{RT_{30}} = 25.88\%$

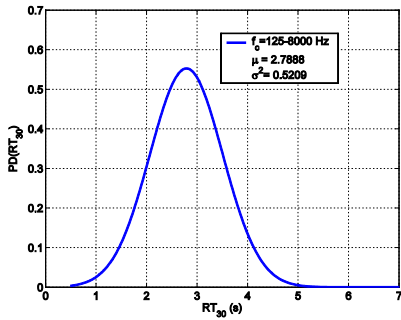
$\mu_{RT_{30}}$ . Optimalna vrednost vremena reverberacije za tretiranu prostoriju na  $f = 500$  Hz [8],  $RT_{opt} = 2.05$  s, je približna donjoj granici izračunatog opsega  $RT_{30}$ .

**Tabela 1.** Vrednosti akustičkih parametara u svim mernim tačkama.

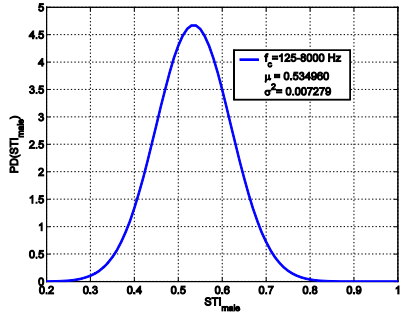
$f = 125 \div 8000$ Hz					
M.P.	1	2	3	4	5
<b><math>RT_{30}</math> (s)</b>					
1	1.98	3.39	3.31	3.3	2.12
2	1.83	3.58	2.7	3.37	3.03
3	4.67	2.21	1.76	2.29	2.32
4	2.73	2.69	2.03	3.84	3.35
5	2.01	3.24	2.33	3.07	2.57
<b><math>STI</math></b>					
1	0.511	0.499	0.514	0.488	0.494
2	0.492	0.486	0.491	0.485	0.479
3	0.487	0.527	0.539	0.516	0.485
4	0.490	0.589	0.624	0.564	0.487
5	0.471	0.600	0.831	0.585	0.458
<b><math>STI_{male}</math></b>					
1	0.509	0.504	0.533	0.490	0.493
2	0.491	0.495	0.502	0.495	0.472
3	0.488	0.541	0.557	0.533	0.483
4	0.488	0.606	0.647	0.580	0.491
5	0.460	0.607	0.867	0.586	0.456
<b><math>STI_{female}</math></b>					
1	0.525	0.521	0.543	0.506	0.510
2	0.509	0.513	0.520	0.515	0.488
3	0.505	0.558	0.576	0.551	0.502
4	0.501	0.626	0.669	0.599	0.503
5	0.465	0.624	0.890	0.601	0.460
<b><math>RASTI</math></b>					
1	0.456	0.479	0.525	0.445	0.441
2	0.441	0.451	0.470	0.436	0.435
3	0.450	0.493	0.515	0.485	0.440
4	0.472	0.573	0.591	0.553	0.469
5	0.469	0.587	0.837	0.564	0.480
<b><math>Al_{cons}</math> [%]</b>					
1	10.695	11.442	10.495	12.082	11.740
2	11.852	12.223	11.944	12.315	12.734
3	12.202	9.808	9.178	10.433	12.289
4	12.010	7.014	5.781	8.043	12.149
5	13.290	6.615	1.887	7.167	14.270



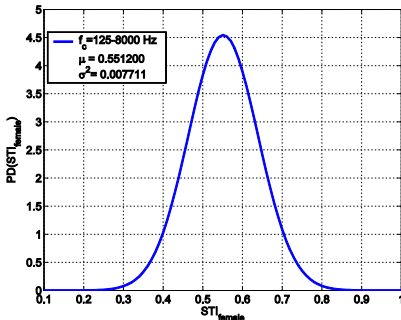
**Slika 3.** Funkcija raspodele verovatnoće rezultata merenja parametra  $STI$ .



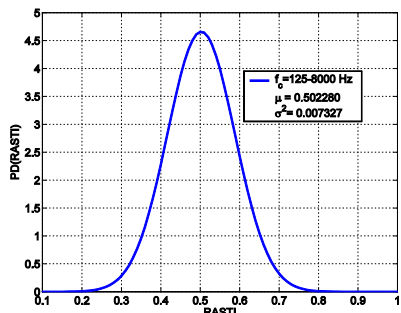
Slika 2. Funkcija raspodele verovatnoće rezultata merenja parametra  $RT_{30}$ .



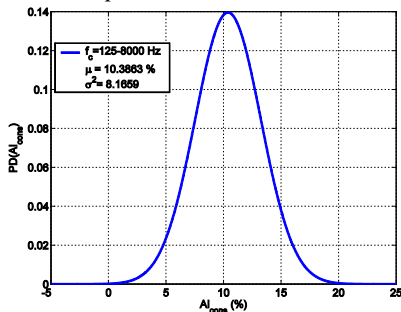
Slika 4. Funkcija raspodele verovatnoće rezultata merenja parametra  $STI_{male}$ .



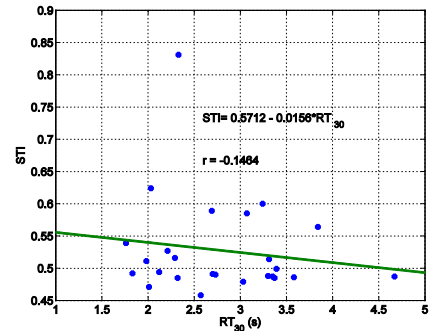
Slika 5. Funkcija raspodele verovatnoće rezultata merenja parametra  $STI_{female}$ .



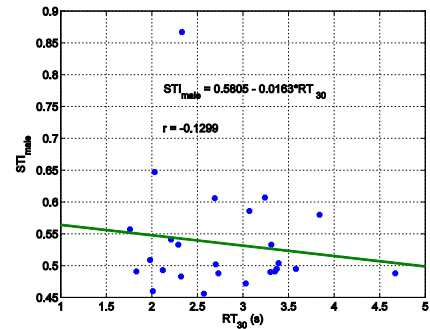
Slika 6. Funkcija raspodele verovatnoće rezultata merenja parametra RASTI.



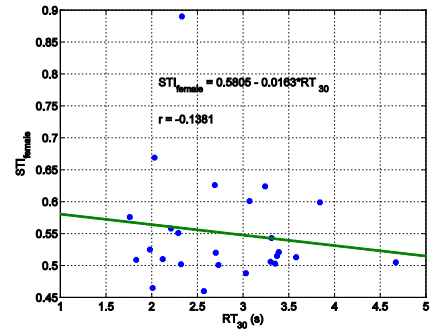
Slika 7. Funkcija raspodele verovatnoće rezultata merenja parametra  $Al_{cons}$ .



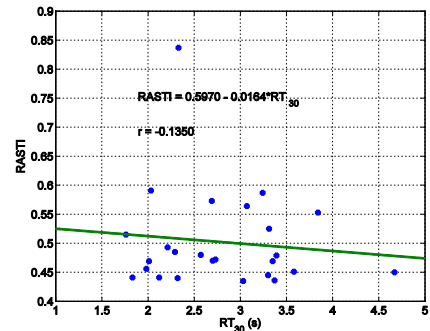
Slika 8. Linija regresije za  $STI$  i  $RT_{30}$ .



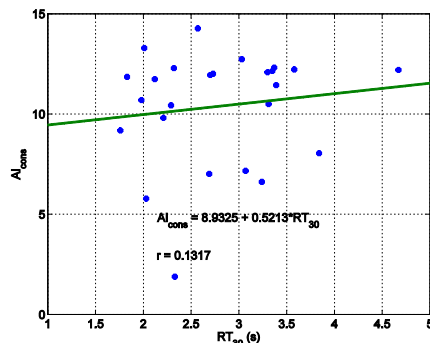
Slika 9. Linija regresije za  $STI_{male}$  i  $RT_{30}$ .



Slika 10. Linija regresije za  $STI_{female}$  i  $RT_{30}$ .

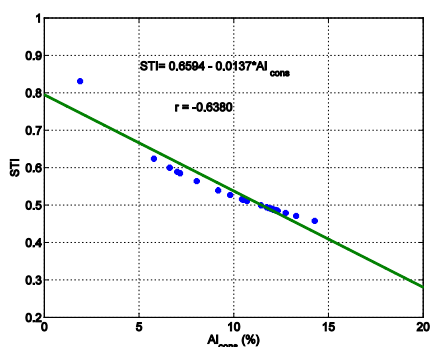


Slika 11. Linija regresije za RASTI i  $RT_{30}$ .



Slika 12. Linija regresije za  $Al_{cons}$  i  $RT_{30}$ .





Slika 13. Linija regresije za  $STI$  i  $Al_{cons}$ .

b) dobijene vrednosti za akustički parametre  $STI$ ,  $STI_{male}$ ,  $STI_{female}$  i  $RASTI$  klasifikuju razumljivost govora u prostoriji kao prihvatljivu [9]:  $STI = 0.53 \pm 0.08 = 0.61 \div 0.45$ ,  $STI_{male} \approx STI$ ,  $STI_{female} = 0.55 \pm 0.09 = 0.64 \div 0.46$ ,  $RASTI = 0.5 \pm 0.08 = 0.58 \div 0.042$ . Najmanju standardnu devijaciju, a samim tim i najveću tačnost ima vrednost akustičkog parametra  $STI$ :  $\sigma_{STI} = 14 \% \mu_{STI}$ . Kod ostalih parametara standardne devijacije su:  $\sigma_{STI_{male}} = 15 \% \mu_{STI_{male}}$ ,  $\sigma_{STI_{female}} = 15.91 \% \mu_{STI_{female}}$  i  $\sigma_{RASTI} = 17 \% \mu_{RASTI}$ .

c) za akustički parametar  $Al_{cons}$  dobijene su vrednosti koje, takođe, klasifikuju razumljivost govora kao prihvatljivu [9]:  $Al_{cons} = 10.39 \pm 2.86 \% = 13.25 \div 7.53 \%$ ,  $\sigma_{Al_{cons}} = 27.51$

$\mu_{Al_{cons}}$ .

2. a) korelacijom i regresijom analizirana je povezanost akustičkih parametara  $STI$ ,  $STI_{male}$ ,  $STI_{female}$ ,  $RASTI$  i  $Al_{cons}$  sa  $RT_{30}$  i  $STI$  sa  $Al_{cons}$  (sl. 2. ÷ 13.). Dobijene su sledeće regresione jednačine sa odgovarajućim Pearsonovim koeficijentima r:

- \*  $STI = 0.5712 - 0.0156 RT_{30}$ ;  $r = -0.1464$ ;
- \*  $STI_{male} = 0.5805 - 0.0163 RT_{30}$ ;  $r = -0.1299$ ;
- \*  $STI_{female} = 0.5805 - 0.0163 RT_{30}$ ;  $r = -0.1381$ ;
- \*  $RASTI = 0.5970 - 0.0164 RT_{30}$ ;  $r = -0.1350$ ;
- \*  $Al_{cons} = 8.9325 + 0.5213 RT_{30}$ ;  $r = 0.1317$ ;
- \*  $STI = 0.6594 - 0.0137 Al_{cons}$ ;  $r = -0.6380$ .

b) postoji statistički negativna, slaba, linearna povezanost ( $r^2 < 0.3$ ) između akustičkih parametara:  $STI$  i  $RT_{30}$  (koeficijent determinacije je  $r^2 = 0.021$ ),  $STI_{male}$  i  $RT_{30}$  ( $r^2 = 0.017$ ),  $STI_{female}$  i  $RT_{30}$  ( $r^2 = 0.019$ ) i  $RASTI$  i  $RT_{30}$  ( $r^2 = 0.018$ ).

c) slaba statistički pozitivna, linearna povezanost, postoji između akustičkih parametara  $Al_{cons}$  i  $RT_{30}$  ( $r^2 = 0.017$ ).

d) osrednja statistički negativna, linearna povezanost ( $0.3 < r^2 < 0.69$ ), postoji između akustičkih parametara  $STI$  i  $Al_{cons}$  ( $r^2 = 0.407$ ).

e) pomoću regresionog modela predviđene su vrednosti akustičkih parametara razumljivosti govora za  $\mu_{RT_{30}} = 2.7888$

s:  $STI = 0.5277$ ,  $STI_{male} = 0.5350$ ,  $STI_{female} = 0.5350$ ,  $RASTI = 0.5513$  i  $Al_{cons} = 10.3863 \%$ . Sve predviđene vrednosti klasifikuju razumljivost govora u prostoriji kao prihvatljivu.

### 3. ZAKLJUČAK

U radu je izvršena statistička analiza akustičkih parametara razumljivosti govora:  $RT_{30}$ ,  $STI$ ,  $STI_{male}$ ,  $STI_{female}$ ,  $RASTI$  i  $Al_{cons}$  u opsegu frekvencija  $f = 25 \div 8000$  Hz na osnovu snimljenih akustičkih impulsnih odziva u sali „Octagon at the Mile End campus of Queen Mary“, na Univerzitetu u Londonu. Prikazane su funkcije raspodele verovatnoće rezultata mere-

nja analiziranih akustičkih parametara i regresijom i korelacijom je analizirana povezanost akustičkih parametara. Komparacijom dobijenih rezultata zaključuje se da svi parametri razumljivosti govora imaju približne srednje vrednosti ( $\mu_{STI} = 0.53$ ,  $\mu_{STI_{male}} = 0.53$ ,  $\mu_{STI_{female}} = 0.55$ ,  $\mu_{RASTI} = 0.5$ ), ali akustički parametar  $STI$  je određen sa najmanjom standardnom devijacijom  $\sigma_{STI} = 0.08$  zbog čega se njegova srednja vrednost može smatrati optimalnom. Najveću standardnu devijaciju ima akustički parametar  $Al_{cons}$ :  $\sigma_{Al_{cons}} = 2.86 \%$ . Regresiona analiza je pokazala: a) statistički negativnu, slabu, linearnu povezanost akustičkih parametara  $STI$ ,  $STI_{male}$ ,  $STI_{female}$  i  $RASTI$  sa  $RT_{30}$ :  $r^2 = \{0.021, 0.017, 0.019, 0.018\}$ , b) slabu statistički pozitivnu, linearnu povezanost između akustičkih parametara  $Al_{cons}$  i  $RT_{30}$ ,  $r^2 = 0.017$  i c) osrednju statistički negativnu, linearnu povezanost između akustičkih parametara  $STI$  i  $Al_{cons}$ ,  $r^2 = 0.407$ . Predviđene vrednosti akustičkih parametara razumljivosti govora,  $STI$ ,  $STI_{male}$ ,  $STI_{female}$  i  $RASTI$ , pomoću regresionih jednačina, (u kojima je uzeta srednja vrednost  $RT_{30}$ ) su približne i imaju vrednosti oko 0.5. Prihvatljivu razumljivost govora u analiziranoj oktaonskoj sali potvrđuje i predviđena vrednost parametra  $Al_{cons} = 10.3863 \%$ .

### LITERATURA

- [1] W. Sabine, *Collected Papers on Acoustics* (1922), Harvard University Press.Reimpresión Dover, 1964.
- [2] R. Lacatis, A. Gimenez, A. Barba Sevillano, S. Cerda, J. Romero and R. Cibrian, “Historical and chronological evolution of the concert hall acoustics parameters,” *eu-ronoise Paris*, pp. 2151 – 2156, June 2008.
- [3] V. M. A Peutz, “Articulation Loss of Consonants as a criterion for Speech Transmission in a Room,” *J. AU-DIO – ENG. SOC. Vol 19*, pp. 915-919, 1971.
- [4] H. J. M. Steeneken, “Apsyhical Method for measuring Speech Transmission Quality,” *J. A. S. AM.*, Vol 19, 1980.
- [5] “Review of the MTF concept in room acoustics and its use for use estimating speech intelligibility in auditoria,” *J. Acoust Soc. Amer.*, Vol.77, (1985.), 1060 – 1077.
- [6] H. J. M. Steeneken and T. Houtgast, *Basics of the STI - measuring Method, In Past Present and Future of the Speech Transmission Index*, edited by Sander J. Van Wijngaarden, 13 – 34, The Netherlands: TNO Human Factors, ISBN: 90-76702-02-0, 2002.
- [7] R. Stewart and M. Sandler, “Database of omnidirectional and B – format room impulse responses,” *ICASSP – 8*, pp. 165 -168, 2010.
- [8] L. Beranek, *Acoustics*, New York: Acoustical Society of America, ISBN O-88318-494-X, 1993.
- [9] “Sound system equipment – Part 16: Objective rating of speech intelligibility by speech transmission index,” *International Electrotechnical Commission IEC 60268-16 – International Standard*, Switzerland: IEC, 2011.

## PROCENA FUNDAMENTALNE FREKVENCIJE AUTOKORELACIONIM ALGORITMOM

## ESTIMATION OF FUNDAMENTAL FREQUENCY WITH AUTO CORRELATION ALGORITHM

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

Darko Brodić, *Univerzitet u Beogradu, Tehnički fakultet, Bor, Srbija.*

**Sadržaj** – U prvom delu rada opisan je algoritam za procenu fundamentalne frekvencije pomoću autokorelacione funkcije. Fundamentalna frekvencija se određuje na osnovu pozicije maksimuma autokorelacione funkcije. Zbog diskretne strukture autokorelacione funkcije javlja se greška procene. U drugom delu rada opisan je algoritam procene kod koga je primenjena parametarska konvolucija sa Kejsovim 1P jezgrom. U zadnjem delu rada prikazani su rezultati eksperimenta u okviru koga su određeni optimalni parametri Kejsovog jezgra za neke prozorske funkcije. Komparativnom analizom rezultata pokazana je velika preciznost predloženog algoritma.

**Ključne reči:** Fundamentalna frekvencija. Konvolucija. Konvoluciono jezgro.

**Abstract** - The first part of the paper describes an algorithm for estimating the fundamental frequency using the autocorrelation function. The fundamental frequency is determined based on the position of the maximum autocorrelation function. Due to the discrete structure of the autocorrelation function, an estimation error occurs. The second part of the paper describes an estimation algorithm in which the parametric convolution with the Keys 1P core is applied. The final part of the paper presents the results of an experiment within which the optimal parameters of the Keys kernel for certain window functions are determined. A comparative analysis of the results showed the high accuracy of the proposed algorithm.

**Key words:** Fundamental frequency. Convolution. Convolution kernel.

## 1. UVOD

Sa intenzivnim razvojem računarskih i komunikacionih, odnosno, informacionih tehnologija stvorile su se praktične mogućnosti za primenu digitalnog procesiranja signala (**engl.** *Digital Signal Processing*, DSP) kod sistema za rad u realnom vremenu (**engl.** *real-time*). Pored ostalog, DSP sistemi primenjuju se kod obrade audio, govornih i muzičkih signala, obrade statične slike i video signala [1,2]. Realizovani su algoritmi sa velikim stepenom kompresije i, na taj način, omogućeno arhiviranje i prenos komunikacionim sistemima velike količine podataka [3].

Kod sistema za digitalno procesiranje govora (**engl.** *Digital Speech Processing*) aktuelni su algoritmi za: a) prepoznavanje govornika, b) prepoznavanje govora u semantičkom smislu, c) analize zdravstvenog stanja govornika, d) prepoznavanje jezika, e) izdvajanja govora iz pozadinskog šuma, f) dereverberacije, g) potiskivanja eha, h) popravke kvaliteta govornog signala i dr [3,4]. Savremeni informacioni sistemi se primenjuju kod muzike, počev od komponovanja, izvođenja, arhiviranja, do prenosa muzičkog materijala preko Interneta i dr. [5]. Pored toga vrše se analize i procene određenih parametara muzičkih instrumenata kao i muzičkih dela. Analizom rada muzičkih instrumenata i formiranjem njegovog modela, stvaraju se virtuelni muzički instrumenti koji u velikoj meri zvuče kao i originalni [6]. Aktuelni su algoritmi za

analizu muzičkih signala, kao i informacioni sistemi u kojima se implementiraju, i to za: a) detektovanje instrumenata i boja zvuka (**engl.** *timbre*), b) detektovanje vremenskog početka note (**engl.** *note onset*), c) prepoznavanje akorda i njihova transkripcija, d) prepoznavanje tempa, e) udaranja (**engl.** *beat*) i ritma, f) izdvajanje i transkripcija solo i bas linije, g) izdvajanje glasovne interpretacije (pevanja) (**engl.** *Singing Voice Extraction*),... [7,8]. Kod sinteze zvuka muzičkih instrumenata sa žicama, kod kojih se ton proizvodi trzanjem ili udaranjem (klavir, gitara,...) mora se uzeti u obzir i specifičnost slobodnih oscilacija žice. Naime, oscilacije žice nisu harmonične (viši harmonici nisu celobrojni umnošci fundamentalne frekvencije) već su inharmonične. Inharmoničnost žice, a samim tim i celog muzičkog instrumenta opisuje se preko koeficijenta inharmoničnosti. Razvijeni su algoritmi za procenu koeficijenta inharmoničnosti kao i greške akorda odsviranih na takvim instrumentima [9].

Mnogi od pomenutih algoritama baziraju se na proceni fundamentalne frekvencije,  $F_0$ , audio i govornog signala. Razvijeni je veći broj algoritama za procenu  $F_0$ . Analize se vrše u: a) vremenskom (**engl.** *time-domain*, TD) i b) frekvencijskom domenu (**engl.** *frequency-domain*, FD) [10-13]. Algoritmi procene u vremenskom domenu baziraju se na analizi vremenskog oblika signala. Ako je vremenski oblik signala periodičan tada se može uočiti perioda i na osnovu nje proceniti  $F_0$ . Kod ZCR algoritma (**engl.** *Zero-crossing rate*) vrši se

brojanje prolaska talasnog oblika kroz nulu. Ova metoda je relativno prosta i dobro funkcioniše kod signala koji nisu bogati harmonicima. Kod prisustva većeg broja harmonika može doći do višestrukog prelaza nule u okolini prelaza osnovnog harmonika. U tom slučaju se signal mora najpre filtrirati NF filtrom a zatim primeniti ZCR algoritam. PR (**engl. Peak rate**) algoritam broji pozitivne pikove signala u sekundi. Problem je kada je signal sa većim brojem lokalnih pikova u poluperiodi. Tada može doći do greške procene. SER (**engl. Slope event rate**) algoritmom analizira se nagib signala tako da se mogu se detektovati pikovi ili prolazi kroz nulu. Kod TD algoritma intenzivno se koriste autokorelacione funkcije [14] za detektovanje pitch perioda. U radu [10] predložen je algoritam nazvan YIN algoritam gde se procena vrši pomoću autokorelacione funkcije (**engl. Autocorrelation function, ACF**).

ACF diskretnog periodičnog signala je diskretna i periodična funkcija. Komponente ACF su sa vremenskim razmakom koji je jednak periodu smplovanja signala  $T_s$ . Određivanje periode podrazumeva lociranje prvog pika, odnosno maksimuma, kod ACF. Tada je fundamentalna frekvencija jednaka recipročnoj vrednosti vremenskog pomaka pika u odnaosu na početak ACF. Ovde se javlja problem procene fundamentalne frekvencije kada se stvarni maksimum ACF ne nalazi na celobrojnom umnošku  $T_s$ , već negde između dve susedne komponente sa najvećom energijom. U tom slučaju se procena pozicije vrši izborom pozicije pika  $i$ , na taj način dolazi do pojave znatne greške procene  $F_0$ . Smanjenje greške procene moguće je obaviti primenom interpolacije.

U ovom radu opisan je algoritam procene  $F_0$  primenom: autokorelacione funkcije i b) parametarskom kubnom interpolacijom. Kod interpolacije je primenjeno Kejsovo jedno-parametarsko jezgro [15]. Opisan je eksperiment u okviru koga je nekim standardnim, vremenski simetričnim prozorskim funkcijama (*Hamming-ova, Hann-ova, Blackman-ova, Pravougaona, Kaiser-ova i Trougaona*) modifikovan specijalno dizajniran audio test signal. Nakon toga je izvršena procena  $F_0$ , definisana i određena srednjekvadratna greška MSE, i na osnovu nje, određene optimalne vrednosti parametra jezgra  $\alpha_{opt}$  za razne prozorske funkcije. Komparativnom analizom određena je prozorska funkcija sa najmanjim MSE. Efikasnost predloženog algoritma određena je komparativnom analizom sa rezultatima procene  $F_0$  koja se zasniva na nalaganju maksimuma ACF.

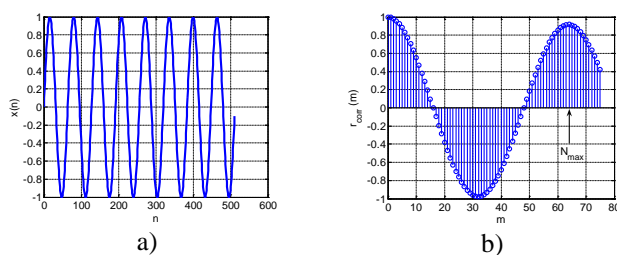
Dalja organizacija rada je sledeća. U Sekciji 2 opisana je greška procene. U Sekciji 3 prikazan je algoritam procene fundamentalne frekvencije primenom autokorelacione funkcije. U Sekciji 4 opisan je eksperiment, prikazani rezultati i izvršena komparativna analiza. Sekcija 5 je zaključak.

## 2. PROCENA $F_0$ AUTOKORELACIJOM

Korelacija predstavlja meru sličnosti dva signala. Definiše se kao sličnost jednog signala u trenutku  $k$  i drugog u trenutku  $k+m$ . U tom slučaju naziva se kroskorelacija (**engl. Crosscorrelation**). Autokorelaciona funkcija predstavlja meru sličnosti istog signala u trenutku  $k$  i u trenutku  $k+m$ . Za diskretni signal  $x$  dužine  $N$  autokorelaciona funkcija definisana je sa:

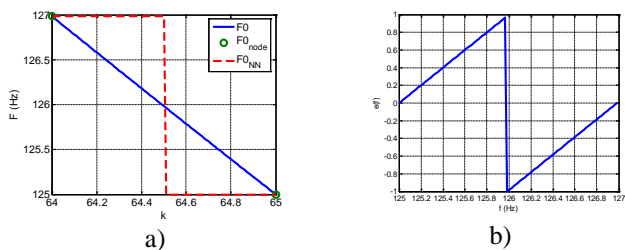
$$r_{corr}(m) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x(n) \cdot x(n+m), \quad m = 0, 1, 2, \dots, \quad (1)$$

gde je  $N$  dužina bloka signala [16]. Na sl. 1.a prikazan je signal  $x$ . Njegova autokorelaciona funkcija  $r_{corr}$  prikazana je na sl. 1.b. Vremenski oblik signala može biti složen i nepogodan za određivanje periode. Autokorelaciona funkcija je pogodnija za izračunavanje perioda. Na sl. 1.b pozicija maksimuma autokorelacione funkcije označena je sa  $N_{max}$ . Trajanje osnovne periode je  $T_0 = N_{max} \cdot T_s$ , gde je  $T_s$  frekvencija smplovanja vremenski kontinualnog signala  $x(t)$ . Fundamentalna frekvencija signala je  $F_0 = 1/T_0 = 1/(N_{max} \cdot T_s)$ . Određivanje pozicije maksimalne komponente autokorelacione funkcije realizuje se Peak-Picking algoritmom.



Slika 1. Test signal: a) vremenski oblik i b) autokorelaciona funkcija.

Određivanjem autokorelacione funkcije i primenom Peak-Picking algoritma izračunava se precizno fundamentalna frekvencija samo za signale čija je fundamentalna frekvencija  $F_0 = 1/(k \cdot T_s)$  za  $k = 1, 2, 3, \dots$ . Za signale čija je fundamentalna frekvencija u intervalu  $((k+1) \cdot T_s) < F_0 < 1/(k \cdot T_s)$  procena se vrši zaokruživanjem  $i$ , na taj način, prouzrokuje greška procene. Zaokruživanje se vrši na najbližu vrednost, odnosno metodom *najbliži sused* (**engl. Nearest Neighbor, NN**). Na sl. 2.a prikazana je stvarna  $F_0$  signala smplovanog sa  $F_s = 8$  kHz u opsegu (125 – 126.9841) Hz, što odgovara komponentama  $k=64$  i  $k=65$  autokorelacione funkcije (simbol ‘-’). Primenom Peak-Picking algoritma izračunate su vrednosti  $F_{0node}$  za  $k=64$  i  $k=65$  (simbol ‘o’). Procenjene vrednosti metodom zaokruživanja  $F_{0NN}$  u intervalu prikazane su simbolom ‘--’. Greška procene  $e(f)$  prikazana je na sl. 2.b.



Slika 2. Trajektorije fundamentalne frekvencije između (64-65) autokorelacione komponente: a) stvarna vrednost  $F_0$ , b) vrednost  $F_{0node}$  u čvorovima  $k = \{64, 65\}$ , c) vrednost  $F_{0NN}$  procenjena zaokruživanjem i d) greška procene  $e$  nastala zaokruživanjem.

Smanjenje greške procene fundamentalne frekvencije moguće je izvršiti primenom interpolacije. Interpolacijom se, na osnovu pozicije maksimalne vrednosti autokorelacione funkcije  $N_{max}$ , formira skup  $m = \{N_{max}-1, N_{max}, N_{max}+1, N_{max}+2\}$  i interpolira pozicija maksimuma  $i$ , na osnovu nje, izračunava fundamentalna frekvencija.



### 3. ALGORITAM PROCENE FUNDAMENTALNE FREKVENCije

Algoritam prosene fundamentalne frekvencije primenjuje se nad  $i$ -tim blokom  $\mathbf{x}_i$  signala  $\mathbf{x}$ , i sastoji se iz sledećih koraka:

**Ulaz:**  $\mathbf{x}_i$  diskretni signal.  $N$  dužina bloka.  $F_0$  fundamentalna frekvencija,  $T_S$  perioda smplovanja,

**Izlaz:**  $F_e$  procenjena fundamentalna frekvencija.

*Korak 1:* Signal  $\mathbf{x}_i$  modifikuje se prozorskom funkcijom  $w$ :

$$\mathbf{x}_{iW} = \mathbf{x}_i * \mathbf{w}, \quad (2)$$

*Korak 2:* Određuje se autokorelaciona funkcija  $r_X$ ,

*Korak 3:* Primenom Peak-Picking algoritma izračunava se pozicija maksimuma autokorelacione funkcije  $N_{max}$ .

*Korak 4:* Primenom parametarske interpolacije sa interpolacionim jezgrom  $r_{PCC}$  određuje se kontinualna funkcija  $R_X$ .

*Korak 5:* Diferenciranjem funkcije i izjednačavanjem sa nulom određuje se pozicija maksimuma između dva uzorka  $n_{max}$ . Stvarna pozicija maksimuma je  $N_M = N_{max} + n_{max}$ .

*Korak 6:* Procenjena fundamentalna frekvencija je:

$$F_e = 1/((N_{max} + n_{max}) \cdot T_S) \quad (3)$$

*Korak 7:* Srednja kvadratna greška procene:

$$MSE = \overline{(F_0 - F_e)^2} \quad (4)$$

U nastavku rada opisan je eksperiment u okviru koga je testirana efikasnost algoritma procene fundamentalne frekvencije kod složenog sinusoidalnog signala za slučaj primene parametarske kubne interpolacije sa Kejsovim jednoparametarskim jezgrom.

### 4. EKSPERIMENTALNI REZULTATI I KOMPARATIVNA ANALIZA

#### 4.1 Eksperiment

Sproveden je eksperiment kojim je procenjena fundamentalna frekvencija test signala primenom autokorelacije i određeni optimalni parametri Kejsovog 1P jezgra. Optimalni parametri određeni su primenom algoritma opisanog u sekciji 3. Modifikacija signala izvršena je standardnim, vremenski simetričnim prozorskim funkcijama, i to: a) Hamming-ovom, b) Hann-ovom, c) Blackman-ovom, d) Pravougaonom, e) Kaiser-ovom i f) Trougaonom prozorskom funkcijom. Za svaku prozorsku funkciju određena je minimalna srednjekvadratna greška  $MSE_{min}$  i na osnovu nje optimalne vrednosti parametara  $\alpha_{opt}$ . Efikasnost procene određena je komparacijom sa MSE kada je primenjen Peak-Picking algoritam.

#### 4.2 Test signal

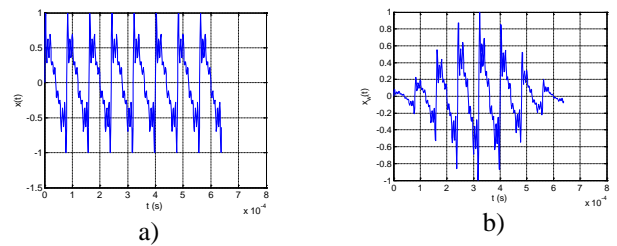
Sinusni test signal korišćen za potrebe testiranja algoritma procene fundamentalne frekvencije definisan je u [17]:

$$s(t) = \sum_{i=1}^K \sum_{g=0}^M a_i \sin\left(2\pi\left(f_o + g \frac{f_s}{NM}\right)t + \theta_i\right), \quad (5)$$

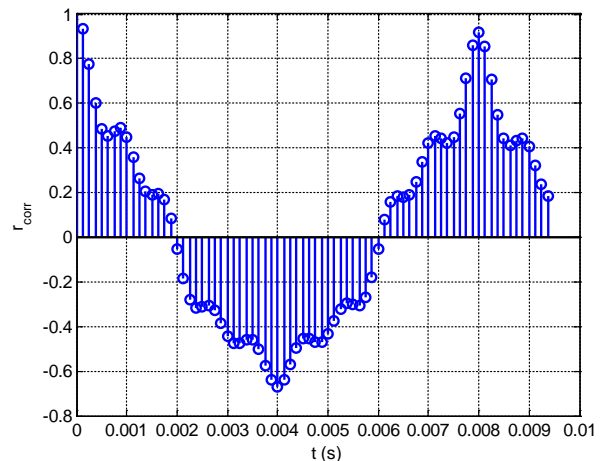
gde je  $f_o$  fundamentalna frekvencija,  $\theta_i$  i  $a_i$  faza i amplituda  $i$ -tog harmonika,  $K$  broj harmonika,  $M$  broj tačaka između dva uzorka u spektru u kojima se vrši PCC interpolacija. Frekvencija signala uzorkovanja je  $f_s=8\text{kHz}$  a dužina prozorske funkcije  $N=256$  čime je obezbeđena analiza podsekvenci koje traju 32 ms. Rezultati koji su prezentirani u daljem delu rada odnose se na  $f_o=125\text{-}126.9841$  Hz. Broj frekvencija u specificiranom opsegu za koje se vrši procena je  $M=100$ . Sinusni test signal je sa  $K=10$  harmonika amplituda  $a=\{0.98, 0.34, 0.2, 0.2, 0.34, 0.18, 0.19, 0.2, 0.34, 0.1\}$ .

#### 4.3 Rezultati

Primenom algoritma opisanog u Sekciji 3 nad test signalom (sl. 3.a), izvršena je modifikacija prozorskim funkcijama (sl. 3.b - modifikovani test signal za slučaj primene Hamming-ove prozorske funkcije) određena je autokorelaciona funkcija (sl. 4), trajektorija srednje kvadratne greške MSE za slučaj primene Hamming-ove (sl. 4.a), Hann-ove (sl. 4.b), Blackman-ove (sl. 4.c), Pravougaone (sl. 4.d), Kaiser-ove (sl. 4.e) i trougaone (sl. 4.f) prozorske funkcije. Vrednosti optimalnih parametara  $\alpha_{opt}$  i minimalne vrednosti srednjekvadratne greške  $MSE_{min}=MSE(\alpha_{opt})$  prikazani su u tabeli 1. Srednjekvadratna greška za Peak-Picking algoritam je  $MSE_{pp} = 0.3251$ .



Slika 3. Test signal: a) vremenski oblik i b) modifikovan Hamming-ovom prozorskom funkcijom.

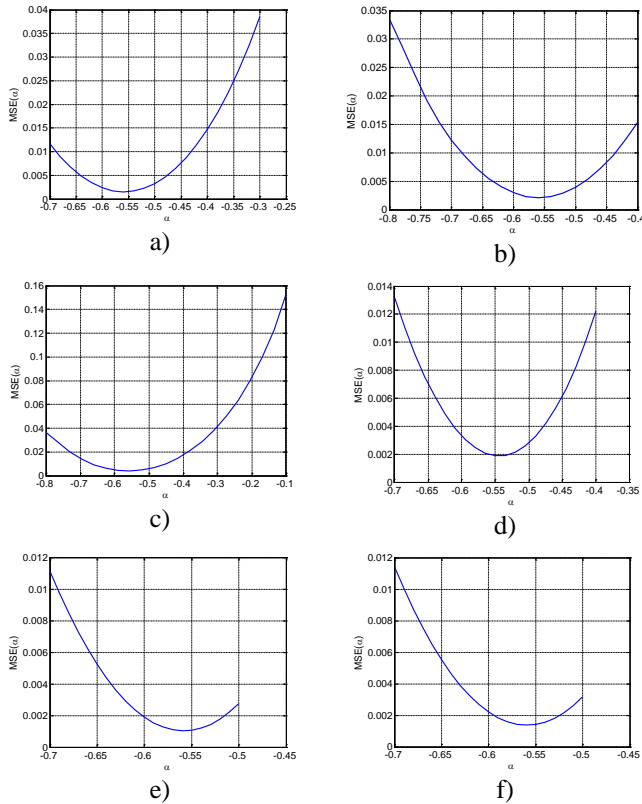


Slika 4. Autokorelaciona funkcija test signala.

#### 4.4 Analiza rezultata

Na osnovu rezultata prikazanih u tabeli 1 zaključuje se da je najmanja srednjekvadratna greška  $MSE_{min}=0.0010$  dobijena kod primene Kaiserove prozorske funkcije. Optimalna vrednost parametra je  $\alpha_{opt} = -0.56$ . U odnosu na Peak-Picking algoritam preciznost procene fundamentalne frekvencije je veća 325.1 puta.





**Slika 5.** Srednja kvadratna greška MSE za: a) Hamming-ovu, b) Hann-ovu, c) Blackman-ovu, d) Pravougaonu, e) Kaiser-ovu i f) Trougaonu prozorsku funkciju.

**Tabela 1.** MSE<sub>min</sub> i  $\alpha_{opt}$  za Kejsovo 1P jezgro.

Prozorska funkcija	$\alpha_{opt}$	MSE <sub>min</sub>	MSE <sub>pp</sub> / MSE <sub>min</sub>
Hamming	-0.5600	0.0015	216.7333
Hann	-0.5600	0.0021	154.8095
Blackman	-0.5550	0.0040	81.2750
Pravougaona	-0.5500	0.0019	171.1053
Kaiser	-0.5600	0.0010	325.1000
Trougaona	-0.5600	0.0014	232.2143

## 5. ZAKLJUČAK

U radu je prikazan algoritam za procenu fundamentalne frekvencije audio signala baziran na autokorelacionoj funkciji. Povećanje preciznosti procene izvršeno je primenom PCC interpolacije sa Kejsovim 1P jezgrom. Detaljna analiza pokazala je da je MSE 325.1 manje u odnosu na primenu Peak-Picking algoritma za slučaj primene Kaiserove prozorske funkcije  $\alpha_{opt} = -0.56$ . Ovi rezultati daju preporuku za primenu predloženog algoritma kod sistema za rad u realnom režimu.

## LITERATURA

[1] J. Droppo, A. Acero, J. Benesty, M. Sondhi, Y. Huang, *Environmental robustness* in Springer Handbook of Speech Processing, New York, NY, USA: Springer, pp. 653-680, 2008.

[2] M. Tanimoto, *Overview of free viewpoint television*, Signal Processing: Image Communication, Vol. 21, pp. 454-461, 2006.

[3] McCandless M., "The MP3 revolution," *IEEE Intelligent Systems and their Applications*, 14, 3, 8-9, 1999.

[4] B. Yegnanarayana, P. S. Murthy, "Enhancement of reverberant speech using LP residual signal," *IEEE Trans. Speech Audio Process.*, Vol. 8, no. 3, pp. 267-281, May 2000.

[5] Müller, M., Ellis, D., Klapuri, A., Richard, G., Signal "Processing for Music Analysis," *IEEE Journal Of Selected Topics In Signal Processing*, Vol. 5, No. 6, October 2011.

[6] Balazs, B., Laszlo, S., Generation of longitudinal vibrations in piano strings: From physics to sound synthesis, *Journal Acoustical Society of America*, Vol. 117, No. 4, April 2005.

[7] Joder, C., Essid, S., "Temporal integration for audio classification with application to musical instrument classification," *IEEE Trans. Audio, Speech, Lang. Process.*, Vol. 17, No. 1, pp. 174-186, 2009.

[8] Poliner, G., Ellis, D., "Melody transcription from music audio: Approaches and evaluation," *IEEE Trans. Audio, Speech, Lang. Process.*, Vol. 15, No. 4, pp. 1247-1256, May 2007.

[9] Milivojević, Z., Rajković, M., Milosavljević, D., "Inharmonicity Of Two-Tones In Contra Octave Of Upright Piano," *ICEST 2013, Section: Signal Processing*, Ohrid, 2013.

[10] Kawahara C. H., YIN, "A fundamental frequency estimator for speech and music," *Journal of the Acoustical Society of America*, 111, 4, 1917-1930, 2002.

[11] Kacha F., Benmahammed G. K., "Time-frequency analysis and instantaneous frequency estimation using two-sided linear prediction," *IEEE Signal Processing*, 85, 491-503, 2005.

[12] Veprek P., Scordilis M., "Analysis, enhancement and evaluation of five pitch determination techniques," *Speech Communication*, 37, 3-4, 249-270, 2002.

[13] Milivojevic Z., Mirkovic M., Milivojevic S., "Fundamental Frequency Estimation of the Speech Signal Compressed by MP3 Algorithm Using PCC Interpolation," *Advances in Electrical and Computer Engineering*, 10, 1, 18-22, 2010.

[14] Rabiner L., Shafer R., *Digital Processing of Speech Signals*, Prentice-Hall Signal Processing Series, New Jersey, 1978.

[15] Keys R.G., "Cubic convolution interpolation for digital image processing," *IEEE Transaction on Acoustics, Speech & Signal Processing*, 29, 6, 1153-1160, 1981.

[16] M. Rashidul, "Correlation Based Fundamental Frequency Extraction Method in Noisy Speech Signal," *International Journal of Computer Science, Engineering and Information Technology (IJCSIEIT)*, Vol.7, No.1, February 2017.

[17] H.S. Pang, S.J. Baek, K.M. Sung, "Improved Fundamental Frequency Estimation Using Parametric Cubic Convolution," *IEICE Trans. Fundamentals*, vol. E83-A, No. 12, pp. 2747-2750, Dec. 2000.

## NOVA APLIKACIJA WI-FI KOMUNIKACIJE

### NEW APPLICATION OF WI-FI COMMUNICATION

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

**Sadržaj** - U radu je prikazan novi koncept koji omogućuje korišćenje Wi-Fi lokalnog signala za snimanje ljudi, objekata koji miruju ili se kreću, ali koji su nevidljivi za ljudsko oko ( nalaze se iza zida, pregrada od gvoždja, u bunkerima, tunelima itd...). Premda je ovaj koncept sličan tradicionalnim radarskim sistemima, ovaj novi pristup je u celini zasnovan na pasivnoj upotrebi već odomaćenog bežičnog Wi-Fi sistema koji ne zahteva velika ulaganja i vrlo se lako implementira. Pri tome, za ovakav pasivni sistem, dovoljno je iskoristiti mogućnosti višestrukog USRP (NI Universal Software Radio Peripherals) sistema koji se nadgrađuje sa aplikacijom LabVIEW, na kojoj se vrše sva procesiranja i obrada rezultata. USRP sistem, koji može da radi preko širokog opsega frekvencija, sakuplja podatke RF (Radio Frequency) signala sa nekoliko kanala, dok se preko LabVIEW aplikacije u jednom iterativnom postupku dizajniraju i procesiraju. Wi-Fi bežični signali se na osnovu toga koriste za merenje Doplerovog pomeraja i refleksije signala od objekata koji se posmatraju i na osnovu toga, detektovanje i pozicioniranje skrivenih objekata. Prednosti ovog sistema su u vrlo maloj okupaciji spektra frekvencija i emisije snage, pa se takvi radari ne mogu detektovati i idealni su za upotrebu u vojne i bezbednostne svrhe. Na konferenciji National Instruments' NI Week 2015 održanoj u Ostinu, Teksas od 3-9. avgusta, ova inovativna tehnologija osvojila je nagradu Engineering Impact pod kategorijom RF komunikacija.

**Ključne reči:** Wi-Fi. OFDM. CCK. X-ray. USRP. MIMO. LabVIEW. Dopler. Flash Effect.

**Abstract** - This paper presents a new concept that enables the use of Wi-Fi local signal for recording people, objects that are still or moving but which are invisible to the human eye (located behind the wall, iron barriers, bunkers, tunnels, etc.). Although this concept is similar to traditional radar systems, this new approach is entirely based on the passive use of the already single wireless Wi-Fi system that does not require large investments and is very easy to implement. In addition, for such a passive system, it is sufficient to use the capabilities of a multiple USRP (NI Universal Software Radio Peripherals) system that is being upgraded with the LabVIEW application, where all the processing and processing of results is performed. The USRP system, which can operate over a wide range of frequencies, collects RF data (Radio Frequency) signals from several channels, while through the LabVIEW application in one iterative process, they are designed and processed. Wi-Fi wireless signals are therefore used to measuring Doppler shift and signal reflection from the objects being watched, and based on this, detection and positioning of hidden objects. The advantages of this system are in very small occupancy of spectrum of frequencies and emission of power, so such radars can not be detected and are ideal for military and security purposes. At the National Instruments' NI Week 2015 conference held in Austin, Texas from 3-9. In August, this innovative technology won the Engineering Impact Award under the category of RF communications.

**Key words:** Wi-Fi. OFDM. CCK. X-ray. USRP. MIMO. LabVIEW. Dopler. Flash Effect.

### 1. UVOD

Kao i mobilni telefoni, Wi-Fi (Wireless-Fidelity (IEEE 802.11x)) mreža koristi radio talase za prenos informacija preko mreže. Računar treba da sadrži bežični adapter koji će prevoditi podatke poslate u radio signal. Ovaj isti signal će se preneti putem antene na dekodirer poznat kao ruter. Nakon dekodiranja, podaci će biti poslani na Internet putem žičane Ethernet veze. Kako bežična mreža radi u dvosmernom saobraćaju, podaci koji se dobijaju sa interneta takođe će proći kroz ruter i biti kodirani u radio signal, koji će biti primljen putem bežičnog adaptera računara. [1,2]. Wi-Fi je naziv popu-

larne tehnologije bežičnog umrežavanja koja koristi radio talase za pružanje bežičnih brzih Internet i mrežnih veza. Česta pogrešna koncepcija je što je termin Wi-Fi kratak za "bežičnu vernost", ali to nije slučaj. Wi-Fi je jednostavno zaštićena fraza koja znači bežična komunikacija.

Wi-Fi mreže rade uz pomoć veoma jednostavne radio tehnologije, jedina razlika je to što se radio signali dekodiraju - pretvaraju u nule i jedinice. Wi-Fi je naziv popularne tehnologije bežičnog umrežavanja i zaštićena fraza označena standardom IEEE 802.11x. Wi-Fi mreže nemaju fizičku ožičenu vezu između pošiljaoca i prijemnika već se koriste tehnologije radio-frekvencije (RF) - frekvencije unutar elektromagnetnog

spektra povezane sa propagacijom radio talasa [3-6]. Kada se RF signal isporučuje anteni, stvara se elektromagnetno polje koje se onda može propagirati kroz prostor. Upravo je Wi-Fi prvi iskoristio visoku propusnost i jednostavnost radio signala. Wi-Fi radiji šalju signale na frekvencijama 2.4 GHz (802.11b i 802.11g standardi) i 5 GHz (802.11a), gde se koriste mnogo naprednije tehnike kodiranja kao što su OFDM (orthogonal frequency-division multiplexing) i CCK (Complementary Code Keying) pomoću kojih se ostvaruju mnogo veće brzine prenosa podataka samo uz pomoć radio talasa [4-6]. Razlog što se ove frekvencije koriste jeste što su ostale neiskorištene od strane raznih korisnika koje koriste zasebne frekvencije za komuniciranje. Sve što treba za bežično umrežavanje nalazi u Wi-Fi karticama koje su ugrađene u računar. Bežično umrežavanje uklanja potrebu za kablovima i ostalim mrežnim uređajima. Jedino što korisniku preostaje je da se prikopča na tzv. hotspot, odnosno čvorište gde se spajaju ostali korisnici. Topologija jedne LAN mreže prikazana je na slici 1.



Slika 1. Topologija WLAN mreže

Međutim, danas postoje i drugi embeded uređaji koji nam nude neke sasvim nove mogućnosti. Sama prednost Wi-Fi tehnologije, njena jednostavnost i niska cena naveli su stručnjake da pokušaju primeniti njena svojstva na jednom sasvim novom polju. Postavili su pitanje: „Može li ova jeftina tehnologija da zameni skupe X-ray i radarske sisteme i omogućiti pogled „kroz zid“ ili bilo koji drugi materijal?“

Glavna ideja za „pogled kroz zid“ je snimanje odziva reflektovanog signala dok putuje kroz medijum [7-12]. Ako signal prolazi kroz medijum i iznenada se vraća unazad prema izvoru, može se utvrditi da je nešto na putu postojalo i prekinulo put. Dubina kroz koju signal putuje je dobar metod za merenje koliko daleko u medijum signal treba prodirati, naravno zbog prirode signala i sistema [13]. Dubina i materijalna vrsta zida kroz koji planiramo da pošaljemo signal je znači veoma važna. Ako koristimo preveliku snagu, objekat bi u suštini mogao biti neprimećen takvim transmitovanim signalom. U isto vreme ovaj koncept dubine takođe nam pomaže da se poništi verovatnoća da objekat nije čovek, mereći frekvencije Doplerovog efekta i refleksije, slika 2.

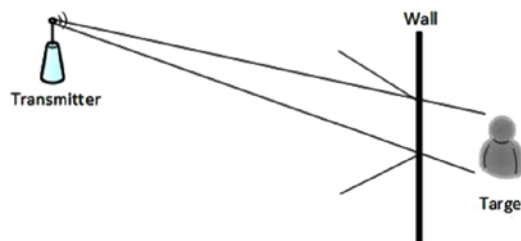


Slika 2. Monitoring situacije taoca u banci korišćenjem Wi-Fi radarskog sistema.

## 2. SISTEM WI-FI MONITORINGA

Da bi se otkrilo kretanje ljudi / predmeta, sistem zahteva da predajnik i prijemnik funkcionišu istovremeno zajedno i na osnovu uzetih refleksija u primljenom signalu, možemo utvrditi da li je došlo do kretanja u neposredno nevidljivom regionu interesa. Koristi se NIUSRP uređaj koji operiše u ISM opsezima [9,10,11]. Ovi uređaji su u skladu sa FCC propisima gde je maksimalna snaga prenosa za bežičnu komunikaciju 30 dB ili 1V, i maksimalni dobitak antene i snaga prenosa u dB ne bi trebalo da prelazi 36 dB ili 4V.

Prvi glavni koncept koji dozvoljava radio Wi-Fi komunikaciji da prati objekat je upoređenje kašnjenje primljenog signala u odnosu na signal koji je poslat. Na ovaj način moguće je odrediti da li je signal poslat i da li se vraća na prijemnik pri drugačijem frekventnom pomeraju, slika 3. Zatim se ova dva signala korelišu pomoću tehnika obrade signala i vrhova izlaznih signala prikazujući njihove razlike.



Slika 3. Refleksija transmitovanog signala od zida objekta.

Drugi važan koncept je sposobnost određivanja razlike između živog i neživog objekta. Ovo se vrši praćenjem količine apsorpcije snage. Kada se signal šalje kroz medijum, udari u cilj i vraća se u USRP uređaj, od početka do kraja puta javlja se značajna apsorpcija snage i gubitak. Moći ćemo da kažemo, na osnovu procenjene količine izgubljene snage, ako objekat apsorbuje više ili manje od tipičnog ljudskog tela, o kakvom objektu se radi. Drugi izazov za očitavanje signala je Flash Effect, koji se eliminiše usmeravanjem signala pomoću metoda višestrukog ulaza - višestrukog izlaza (MIMO - Multiple Input Multiple Output) i merenja razlike između očitano signala sa zida i signala sa ciljnog objekta (uređaj koristi Wi-Fi tehnologiju za ovakav sistem).

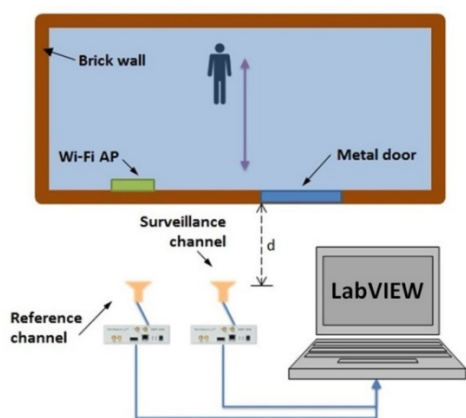
Da bismo precizno snimili ciljani predmet, potrebno je najmanje dva kanala prijemnika za obradu frekvencija, nad čijim signalima se vrši takozvana dvoznačna analiza. Jedan kanal prati osnovni radio signal Wi-Fi sa direktnog puta do



lokalnog bežičnog predajnika (kao što je Wi-Fi ruter) - i postaje referentni kanal. Drugi prijemni kanal meri referentni signal kao njegovu refleksiju od pokretne mete - ovo je nadzorni kanal. Na najjednostavnijem nivou, referentni i nadzorni signali se mogu uporediti utvrđujući brzinu i položaj otkrivene mete. Međutim, u stvarnosti, to zahteva napredniju dvoznačnu analizu, unakrsnu korelaciju, Fourierovu transformaciju i inteligentnu detekciju grešaka.

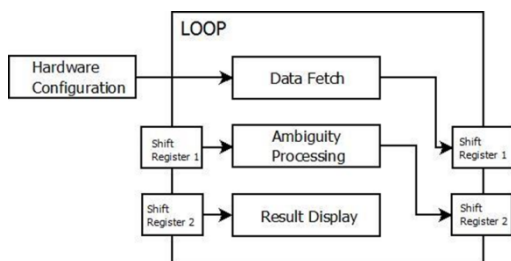
Naučnici su uspešno izgradili dvokanalni demonstracioni sistem koji je koristio bilo koji Wi-Fi (IEEE 802.11k) signal za otkrivanje pokretnih objekata ili tela iza zatvorenih vrata [9,10].

U srcu sistema bila su dva USRP-2921 RF primopredajnika koji su se koristili za prijem referentnih i nadzornih signala [9]. Ne samo da USRP ispunjavaju naše zahteve u preciznosti i frekvijskom opsegu, već i njihova programski definisana priroda pomaže da se rapidno izvršavaju iteracije u algoritmu, slika 4.



Slika 4. Prikaz pasivnog Wi-Fi radarskog sistema.

Sa perspektive softvera, izabran je LabVIEW. Međutim, moguće je primeniti i druge alate kao što je GNU Radio, a za obradu podataka C++. Pošto opisana dvoznačna analiza uključuje dubinske vektorske kalkulacije i vizualizaciju, zahteva složene, višenitne operacije obrade, bilo je teško primeniti je na tradicionalnim tekstualnim programskim jezicima. Kako je LabVIEW razvojni alat koji je inherentno višenitni, prirodno je smanjio kompleksnost kodova. Ovo, u kombinaciji sa drugim karakteristikama LabVIEW-a, uključujući intuitivno grafičko programiranje i ugrađene modele dizajna, smanjuju vreme razvoja sistema, slika 5.

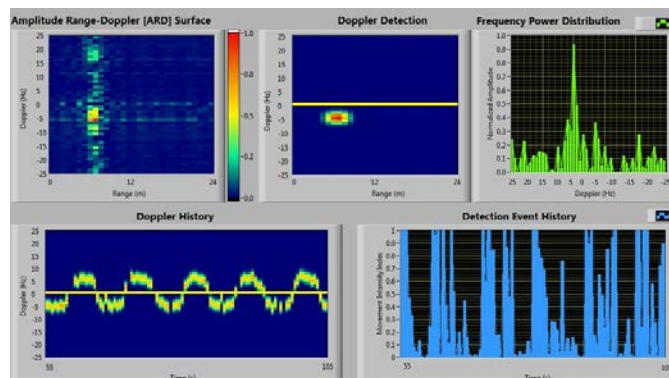


Slika 5. Prikaz softverske arhitekture.

Sistem se proširuje radeći na istom rešenju tokom programiranja USRP u LabVIEW-u koristeći ugrađene funkcije za renderovanje ciljne lokacije. Drugi koncept je ugaona pozicija za određivanje lokacije cilja i dubine prepreka

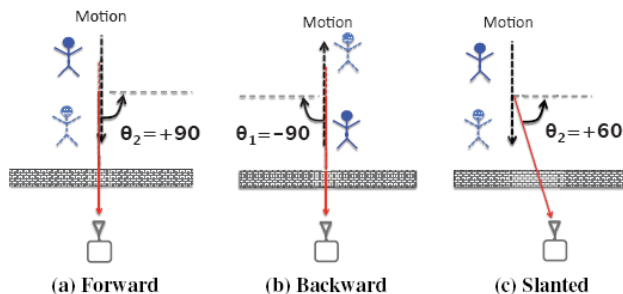
na koju signal dolazi. Tada se koristi projektovani radio signal i generiše se "bird's eye view" - pogled očima ptice na objekat, baziran na uglu reflektovanog signala.

Trenutno se testira efikasnost sistema za praćenje ljudi unutar zgrade pomoću pasivnog multistatičkog prijemnika i računara od 2,4 GHz za obradu signala. Prijemnik ima dve antene - onu koja prati bazni radio signal na datom području gde se podešava ruter ili pristupna tačka, i onu koja otkriva reflektovane radio talase koje emituju novu frekvenciju. Obradom podataka sa obe antene, sistem je mogao precizno odrediti gde su ljudi bili preko zidova debljine 30,5 cm, u kom pravcu su se kreću i njihova brzina. Po pravilu, frekvencija Wi-Fi radio talasa će se povećati kada se pojedinac kreće ka ruteru i smanjivati se dok se ne pomera. Preko ugla primljenih talasa takodje se može odrediti da li se posmatrana osoba kreće u jednu ili drugu stranu, napred ili nazad [12-14].



Slika 6. Detektovanje osobe koja hoda korišćenjem Wi-Fi radara.

Na slici 6 prikazani su rezultati detekcije, gde osoba ide hodanjem napred i nazad. LabVIEW prednji panel prikazuje trenutne rezultate Doplerove analize signala (gornji levi deo), utvrđenu metu (gornji srednji deo), spektar za ciljni opseg (gornji desni), Doplerov zapis koji prikazuje istoriju detekcije od 60 minuta (dole levo) i zapis indeksa intenziteta ciljne mete (donji desni). Prag se primenjuje na intenzitet indeksa, tako da kada detektovani signal prelazi određeni nivo, sistem će tretirati tekuću detekciju kao validan cilj. Grafikon Doplerovog zapisa (dole levo) pokazuje jasne pozitivne i negativne doplerove smene, koje odgovaraju pravcima kretanja za napred i nazad, slika 7.



Slika 7. Odnos vektora kretanja i pravca vektora WiFi - čovek određen uglom  $\theta$  definiše položaj i aktivnost.

Može se uraditi nekoliko stvari za poboljšanje uređaja - uključujući korišćenje algoritma CLEAN (CLEAN algoritam je računarski algoritam za izvođenje dekonvolucije na slikama napravljenim u radio astronomiji. Objavio ga je Jan Hogbom (sv ) 1974. i od tada su predložene nekoliko varijacija.

Algoritam pretpostavlja da se slika sastoji od više tačkastih izvora. On će iterativno pronaći najvišu vrednost na slici i oduzeti mali dobitak ovog tačnog izvora sondiranog sa funkcijom širenja tačke ("dirty beam") posmatranja, sve dok je najviša vrednost manja od određenog praga, da bi na osnovu toga marginalizovali očitano interferenciju. Izgradnja uređaja koji može uhvatiti takve refleksije je teška, jer je snaga signala posle prolaska kroz zid dvaput (kroz sobu i iz nje) redukovana i prelazi od tri do pet reda veličine. Još izazovnije su refleksije od samog zida koje su mnogo jače od refleksije unutar objekata u posmatranom prostoru. Refleksije sa zida obasipaju analogni na digitalni pretvarač signala prijemnika (ADC), sprečavajući ga da registruje neznatne varijacije zbog refleksije sa predmeta sa zida. Ovo ponašanje se zove Flash Effect, i analogno je tome kako ogledalo ispred fotoaparata odražava blic fotoaparata i sprečava snimanje objekata u sceni. Sistem je dovoljno osetljiv da pročita kretanja čoveka čak i tokom disanja. Na taj način može se takodje zaključiti da li osoba stoji ili sedi.

Funkcija širenja tačke, (Point spread function, PSF) je matematički opis fizičke slike tačke. Određenije, ona opisuje raspored svetlosne energije u prostoru slike. Funkcija širenja tačke je obično data za ravan poprečnog preseka polja slike tačke na mestu najboljeg fokusa. Međutim, istim pristupom može da se prikaže raspored energije u ravnima drugih (defokusiranih) poprečnih preseka slike, kao i da se prikaže raspored energije u uzdužnom preseku slike, ili da se koristi za celokupan trodimenzionalni prikaz rasporeda njene energije. PSF je data integralnom jednačinom koja sabira talasni doprinos iz svake tačke talasnog fronta u optičkom otvoru svakoj tački u prostoru slike. Pošto se zasniva na difrakciji talasa, ona je oblik opšteg difrakcionog integrala primenjenog na poseban slučaj talasa koja dolazi sa površine talasnog fronta u njemu.

Wi-Fi se može koristiti u jednom od dva načina, u zavisnosti od izbora korisnika. U modu 1, može se koristiti za slikanje i detekciju pokretnih objekata iza zida i njihovo praćenje. U modu 2, sa druge strane, Wi-Fi funkcioniše kao interfejs zasnovan na ljudskim gestovima iza zida koji se prate i omogućavaju ljudima da sastave poruke i pošalju ih na Wi-Fi prijemnik, ili na osnovu svoje gestikulacije upravljaju i drugim embeded uređajima.

## ZAKLJUČAK

Osim aplikacija javne odbrane, Wi-Fi pasivna detekcija mogla bi se primieniti u širokom opsegu scenarija, uključujući i kontrolu mase i prometa i povezivanje ljudi i mašina. Različite vrste bežičnih signala mogu se primeniti u različitim situacijama. Na primer, Wi-Fi sistem mogao je da obezbedi signale IEEE 802.11x (b, g, n, ac) da bi otkrio pokretne ciljeve u zatvorenom prostoru za bezbednosne svrhe, kao što su situacije sa taocima. Alternativno, isti sistem mogao bi nadgledati celularne signale, kao što je Global Sistem for Mobile Communications (GSM) ili Long-Evolution Evolution (LTE), da bi se otkrili pravac i brzinu vozila u pokretu.

Sproveden je niz eksperimenata koji uključuju personalne ciljeve koji se kreću unutar zgrade i unutar zone pokrivenosti Wi-Fi pristupne tačke. Ovi ciljevi su nadgledani izvan zgrade pomoću pasivnog multistatičkog prijemnika od 2,4 GHz, a podaci su bili obrajivani van mreže korišćenjem skupa Doplerovih informacija. Prikazani rezultati pokazuju prvo

detekcije kretanja (TTW-through-the-wall) personala pomoću pasivnog Wi-Fi radara. Izmereni Doplerovi pomeraji se slažu sa onima koje je predviđala biološka teorija. Dalja analiza podataka pokazala je da je sistem ograničen odnosom signala i interferencije (SIR), a ne odnosom signal-šum.

Takođe sam pokazao da nova tehnika prigušenja smetnji zasnovana na CLEAN algoritmu može poboljšati SIR za oko 19 dB. Ovi ohrabrujući početni nalazi pokazuju ogroman potencijal za korišćenje pasivnog Wi-Fi radara kao jeftinog senzora TTV detekcije sa široko rasprostranjenom primenom.

## LITERATURA

- [1] B. Tan, K. Woodbridge and K.Chelty, "A real-time high resolution passive WiFi Doppler-radar and its applications," *International Radar Conference*, 2014.
- [2] P. Bevelacqua, "See Through Walls with WiFi Signals," 2015, <http://people.csail.mit.edu/fadel/wivi/design.html>.
- [3] Skin Depth, 2015, <http://www.antenna-theory.com/definitions/skin-depth.php>.
- [4] B. Chen, "A phase space method to assess and improve autocorrelation and RFM autocorrelation performance chaotic sequences," *Int. Conf. Syst. In-form.* 2016.
- [5] K. Chetty, B. Tan and K. Woodbridge, "Data processing for real-time wireless passive radar," *IEEE Radar Conference*, 2014.
- [6] J. Magiera and R. Katulski, "Detection and mitigation of GPS spoofing based on antenna array processing," *J. Appl. Res. Technol.*, pp. 45–47, 2015.
- [7] "Surveillance device uses Wi-Fi to see through walls," CNET, 2012, (<http://www.cnet.com/news/surveillance-device-uses-wi-fi-to-see-through-walls/>).
- [8] "Radar Basics," 2016, (<http://www.radar-tutorial.eu/11-coherent/co06.en.html>).
- [9] "Tracking Wi-Fi Signals to Passively See Through Walls Using NIUSRP and LabVIEW" - Solutions-National Instruments, 2015, (<http://sine.ni.com/cs/app/doc/p/id/cs-16238>), [accessed 5 April 2016].
- [10] Zeng, Dharma, P. Agrawal and Qing-An, "Introduction to Wireless and Mobile Systems," 3rd Edition, 2010.
- [11] F. Adib, D. Katabi, "See through walls with WiFi!," *SIGCOMM'13*, Vol. 43(4), pp. 75–86, August 12–16, Hong Kong, China 2013.
- [12] D. B. Rawat, M. Song and S. Shetty, *Dynamic Spectrum Access for Wireless Networks*, Springer, 2015.
- [13] A. Younis, et al. "Adaptive threshold based combined energy and spectrum width detection for RF channel sensing in cognitive networks using USRP B200 GNU radios: An experimental study," *IEEE SoutheastCon*, March 2016.

## KARAKTERISTIKE P-I METODE PODEŠAVANJA PID REGULATORA SISTEMA ZA REGULACIJU TEMPERATURE CHARACTERISTICS OF THE P-I METHOD OF SETTING PID REGULATORS FOR THE TEMPERATURE CONTROL SYSTEM

Dejan Blagojević, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*  
Milan Pavlović, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20,*  
Đorđe Karić, *Mašinski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Kraljice Marije 16, Beograd*

**Sadržaj** – *Efikasni procesi upravljanja sistemima, zahtevaju dobro poznavanje prirode procesa koji je predmet upravljačkog procesa, zatim, izradu funkcionalnog algoritma upravljanja, koji obezbeđuje realizaciju postavljenih zadataka i dobijanje adekvatnih rezultata., kao i informacije u odgovarajućem obimu o trenutnom stanju procesa koji se u njemu odvijaju. Jedan od najpopularnijih kontrolera u upotrebi u sistemima automatskog upravljanja je PID kontroler koji predstavlja kombinaciju proporcionalnog, integracionog i diferencijalnog uticaja na izlazne signale. U ovom radu, biće predstavljena praktična primena PI metode podešavanja PID regulatora u sistemu za regulaciju temperature, koji je realizovan u okviru WamPPP 561821-EPP-1-2015-1-RS-EPPKA2-CBHE-JP, u cilju isticanja osnovnih karakteristika ove metode i njenog uticaja na stepen tačnosti rezultata merenja.*

**Ključne reči:** Sistemi upravljanja. PID kontroler. PI Metoda. Rezultati merenja.

**Abstract** – *Efficient system control processes require a good knowledge of the nature of the processes that are the subject of the control process, then the development of functional control algorithms, which ensures the realization of set tasks and the obtaining of adequate results, as well as information in the appropriate scope of the current status of the processes taking place therein. One of the most popular controllers in use in automatic control systems is the PID controller, which is a combination of proportional, integration and differential effect on output signals. In this paper, the practical application of the PI method of setting PID regulators in the temperature control system, which is realized in the framework of WamPPP 561821-EPP-1-2015-1-RS-EPPKA2-CBHE-JP, is presented in order to highlight the basic - the root of this method and its incidence of the accuracy of the measurement results.*

**Key words:** Processing system. PID controller. PI Method. Measurement results.

### 1. UVOD

Jedan od najpopularnijih kontrolera u upotrebi u sistemima automatskog upravljanja je PID kontroler koji predstavlja kombinaciju proporcionalnog, integracionog i diferencijalnog uticaja na izlazne signale. Razlog njegove rasprostranjenosti leži u jednostavnosti njegove primene. U praksi se PID kontroleri izrađuju tako da svako od tri dejstava kontrolera bude sa podesivim parametrima. Nakon jednostavne procedure podešavanja parametara najčešće se može postići zadovoljavajući odziv sistema čak i u slučaju kada nije poznat matematički model objekta upravljanja. U tom slučaju ovi kontroleri predstavljaju najbolje rešenje [1-2].

Elektronski regulatori PI, PD i PID tipa u praksi se realizuju pomoću operacionih pojačavača. U takvoj „konstrukciji“ izlazni deo regulatora funkcioniše kao pojačavač snage, koji može biti izrađen u različitim tehnologijama [3,5].

Efikasni procesi upravljanja sistemima, zahtevaju dobro poznavanje prirode procesa koji je predmet upravljačkog pro-

cesa, zatim, izradu funkcionalnog algoritma upravljanja, koji obezbeđuje realizaciju postavljenih zadataka i dobijanje adekvatnih rezultata, kao i informacije u odgovarajućem obimu o trenutnom stanju procesa koji se u njemu odvijaju. Ova konstatacija predstavlja osnovu za opštu podelu upravljačke sisteme, bez i sa povratnom spregom. Kod sistema sa otvorenom povratnom spregom, proces upravljanja se realizuje kroz korake definisane u upravljačkom algoritmu. Ovi koraci su „predviđeni“ na poznavanju funkcionisanja sistema. Ovakav algoritam, definiše se prilikom projektovanja sistema, da bi se nakon toga pristupilo daljoj realizaciji. Ovakav pristup procesu upravljanja ima široku primenu iako ima ozbiljne nedostatke. Gore pomenuta povratna sprega ima zadatak da „vraća“ na ulaz u sistem izmerene izlazne veličine sistema, zatim se upoređuju sa referentnim, željenim vrednostima izlaza, čime se formira greška, odnosno, odstupanje nominalnog od stvarnog ponašanja. Ovo odstupanja predstavljaju veličinu, koju upravljački sistem treba da minimizira, odnosno eliminiše [6].

Svaki sistem upravljanja procesima u okviru posmatrane oblasti, definiše se određenim zakonom upravljanja. Zakon upravljanja, nije ništa drugo do matematička zavisnost na osnovu koje upravljačka jedinica kreira relevantne signale i generiše odgovarajuća upravljačka dejstva.

Na bazi gore opisanog principa, danas postoji veliki broj uređaja koji imaju zajednički naziv regulatori. Postoji veliki broj različitih tipova regulatora [7, 8].

Ako se uzmu u obzir osnovni zakoni upravljanja, lako se izvodi zaključak da njihovo dejstvo može linearno da zavisi od greške, njenog integrala ili prvog izvoda greške po vremenu. Parametri koji utiču na rad regulatora, shodno svom dejstvu, su podeljeni na proporcionalni (P), integralni (I) i izvodni (diferencijalni - D). Kombinacijom gore pomenutih parametara, koja zapravo predstavljaju dejstva, mogu, prema potrebi, kreirati proporcionalni (P), proporcionalno-integralni (PI) i proporcionalno-diferencijalni (PD) kao i proporcionalno-integralno-diferencijalni (PID) regulatori [9-13]. Jedan ovakav sistem za regulaciju temperature realizovan je u okviru radnog paketa WP3., Erasmus + projekta WamPPP 561821-EPP-1-2015-1-RS-EPPKA2-CBHE-JP. Ovaj sistem je predviđen kao centralni u procesu formiranja virtuelne laboratorije koja predstavlja jedan od možda i najvažnijih rezultata pomenutog projekta [14].

## 2. KARAKTREISTIKE PID REGULATORA

Kao što ime govori, proporcionalno-integralno-diferencijalni regulator, odnosno PID sadrži tri potencijalna izlazna rezultata. U skladu sa svojim imenima, proporcionalno dejstvo linearno zavisi od greške, integralno dejstvo od integrala greške, dok diferencijalno dejstvo linearno zavisi od njenog prvog izvoda [6-9]. Za podešavanje PID regulatora, potrebno je odrediti tri parametra, pomoću kojih se definiše koeficijent linearne zavisnosti svakog od mogućih izlaza. Podešavanjem ovih parametara utiče se na brzinu otklanjanja greške, stabilnost sistema, vreme trajanja prelaznih procesa i sl.

Generalno, PID kontroleri su linearni pa daju slabe rezultate u slučaju nelinearnih sistema. PID kontroleri su osetljivi na poremećaje visokih frekvencija što se obično amortizuje primenom niskopropusnog filtera.

Proporcionalno dejstvo je najjednostavniji oblik regulatora, i njegovo dejstvo je srazmerno grešci regulacije (1)

$$u(t) = K_p e(t). \quad (1)$$

Povećanjem parametra  $K_p$ , povećava se brzina reakcije sistema, dok se rezerva stabilnosti smanjuje.

Integralno dejstvo, je srazmerno integralu greške u vremenu, (2). Uvođenjem integralnog dejstva u većini slučajeva se otklanja greška praćenja reference (zadate vrednosti) u stacionarnom stanju.

$$u(t) = K_p \frac{1}{T_i} \int e(t) dt = K_i \int e(t) dt. \quad (2)$$

Parametar  $K_i$  predstavlja pojačanje integralnog regulatora. Povećanjem ove vrednosti, povećava se inertnost sistema, što u končanom ima za rezultat sporije reaganje sistema na

brze promene. Ovde je bitno istaći da sa povećanjem vrednosti ovog parametra i sa rastom faktora  $K_i$ , stabilnost sistema se smanjuje [9].

Konačno, diferencijalno dejstvo regulatora srazmerno je prvom izvodu greške.

$$u(t) = K_p T_d \frac{de(t)}{dt} = K_d \frac{de(t)}{dt}. \quad (3)$$

Logično je da na osnovu opšte jednačine kojom se opisuje rad ove vrste regulatora, očekivati da je njegovo dejstvo, u stacionarnom stanju jednako nuli. To znači da se, za ove režime rada, ova vrsta regulatora koristi u kombinaciji sa drugim regulatorima.

Porast parametra  $T_d$ , je u korelaciji sa porastom osetljivosti sistema na brze promene. Zbog svoje osetljivosti na merni šum, ova vrsta regulatora, zahteva primenu filtriranja mernog signala.

## 3. OPIS SISTEMA ZA REGULACIJU TEMPERATURE I PRIMENA P-I METODE PODEŠAVANJA

Predmet upravljanja je sistem na kome je potrebno vršiti regulaciju temperature. Sistem se sastoji od komore koja predstavlja unutrašnjost u kojoj se vrši regulacija temperature, grejača kojim se zagreva vazduh, ventilatora koji omogućava protok vazduha kroz komoru i senzora za merenje temperature i protoka vazduha.

1. Komora je izrađena od providne plastične cevi dužine 1 metar.
2. Grejač služi za zagrevanje vazduha u komori. Napajanjem grejača se upravlja kontrolnim naponskim signalom u opsegu od 0-5V. Vrednosti upravljačkog signala u zadatom opsegu se dobijaju korišćenjem impulsno širinske modulacije (Pulse Width Modulation – PWM).
3. Ventilator omogućava kretanje vazduha kroz komoru.
4. Senzor za merenje temperature služi za praćenje trenutne temperature i obrazovanje upravljačkog sistema. Merni opseg senzora je od 20-60 °C, i tom mernom opsegu sa linearnom zavisnošću odgovaraju vrednosti napona od 1-5V.



Slika 1. Prikaz sistema za regulaciju temperature.

Zbog prirode procesa, najpodesnija struktura regulatora je PI. Postoji jednostavan metod kojim se omogućava podešavanje parametara PI regulatora bez dovođenja sistema u oscilacije. Takav metod je nazvan P-I metod, i sastoji se od 4 koraka:

- Dovedi sistem u nominalno ili neko drugo željeno stanje zadavanjem napona  $u_0$  u ručnom režimu rada.



- Zadati polazne parametre  $K_p=0$ ,  $T_i=\infty$ ,  $T_d=0$ , i prebaciti sistem u automatski režim rada. Povećavati vrednost  $K_p$  dok se na grafiku odziva sistema ne dostigne željena stabilnost pri skokovitoj promeni referentne vrednosti ili zadavanjem poremećaja (ako je moguće). Smatra se da je sistem zadovoljavajuće podešen ako se pri promeni reference, nova zadata vrednost dostiže sa blagim preskokom, ali i dobrim prigušenjem.
- Podesiti parametar  $T_i$  da bude jednak  $1,5 \cdot T_{ou}$ , gde je  $T_{ou}$  vreme između prvih dva ekstremuma preskoka (jednog pozitivnog a drugog negativnog) pri regulaciji sa P regulatorom.
- Sa podešenim PI regulatorom, posmatrati odziv sistema na odskočnu pobudu, odnosno promenu reference. Zbog prirode integralnog dejstva, odziv sistema može biti nestabilniji nego samo sa P dejstvom. Ukoliko je primetno da je sistem suviše nestabilan, potrebno je smanjiti  $K_p$  na 80% početne vrednosti.

#### 4. ODREĐIVANJE PARAMETARA I ISPITIVANJE SISTEMA SA PI REGULATOROM

S obzirom da je zbog prirode procesa izabran rad sa PI regulatorom, potrebno je, pre početka određivanja parametara regulatora, izabrati periodu odabiranja  $T_s=0.1s$  i filtraciju usrednjavanjem merenja na 10 odabiraka. Sistem se dovodi u nominalni režim rada, u kome je ručno upravljanje jednako nuli. Da bi odredili parametre PI regulatora, potrebno je, na početku, odabrati P tip regulatora i postaviti vrednost  $K_p$  dejstva koje će obezbediti da sistem ima preskok i dobro prigušenje, nakon preskoka, bez previše oscilacija. U ovom slučaju, izabrana je vrednost  $K_p=3$ . Nakon unošenja vrednosti za  $K_p$  i referentne temperature od  $32^\circ C$  (trenutna temperatura je bila  $27^\circ C$ ), sistem je prebačen na automatski režim rada. Nakon vremena od 1:12 min, sistem je imao preskok (Slika 2) a u trenutku vremena 1:42 min, dostigao je prvu vrednost ekstremuma - pozitivnog (Sl. 3).

U trenutku vremena 3:11 min, sistem je dostigao drugu vrednost ekstremuma - negativnog (Sl. 4). U daljem radu, sistem je pokazao da ima dobro prigušenje, bez previše oscilacija, što ukazuje na to da je vrednost parametra  $K_p=3$  dobro izabrana. Na osnovu poznavanja vremena prvog i drugog ekstremuma, parametar  $T_i$  je određen proizvodom vremena  $T_{ou}=89s$  i koeficijenta 1.5, pa je dobijeno da je  $T_i=133.5$ .

Na osnovu prethodno određenih parametara  $K_p$  i  $T_i$  PI regulatora, sistem je ispitan zadavanjem skokovite promene reference, odnosno praćen je odziv sistema na promenu referentne temperature. Nakon unošenja parametara PI regulatora i prelaska na automatski režim rada, zadata je željena, tj. referentna temperatura od  $35^\circ C$ , dok je trenutna temperatura bila  $28^\circ C$ . Praćenjem rada sistema, utvrđeno je da sistem ima dobar odziv i da je referentna vrednost temperature dostignuta relativno brzo, u vremenu od 1:19 minuta, uz manji preskok od oko 14% ( $1^\circ C$ ) vrednosti promene reference (Sl. 5).



Slika 2. Preskok sistema.



Slika 3. Sistem je dostigao prvu vrednost ekstremuma.



Slika 4. Sistem je dostigao drugu vrednost ekstremuma.



Slika 5. Odziv sistema na odskočnu promenu reference i preskok.



Slika 6. Sistem u stacionarnom stanju.



U stacionarnom stanju, sistem prati zadatu vrednost temperature sa odstupanjima manjim od 1°C, što je zadovoljavajuće, s obzirom na prirodu merenja senzorima i ceo sistem (Sl.6).

S obzirom na blage oscilacije koje sistem pokazuje u stacionarnom stanju, upravljanje pokazuje dobre rezultate i ukazuje na to da su parametri  $K_p$  i  $T_i$  dobro određeni, a regulator PI zadovoljava postavljene zahteve za temperaturom.

## 5. ZAKLJUČAK

Primena PID regulatora u industrijskim procesima je izuzetno velika. Ova vrsta regulatora se primenjuje za široke klase sistema, bez obzira da li se radi o stabilnim, odnosno, nestabilnim sistemima. U ovom radu je izvršena analiza procesa podešavanja PID regulatora pomoću PI metode sistema za regulisanje temperature. Prikazan je postupak, određivanje parametara  $K_p$  i  $T_i$  PI regulatora, da bi zatim, sistem bio ispitivan zadavanjem skokovite promene reference, odnosno praćen je odziv sistema na promenu referentne temperature. Praćenjem rada sistema, utvrđeno je da sistem ima dobar odziv i da je referentna vrednost temperature dostignuta relativno brzo, u vremenu od 1:19 minuta, uz manji preskok od oko 14% (1°C) vrednosti promene reference. Nakon ustaljenja, sistem ima manje oscilacije, koje se su posledica prirode procesa. Međutim, upravljanje pokazuje dobre rezultate, što potvrđuje da su parametri PI regulatora dobro određeni.

## LITERATURA

- [1] B. Liptak, *Instrument Engineers' Handbook: Process Control*. Radnor, Pennsylvania: Chilton Book Company, pp. 20–29. ISBN0-8019-8242-1, 1995.
- [2] K. K. Tan and Q. -G. Wang and C. C Hang, *Advances in PID Control*, London, UK: Springer-Verlag. ISBN 1-85233-138-0, 1999.
- [3] M. King, *Process Control: A Practical Approach*, Chichester, UK: John Wiley & Sons Ltd. ISBN978-0-470-97587-9, 2010.
- [4] D. Van and J. Vance, "Loop Tuning Fundamentals," *Control Engineering. Reed Business Information*, July 1, 2003.
- [5] D. Sellers, "An Overview of Proportional plus Integral plus Derivative Control and Suggestions for Its Successful Application and Implementation," (PDF), Archived from the original (PDF) on March 7, 2007.
- [6] R. Graham and M. McHugh, "FAQ on PID controller tuning", 2005-10-03, M. McHugh, Archived from the original on February 6, 2005.
- [7] Y.-L. Liang, (), et al. "Controlling fuel annealer using computational verb PID controllers," *Proceedings of the 3rd international conference on Anti-Counterfeiting, security, and identification in communication*, IEEE: 417–420, 2009.
- [8] M. R. Mataušek, G. S. Kvaščev, "A unified step response procedure for autotuning of PI controller and Smith predictor for stable processes," *Journal of Process Control*, Vol. 13, pp. 787-800, 2003.
- [9] S. Skogestad, "Simple analytic rules for model reduction and PID controller tuning," *Journal of Process Control*, Vol. 13, pp. 291–309, 2003.
- [10] K. J. Åström, H. Panagopoulos and T. Hägglund, "Design of PI controllers based on non-convex optimization," *Automatica*, Vol. 34, pp. 585-601, 1998.
- [11] T. B. Šekara and M. R. Mataušek, "A simple effective method to obtain a well-tuned PID controller," *ETRA*.
- [12] F. G. Shinskey, "How good are our controllers in absolute performance and robustness?," *Measurement and Control*, Vol. 23, pp. 114–121, 1990.
- [13] S. Skogestad and I. Postlethwaite, *Multivariable Feedback Control*, Wiley, 1996.
- [14] [www.wamppp.com](http://www.wamppp.com)

## IZVORI NAPAJANJA KOD SENZORSKOG ČVORA

### POWER SOURCES IN SENSOR NODE

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

**Sadržaj** – Sve veći razvoj bežičnih tehnologija kao i velike prednosti koje one pružaju omogućile su njihovu primenu u gotovo svim područjima ljudskog delovanja. Jedna od tih primena predstavljaju Bežične senzorske mreže (BSM) od kojih se u budućnosti očekuje da reše mnoge životne probleme. One predstavljaju velike mreže malih, dinamičkih i autonomnih senzorskih čvorova (SČ-ova), koji su sposobni da potpuno samostalno prikupljaju, obrađuju i razmenjuju podatke a koji su proizvoljno raspoređeni u širokom geografskom području. Zbog mobilnosti senzorskih čvorova osnovni problem svih njihovih primena predstavljaju izvori napajanja. Osnovni snabdevač električnom energijom većine senzorskih čvorova je baterija koja zbog svojih limitiranih kapaciteta predstavlja glavni ograničavajući faktor u primeni BSM. Rad pruža uvid u osnovne karakteristike primenjenih baterija u SČ-ima kao i pregled nekih drugih alternativnih izvora napajanja koji se mogu preuzeti iz prirodne okoline.

**Ključne reči:** Bežične senzorske mreže. Senzorski čvorovi. Baterija. Alternativni izvori napajanja.

**Abstract** – The increasing development of wireless technologies, as well as the great advantages that they provide, have enabled their application in almost all areas of human activity. One of these applications is the Wireless Sensor Networks (WSN), which are expected to solve many life problems in the future. They represent large networks of small, dynamic and autonomous sensor nodes (SNs) that are able to fully collect, process and exchange data that are arbitrarily distributed in a wide geographic area. Due to the mobility of sensor nodes, the main problem of all their applications is the power sources. The basic supplier of electrical energy for most sensor nodes is a battery that, due to its limited capacity, represents the main limiting factor in the application of BSM. This paper provides an overview of the basic characteristics of the batteries in SNs as well as a review of some other alternative power supplies that can be used from the environment.

**Key words:** Wireless Sensor Networks. Sensor nodes. Battery. Alternative power sources.

### 1. UVOD

Jedan od važnih faktora u dizajnu BSM-a, po kome se BSM-e razlikuju od ostalih bežičnih mreža, odnosi se na potrošnju električne energije kao i efikasno upravljanje tom potrošnjom. Osnovni izvor električne energije u većini SČ-ova je baterija koja je limitirana kapacitetom energije kojom ona raspolaže (<0.5 Ah, 1.2 V). Kako je u većini slučajeva zamena baterije jako otežana, a u nekim i nemoguća zbog nepristupačnih terena i velikog broja SČ-ova, jasno je da je životni vek SČ, a samim tim i cele BSM, direktno zavistan od količine energije koja je skladištena u bateriji. U BSM-a svaki SČ ima dvostruku ulogu jer je potrebno da prikuplja podatke i da istovremeno vrši preusmeravanje (rutiranje) podataka koje dobija od drugih SČ-ova, pa samim tim ima povećanu potrošnju. Zbog toga i ne čudi da bilo koje istraživanje koje je vezano za BSM, polazi od osnovnog zahteva koji mora bezuslovno biti zadovoljen, a to je efikasna potrošnja električne energije [1].

Dva osnovna pravca su se sama nametnula na ovom području a to su: racionalno korišćenje raspoložive energije i korišćenje prirodnih resursa kao izvora potrebne energije (*energy harvesting techniques*)[2]. Međutim, nijedan od ovih pravaca neće dati neke rezultate ako se prilikom izbora komponenti SČ

ne povede računa o njihovoj energetskej karakteristici. U ovom radu posebna pažnja biće usmerena na pravilan izbor baterije koja se koristi u SČ kao osnovnog snabdevača električnom energijom. Nakon uvoda u drugom poglavlju su prikazani različiti režimi rada SČ. Poglavlje 3 daje nam opšte karakteristike jedinice za napajanje u SČ. Karakteristike različitih tipova korišćenih baterija u SČ-ima prikazane se u poglavlju 4. Neki od alternativnih izvora energije koje se mogu iskoristiti iz prirodne sredine prikazani su u poglavlju 5. Poglavlje 6 zaključuje ovaj rad.

### 2. REŽIMI RADA SENZORSKOG ČVORA

U principu većina SČ-ova radi u dva različita režima rada: a) aktivan režim rada (*active*) u kome se vrši očitavanje senzora, obrada očitanih podataka i razmena tih podataka sa susjednim SČ-ima; b) neaktivan režim rada (*idle*) - kada SČ ne izvršava ni jedan zadatak. U aktivnom režimu rada SČ troši znatno više energije nego u neaktivnom režimu rada. Zbog toga je težnja da SČ provede znatno manje vremena u aktivnom režimu, samo onoliko koliko je potrebno da izvrši zadate funkcije, a da ostatak vremena bude u neaktivnom režimu rada. U idealnim uslovima SČ ne bi trebao da troši energiju u neak-

ktivnom režimu. Međutim, potpuno isključenje SČ u neaktivnom režimu rada nije izvodljivo, jer zbog funkcije koju obavlja neki delovi SČ moraju uvek da budu aktivni (pre svega interni satni mehanizam i osluškivanje medijuma). Konvencionalne tehnike za smanjivanje potrošnje električne energije, kao i raspoložive hardverske arhitekture, ne daju zadovoljavajuća rešenja za racionalnu potrošnju električne energije u BSM-a. Drugim rečima, ako je kod drugih sistema dovoljno smanjivane potrošnje energije na makro nivou, ovde je potrebno uvesti nove tehnike i na mikro nivou, jer je svaka količina energije koja se uštedi jako dragocena. Sa druge strane kod BSM-a, energetska optimizacija potrošnje je specifičan i mnogo složeniji zadatak. Ona podrazumeva ne samo smanjenje potrošnje energije u pojedinačnom SČ, već omogućavanje maksimalnog životnog veka aplikacije koja radi u BSM. To znači da je neophodno da se sagleda ukupna potrošnja u celoj mreži ali na nivou svih SČ-ova tj. omogući izbalansirano trošenje energije u svakom SČ-u. Rešavanje ovog problema obično se svodi na uštedu potrošnje energije na tri nivoa i to: na nivou hardvera SČ-a, na nivou operativnog sistema i na nivou aplikacije. Međutim, kako se za prenos podataka preko bežičnog medijuma zahteva znatno veća količina energije u odnosu na sve ostale potrošnje u SČ-u (očitanje podataka sa senzora, analognog/digitalna konverzija podataka, ažuriranje podataka), akcenat gotovo svih istraživanja zadnjih godina uglavnom je bio usmeren prema minimizaciji potrebne energije za prenos podataka. O tome nam govori podatak da za prenos samo jednog bita informacije trošimo istu količinu električne energije koju potroši procesor u SČ za oko 1000 instrukcija [3].

### 3. JEDINICA ZA NAPAJanJE

Jedinica za napajanje predstavlja ključni deo svakog SČ jer od nje zavisi rad svih ostalih komponenti SČ. Najčešće se sastoji od baterijskog izvora jako ograničenog kapaciteta, DC-DC pretvarača kao i alternativnih kola koja omogućuju korišćenje energije iz prirode. Svi delovi SČ se napajaju iz ove jedinice pa se, zbog ograničenog kapaciteta koja ona ima, kao osnovni zahtev postavlja da rad svih jedinica u SČ bude energetski efikasan.

**Tabela 1. Parametri baterije.**

<b>Napon</b>	Nominalni napon baterije	V
<b>Kapacitet</b>	Količina energije kojom baterija raspolaže	mAh
<b>Specifična snaga</b>	Količina energije po jedinici mase, prikazuje se u jedinicama energija/masa	W/kg
<b>Energetska gustina</b>	Količina energije po jedinici zapremine, energija/zapremina	Wh/l, Wh/dm <sup>3</sup>
<b>Unutrašnja otpornost /izlazna struja</b>	Karakteriše sposobnost baterija za napajanjem/ maksimalna izlazna struja	mA
<b>Samopražnjenje</b>	Struja curenja i starost baterije	%
<b>Životni vek</b>	Broj ciklusa dopunjavanja baterije pre nego što otkáže	ciklusi
<b>Procedura punjenja</b>	Način punjenja baterije	da/ne

U principu postoje dva aspekta u razvoju ove jedinice kako bi se omogućio maksimalni životni vek SČ. Prvi je da se postigne što veća gustina skladištenja energije koja se smešta

u bateriju i drugi je da se omogući dopunjavanje ili korišćenje energije iz prirodnih izvora (*energy scavenging unit*). I jedan i drugi princip izazvali su veliko interesovanje u naučnim krugovima [4].

Zbog malih gabarita, normalno je da su baterije prva pomisao za rešavanje problema napajanja kod mobilnih uređaja. Tako je bio slučaj i sa prvim SČ-ima gde su se one većinom primenjivale. Međutim sa pojavom energetski zahtevnijih aplikacija u BSM, sve više dolazi do korišćenja alternativnih izvora jer neki standardni kapacitet AA baterije od 2.2-2.5 Ah, pri naponu od 1.5V, nije mogao da garantuje dug životni vek SČ. Vrlo je važno da se uradi pravilan izbor batertije za SČ jer od toga najviše zavisi dizajn SČ-a kao i efikasnost aplikacije koja se izvršava u BSM-i. Kako su SČ-ovi deo jednog distribuiranog računarskog sistema, prestanak rada samo jednog SČ može da izazove prekid rada cele BSM. Mnogi parametri utiču na izbor adekvatnog napajanja, baterije, (vidi Tabelu 1.), ali presudnu ulogu u tome igra vrsta BSM aplikacije. Postoji veoma veliki broj različitih baterija, ali se one u principu dele na primarne (nepunjive) i sekundarne (punjive). Pored principa punjenja, primarne i sekundarne baterije razlikuju se i prema energetskoj gustini čije su vrednosti prikazane u Tabeli 2.

**Tabela 2. Energetska gustina kod baterija.**

<b>Tip baterije</b>	<b>Energija [J/cm<sup>3</sup>]</b>				
	Zinc-air	Lithium	Alkalne	NiMHd	NiCd
<b>Primarna</b>	3780	2880	1200		
<b>Sekundarna</b>		1080		860	650

Posmatrano sa systemske strane jedna dobra baterija treba da zadovolji sledeće uslove [5]: 1) veliku energetsku gustinu (vidi Tabelu 2.); 2) veliku specifičnu energiju; 3) mali napon po ćeliji (0.5-1.0 V); 4) efikasno konfigurisanje ćelija baterije, kako bi se izbegla potreba za DC/DC konvertorima; 5) mogućnost dopunjavanja baterija.

### 4. TIPOVI KORIŠĆENIH BATERIJA

Zadnjih godina razvijen je veliki broj različitih baterija koje su namenjene uređajima koji mogu bežično da komuniciraju. Po kvalitetu i rasprostranjenosti izdvojila su se tri tipa tih baterija: NiMh – Nikl metal hibridne baterije (*Nickel-metal hydride*), Li-Ion – Litijum jonske baterije (*Lithium-ion*) i Li polimer – Litijum polimer baterije (*Lithium-ion polymer*). Svaki od ovih tipova ima jedinstvene karakteristike koje odgovaraju ili ne odgovaraju za primenu u BSM. Poznavanje specifičnosti ovih baterija u pogledu njihovog nominalnog napona, kapaciteta, energetske gustine, specifične snage, vremena punjenja i vremena pražnjenja predstavlja prvi korak u izboru odgovarajućeg rešenja za SČ. Takođe, prema elektrohemijskim karakteristikama elektroda koje se koriste, baterije se mogu podeliti na NiCd, NiZn, AgZn, NiMh i litijum-jonske. U Tabeli 3. date su neke od najčešće korišćenih baterija sa njihovim karakteristikama [6].

#### 3.5.1 NiMh – Nikl metal hibridne baterije

Predstavljaju unapređenu NiCd tehnologiju koja koristi manje opasne materijale po okolinu. Najveće poboljšanje odnosi se na veći kapacitet, koji može biti i do dva-tri puta veći u odnosu na NiCd baterije. NiMH baterije su osjetljive na način

čuvanja i uslove punjenja i imaju veoma izražen efekat samopražnjenja. Još jedna loša osobina je gubitak napona na nižim temperaturama. Tako i pri punoj bateriji, pri radu na niskim temperaturama (bližim 0°C), ona može prestati sa radom, što ih ne predstavlja dobrim izborom za radove na otvorenom prostoru. Njihov nominalan napon iznosi 1.25 V, srednji kapacitet 2.2 - 3.0 Ah, specifična snaga (snaga/težina) je 250-1000 W/kg, energetska gustina 100 Wh/l, mali broj ciklusa punjenja-pražnjenja od 500 do 1000 ciklusa, izraženo samopražnjenje 20%-30% mesečno i brzo vreme punjenja. NiMh baterije mogu se konfigurisati do 10 ćelija koje daju nominalni napon od 12.5 V. Predstavljaju dobar izbor ako se traže jeftine baterije sa skromnim naponskim osobinama [7].

**Tabela 3. Tipovi baterija.**

Tip baterije	Punjenje	Napon [V]	Kapacitet [mAh]	Gust. pakov [Wh/d m <sup>3</sup> ]	Speci. Energ [Wh/kg]	Koe. sam. /mes [%]	Efikasnost [%]
<i>Alkaline-MnO<sub>2</sub></i>	ne			347			
<i>Silver Oxide</i>	ne			500			
<i>Li/ MnO<sub>2</sub></i>	ne			550			
<i>Zinc Air</i>	ne			1150			
<i>Scaled Lead Acid</i>	da	6	1300	90			70-90
<i>Lead-acid</i>	da	2.0		60-75	30-40	3-20	
<i>Nickel Cadmium</i>	da	1,2	1100	50-150	40-60	10	70-90
<i>Nickel Met Hydrid</i>	da	1.2	2500	140-300	30-100	30	66
<i>Lithium-Ion</i>	da	3.6-3.7	740	200-270	160	5	99.9
<i>Lithium-polymer</i>	da	3.7	930	300-415	130-200	1-2	99.8

### 3.5.2 LI-ION BATERIJE

Spadaju u noviji tip baterija koje imaju neke prednosti u odnosu na prethodni tip, ali im je cena daleko veća u odnosu na NiCd i NiMH baterije. Najveći problem za Li-Ion baterije je toplota. One ne pate od memorijskog efekta i ne menjaju karakteristike zbog problema punjenja, ali se troše usled starosti i upotrebe. Redovna upotreba Li-Ion baterija dovodi do unutrašnjih elektrohemijskih procesa u bateriji. Veliko zagrevanje, u bilo kom trenutku, prilikom punjenja ili redovnog rada je glavni uzrok propadanja Li-Ion baterija. Čak i pored manjeg broja ciklusa punjenja-pražnjenja Li-Ion baterije ostaju bolji izbor zbog kraćeg vremena punjenja i velikog kapaciteta. Zanimljivo je da Li-Ion baterija prilikom punjenja vrlo brzo postigne 70-80% kapaciteta, dok je za punjenje do 100% potrebno barem još toliko vremena. Li-Ion baterije pune se složenim i vrlo preciznim postupkom i ne preporučuje se nikakvo drugo punjenje nego na punjačima koji su za njih projektovani.

Još jedna karakteristična osobina Li-Ion baterija je da one dolaze sa ugrađenom zaštitnom elektronikom koja kontroliše rad ćelija, punjenje, a posebno temperaturu baterije. Sve ovo sprečava nepravilno korišćenje baterije i smanjuje rizik od oštećenja. Njihov nominalan napon iznosi 3.6 V, kapacitet od preko 3Ah, specifična snaga (snaga/težina) je 1800W/kg, energetska gustina 160Wh/kg, mali broj ciklusa punjenja-pražnjenja od 300-500 ciklusa, veoma malo samopražnjenje 5%-10% mesečno i srednje vreme punjenja. Li-Ion baterije mogu se konfigurisati do 7 ćelija koje daju nominalni napon od 25.2 V. Ove baterije su dobar izbor ako se traže male, lagane baterije

sa dobrim naponskim karakteristikama ali po ceni predstavljaju naskuplji izbor [7].

### 3.5.3 LI-POLYMER BATERIJE

Li-polymer baterije predstavljaju novu generaciju baterija, sa svojstvima vrlo sličnim Li-Ion baterijama od koje se očekuje da unaprede karakteristike baterija. Karakteriše ih veći kapacitet, manja cena proizvodnje i mogućnost oblikovanja u takoreći proizvoljne forme. Nedostatak su im kraći vek trajanja, nemogućnost pražnjenja jačom strujom i veća osetljivost na niske temperature. Imaju vrlo slične karakteristike kao i Li-ion baterije i to: nominalan napon 3.7 V, kapacitet preko 3 Ah, specifična snaga (snaga/težina) je 1800 W/kg, energetska gustina 160 Wh/kg, mali broj ciklusa punjenja-pražnjenja od 300 do 500 ciklusa, veoma malo samopražnjenje od 1-2 % mesečno i srednje vreme punjenja. NiMh baterije mogu se konfigurisati do 7 ćelija koje daju nominalni napon od 25.9 V [7].

## 5. ENERGETSKI IZVORI IZ PRIRODE

Baterija, kao osnovni izvor energije kod SČ, može da skladišti ograničenu količinu energije. Samim tim svaka BSM ima ograničeni životni vek, jer u većini slučajeva nije moguća zamena ovih baterija. Upravo zbog toga, sve aktuelnija postaje jedna nova tehnika koja nam omogućava da koristimo izvore energije iz prirode tj. iz okruženja SČ. Proces uzimanja energije iz prirode i njeno pretvaranje u odgovarajuću električnu energiju poznat je pod terminom energy harvesting ili power scavenging. Ova tehnika je naročito pogodna za aplikacije koje imaju potrebe da periodično rade, tj. za promenljivim zahtevima za energijom. Upravo takav režim rada se koristi kod BSM-a, pa su SČ-ovi idealni kandidati da koriste ovu tehniku. Dodatna prednost ove tehnike je da su uređaji za prikupljanje ove energije obično jako mali tako da postoje SČ-ovi koji kao izvor napajanja koriste samo energiju koju uzimaju iz prirode. Takvi SČ-ovi su gabaritno mali ali imaju jednu manu a to je da mogu da rade samo ako su stvoreni uslovi za preuzimanje energije iz prirode (na primer, potrebna je dnevna svetlost kod fotonaponskih ćelija). Korišćenjem ove tehnike životni vek BSM može se znatno produžiti čak u nekim slučajevima i obezbediti njen doživotni rad.

Postoje različiti prirodni resursi koji se mogu koristiti kao potencijalna energija za napajanje SČ-a. Svaki od njih ima različiti stepen iskorišćenja koji opet zavisi od tipa BSM aplikacije. U različite prirodne izvore koji se mogu iskoristiti za prikupljanje energije spadaju: energija vetra i tečnosti, solarna energija, toplotna energija iz peći i drugih izvora grejanja, mehanička energija usled vibracija, ljudska energija koja zavisi od ljudskog kretanja, ljudske kože i krvi, elektromagnetna energija koja se nalazi u induktorima, kalemovima i transformatorima kao i hemijska energija iz prirode ili bioloških procesa. Sa gledišta ovih prirodnih izvora koriste se sledeći načini za prikupljanje energije [8]:

1. **Fotonaponska ćelija** – verovatno najpoznatiji i najkorišćeniji alternativni izvor energije. Njena uloga je da svetlosnu energiju konvertuje u električnu. Kako je svetlosna energija najzastupljeniji vid energije u prirodi, ona se i najviše koristi kao izvor energije za napajanje SČ-ova. Međutim, kod projektovanja tog napajanja moramo uzeti u obzir dve osnovne činjenice, tj. uslova, koji moraju da budu ispunjeni kako bi se ova energija efikasno iskoristila: 1.) izvor treba da omogućujući dovoljnu količinu energije za napajanje SČ; 2.) treba

obezbediti način za skladištenje ove energije u slučajevima kada nema dovoljno svetlosti. Predstavlja najzastupljeniji izvor energije koji omogućava da dobijemo oko 1mW/mm<sup>2</sup> (sunčan dan) ili 1 μW/mm<sup>2</sup> (sobno svetlo) a efikasnost konverzije iznosi do 30 %.

2. **Mehanička energija** – Svako pomeranje nekog tela u prirodi može da dovede do generisanja tri različita tipa energije i to: vibraciona, kinetička i mehanička energija. Sve ove vrste mogu se pretvoriti u električnu energiju koristeći sledeće mehanizme konverzije:

a. **Piezoelektrični efekat** – u prirodi postoje piezoelektrični materijali koji mogu da konvertuju mehaničku energiju u električnu. Na takve materijale može se dejstvovati nekom silom, kojom se izaziva vibracija ili deformacija takvog materijala, a kao rezultat toga imamo generisanje električnog impulsa. Karakteristike piezoelektričnih materijala u mnogome zavise od starosti materijala, pritiska i temperature kojoj su izloženi. Dobra osobina ovih materijala je da mogu potpuno samostalno da generišu relativno veliku energiju i to bez dodatnog izvora napajanja ili dodatnih komponenti. Loše osobine ovih pretvarača odnose se da su piezoelektrični materijali jako skupi a uz to i krti, tako da veoma lako dolazi do njihove trajne deformacije ukoliko se dejstvuje malo jačom silom. Napon koji se ovom prilikom dobija kreće se u okviru 2-10V [9].

b. **Elektrostatički efekat** – princip konverzije svodi se na promenu kapaciteta kondenzatora kod koga je moguće tu promenu vršiti pomeranjem njegovih ploča. Elektrostatički generatori su u suštini mehanički uređaji koji mogu da proizvedu električnu energiju pod dejstvom neke sile. U ovom slučaju to su vibracije koje dolaze iz prirode (vetar, elektromagnetni talasi). Jedna od glavnih prednosti ovih konvertora je da oni predstavljaju jeftino rešenje koje se lako može ugraditi u SČ a omogućavaju da se generiše veliki napon (2-10V). Mane ovog rešenja su da je generator jako osetljiv na parazitne kapacitete, potreba da se kontrolišu razdaljine od μm i da je potreban dodatan izvor za napajanje promenljivog kondenzatora [9].

3. **Elektromagnetni efekat** – kod ovih konvertora koristi se princip elektromagnetne indukcije. Ona se definiše kao proces generisanja napona u provodniku promenom magnetnog polja oko tog provodnika. Osnovna prednost ovakvog generisanja električne energije ogleda se u tome da nema nikakvih mehaničkih kontakata između bilo kojih delova konvertora, njihova dugovečnost, kao i da nije potreban dodatan izvor za napajanje. Ipak, velika mana uređaja ovog tipa su gabariti, jer su elektromagnetni materijali dosta masivni i relativno skupi, pa tako nisu prikladni za integraciju u SČ. Naponi koje ovi uređaji mogu da daju su mali i kreću se maksimalno do 0.1 V [9].

4. **Termoelektrični generatori** – Iz fizike je dobro poznat princip termoelekticiteta koji kaže da ako dođe do kontakta dva tela različite temperature tada dolazi do generisanja napona između ta dva tela koja su u dodiru. Upravo ovaj efekat je iskorišćen za generisanje potrebne energije za SČ. Na primer ljudsko telo u dodiru sa nekim predmetima iz prirode može da posluži kao izvor termalne energije koja će putem termoelektričnog generatora biti pretvorena u odgovarajuću električnu energiju.

U Tabeli 4. prikazane su neke od tehnologija koje se koriste

za preuzimanje energije iz prirodne okoline, kao i odgovarajuće količine energije koje one omogućuju.

**Tabela 4. Izvori energije iz prirode.**

Harvesting tehnologije	Energija
Foto ćelija–direktna sunčeva svetlost	15 mW/cm <sup>2</sup>
Foto ćelija – oblačno vreme	0,15 mW/cm <sup>2</sup>
Foto ćelija – u prostoriji	0,006 mW/cm <sup>2</sup>
Foto ćelija – stona lampa < 60 W	0,57 mW/cm <sup>2</sup>
Piezoelektrični materijal	330 μW/cm <sup>2</sup>
Vibracije – mikrotalsana pećnica	0,01-0,1 mW/cm <sup>2</sup>
Termoelektrični efekat–10 °C razlike	40 μW/cm <sup>2</sup>
Buka – 100 dB	9,6-4 mW/cm <sup>2</sup>
Ljudsko telo – u mirovanju	1,8 mW
Nuklearna reakcija	80mW/cm <sup>3</sup> 1E6mWh/cm <sup>3</sup>

## 6. ZAKLJUČAK

Izbor odgovarajuće izvora napajanja kod SČ može da predstavlja jako bitan faktor koji utiče na životni vek neke aplikacije u BSM. U radu su prikazane osnovne karakteristike jedinice za napajanje kod SČ, dat je pregled korišćenih baterija i ukazane su neke nove tehnologije koje omogućavaju da se potrebna energije dobije iz prirodnih uslova. Rad bi trebalo da pomogne projektantima aplikacija u BSM da na osnovu prikazanih karakteristika izaberu odgovarajući sistem napajanja za projektovanu aplikaciju.

## LITERATURA

- [1] G. Anastasi, M. Di Francesco, M. Conti and A. Passarella, *How to Prolong the Lifetime of Wireless Sensor Networks*, Handbook on: Mobile Ad Hoc and Pervasive Communications, CRC Press, 2013.
- [2] V. Raghunathan, S. Ganerival and M. Srivastava, "Emerging techniques for long lived wireless sensor networks," *IEEE Communication Magazine*, Vol.44, No.4, 2006.
- [3] P. Dutta, D. Culler and S. Shenker, "Procrastination Might Lead to a Longer and More Useful Life," <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.93.5780>, pos. 14.09.2017
- [4] E. Deborah, et al. "Connecting the physical world with pervasive networks," *Pervasive Computing*, IEEE 1.1 (2002): pp. 59-69.
- [5] F. Pistoia, "Battery operated devices and systems: From portable electronics to industrial products," *Elsevier*, Amsterdam, 2008.
- [6] M. Stojcev, M. Kosanovic and Lj.Golubovic, "Power management and energy harvesting techniques for WSN," *Proceedings of 9th TELSIS* IEEE 7-9.10.2009.
- [7] T. R. Crompton, *Battery reference book*, 3-ed, Newnes, Oxford, 2000.
- [8] S. Chalasani and J. Conrad, "A Survey of Energy Harvesting Sources for Embedded Systems", <http://www.citeulike.org/user/macgyveremir/article/3041664>, 15.09.2017
- [9] S. Boisseau, G. Despesse and B. Ahmed Seddik, "Electrostatic Conversion for Vibration Energy Harvesting," *Small-Scale Energy Harvest.*, Intech, 2012.



## KREIRANJE I PROCENA KORISNIČKIH ZAHTEVA U SCRUM METODOLOGIJI ZA RAZVOJ SOFTVERA

### REQUIREMENTS SPECIFICATION AND ESTIMATION IN SCRUM SOFTWARE DEVELOPMENT METHODOLOGY

*Miloš Kosanović, Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

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

*Mirko Kosanović, Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

**Sadržaj** - U radu su ukratko opisane metode za kreiranje i procenu korisničkih zahteva u agilnim metodologijama za razvoj softvera. Kao praktičan primer prikazane su korisničke priče kao metod za opis zahteva u Scrum metodologiji, koji se danas primenjuje u velikom broju kompanija. Zatim je objašnjeno kako se zahtevi formulišu, kako se vrši procena zahteva i od strane koga. Na kraju je dato objašnjenje na koji način ova metodologija delimično ili u potpunosti rešava problem procene korisničkih zahteva koji je prisutan kod standardnih metodologija za razvoj softvera.

**Ključne reči:** Scrum. Korisničke priče. Zahtevi. Procena.

**Abstract** - In this paper, methods for specification and estimation of user requirements in agile software development methodologies are described. User stories are described as a method for requirements specification in Scrum development, which is commonly used in IT industry. We elaborate on how are requirements formulated, specified and then estimated and who does the estimation. In the end we discuss how this approach solves, partly or completely, problems in standard requirements engineering and software development methodologies.

**Keywords:** Scrum. User stories. Requirements. Estimation.

#### 1. UVOD

Rad softverskog tima obično je organizovan u skladu sa nekom metodologijom razvoja softvera. Od početka softverskog inženjerstva do danas pojavilo se nekoliko stotina metodologija za razvoj softvera. One se grubo mogu podeliti u klasične i agilne metodologije.

Tipični predstavnik agilnih metodologija je Scrum koji se često primenjuje prilikom razvoja veb ili mobilnih aplikacija. Radi se o brzom, prilagodljivom samoorganizovanom procesu razvoja programskog proizvoda. Ovaj pristup koji povećava brzinu i fleksibilnost u razvoju programskog proizvoda, opisali su 1986. godine Hirota Takeuchi i Ikuhiro Nonaka. Današnji Scrum zacrtali su početkom '90-tih Ken Švaber i Džef Saterlend. Proces razvoja programskog proizvoda sprovodi se kroz tri faze: pre igre (planiranje, dizajn/arhitektura visoki nivo apstrakcije), igra (razvoj, sprintovi – iterativni ciklusi, poboljšanja, nove verzije), posle igre (nema novih zahteva, sistem spreman za produkciju) [1].

Novo izdanje sistema može da sadrži novu funkcionalnost – tada Scrum podseća na model inkrementalnog razvoja za softverski proces. Moguće je da novo izdanje samo popravlja ili menja već postojeću funkcionalnost – tada Scrum liči na model evolucionog razvoja. Dakle, on kombinuje inkrementalni i evolucioni model. Ipak, naglasak je na izuzetno kratkim i brzim iteracijama.

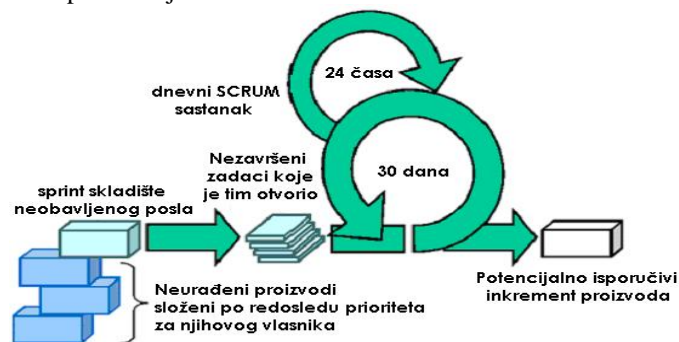
Zahtevi se prikazuju kao skup kratkih kartica teksta, tzv. korisničkih priča (eng. *user stories*). Na početku iteracije biraju se priče koje će se implementirati u narednom izdanju – uzima se onoliko priča koliko se može implementirati u dve nedelje i to one s najvišim prioritetom. Ostale priče se ostavljaju za buduća izdanja. Odabrane priče razgrađuju se u manje zadatke u igra planiranja (eng. *planning game*) i raspoređuju se programerima. [1].

Izuzetno važnu ulogu igraju korisnici. Postoji predstavnik korisnika koji je član razvojnog tima i stalno je dostupan ostalim članovima. On donosi korisničke priče, određuje prioritete, dogovara se o sadržaju idućeg izdanja, učestvuje u testiranju sistema. Takođe, predstavnik korisnika odlučuje šta će se uraditi s nerealizovanim pričama, i da li je potrebno neku od već implementiranih promeniti ili ponovo implementirati.

Metoda ne propisuje nikakve oblike dokumentacije. Jednostavan i pregledno napisani programski kod se smatra najboljom dokumentacijom. Štaviše, iz tog koda moguće je automatski generisati razne izveštaje i dijagrame kakvi se inače koriste u dokumentima. Ovakav pristup je realističan u situaciji kad se nove verzije softvera proizvode relativno često – ažuriranje zasebne dokumentacije predstavlja dodatni teret. To svakako ne znači da se nikakva dokumentacija ne piše, već svaki razvojni tim odlučuje u kojoj meri će i na koji način dokumentovati svoj proizvod.



Postoje tri glavna dokumenta koje generiše Scrum tim: zaliha proizvoda (*eng. product backlog*), zaliha sprinta odnosno trenutne iteracije (*eng. sprint backlog*) i dijagram preostalog posla u sprintu (*eng. sprint burndown graph*). Svaki od njih je dostupan i vidljiv Scrum timu.



Slika 1. Dijagram preostalog posla u Sprintu [1].

Uobičajeno je Scrum tim smešten zajedno, međutim, postoje timovi koji su geografski razmešteni i gde članovi tima učestvuju na dnevnim sastancima preko konferencijske veze. Scrum timovi su samousmereni i samoorganizovani. Tim se obavezuje da će izvršiti zadate ciljeve u jednoj iteraciji i da mu je data autonomija i odgovornost da odluči kako će do toga doći. Scrum tim broji do 9 članova i svaki može imati jednu od tri uloga. Vlasnik proizvoda (*eng. product owner*) koji je odgovoran za izradu i prioritizovanje zalihe proizvoda. Scrum mastera (*eng. Scrum master*) koji održava dnevne sastanke i demonstraciju iteracije, prati napredak, uklanja prepreke i osigurava resurse. Scrum master je takođe razvojni programer i učestvuje u razvoju proizvoda. Razvojni programer je član Scrum tima koji se zalaže za postizanje cilja sprinta i ima sva ovlašćenja da učini šta god bude potrebno da bi to postigao.

## 2. KORISNIČKE PRIČE

Za specificiranje zahteva koristite se korisničke priče (*eng. user stories*), što Scrum metoda iz više razloga preporučuje. Jedna priča predstavlja kratak i jednostavan opis funkcionalnosti posmatrano iz perspektive klijenta ili sistema i trebalo bi da može da stane na karticu 7.5 x 12.5 cm. Najčešće se sastoji iz tri dela: naslova, opisa i napomene što je prikazano na sl. 2.

Akcentat je na razgovoru i diskusiji o korisničkim zahtevima umesto na pisanju (dokumentovanju) zahteva. Sastavni deo priče je test prihvatljivosti (*eng. Acceptance Test*) kojim se utvrđuje da li je korisnička priča implementirana kako treba.

<p>Naslov Kao &lt;korisnik&gt; želim &lt;cilj&gt; jer hoću da &lt;razlog&gt;.</p>	<p><b>Pretraživanje oglasa</b> Kao korisnik želim da pretražujem oglase kako bih našao onaj koji odgovara mojim kriterijumima.</p>
---	--

Slika 2. Obrazac i primer za pisanje korisničke priče [1]

Jedan od čestih problema u razumevanju korisničkih priča je razumevanje njihove razlike u odnosu na tradicionalne specifikacije korisničkih zahteva. Najveća razlika, koja se na prvi pogled može uočiti, jeste nivo detalja. Korisničke priče pružaju onoliko količinu detalja koliko može poslužiti kao osnova procene trajanja implementacije sa razumljivo malim rizikom da dođe do greške. Kada dođe vreme da se konkretna priča implementira, programer će diskutovati sa klijentom i dobiti

dovoljno detaljni opis zahteva u razgovoru uživo. U tom smislu može se reći da korisnička priča nakon svakog razgovora dobija veći nivo detalja, i postaje preciznija i jasnija sve dok se u potpunosti ne implementira.

Druga razlika se ogleda u tome što je fokus stavljen na potrebe korisnika. Upravo je ključ u pisanju dobrih zahteva koji su prikazani iz ugla korisnika. Priče koje nemaju vrednost za korisnika se trebaju obrisati ili ih treba izbegavati.

Razlika između korisničkih priča i slučajeva korišćenja je u tome što se one pišu u slobodnoj formi i ne u tehničkom žargonu. Na primer, prilikom izrade bilo kog portala za nekretnine, korisničke priče koje ga mogu opisati su:

- Kao korisnik želim da pretražujem oglase.
- Kao agent želim da postavim oglas ili više njih.

Naravno, u ovom slučaju, one su glomazne i nepraktične, i nazivaju se epskim (*epic*). Zato se preko dodatnih detalja, koji uzgred i sami predstavljaju male korisničke priče za sebe, pojašnjavaju konkretni zahtevi (Da li korisnik mora biti registrovan na portalu? Koje vrednosti korisnik pretražuje? Šta se prikazuje za pronađene stanove? itd.). Stoga se ove epske korisničke priče mogu predstaviti kao skup manjih, pri čemu treba voditi računa da se ne pretera u usitnjavanju. Primer:

- Kao registrovani korisnik mogu da pretražujem oglase po sledećim kriterijumima: datum postavljanja, tip i id.

Na kraju je korisničkim pričama neophodno dodati i test prihvatljivosti. Za prethodni primer skup testova prihvatljivosti bi mogao da glasi:

- Pretražiti kao registrovani korisnik oglase po datumu tako da bar jedan oglas bude nađen.
- Pretražiti kao registrovani korisnik oglase po datumu tako da se ne nađe nijedan oglas.

Budući da one predstavljaju vrednost za klijenta a ne za programera, ne smeju da sadrže informacije o tehničkim detaljima kao što je jezik na kome će biti pisane, kakvo će biti povezivanje s bazom i drugo. Korisničkim pričama je moguće predstaviti i nefunkcionalne zahteve.

Još jedan od problema specifičnog za rad sa korisničkim pričama je u tome što je kod velikog broja korisničkih priča prilično teško razumeti veze između njih. Ovaj problem se može umanjiti korišćenjem uloga i držanjem korisničkih priča na srednjem nivou dok tim ne bude spreman da počne da ih razvija. Drugi problem sa pričama je što ih je često potrebno dodatno dokumentovati. Srećom, on se može jednostavno prenebretnuti vezivanjem dokumentacije za iteracije.

Za korisničke priče kažemo da treba da poštuju INVEST princip koji je predložio Bil Wake u [2] a to znači da su nezavisne, otvorene za pregovore, vredne za klijenta, da se mogu proceniti, da su male i da se mogu testirati. Detaljnije o formulaciji i korišćenju priča se može pročitati u [3].

## 3. PROCENA ZADATAKA U SCRUM-U

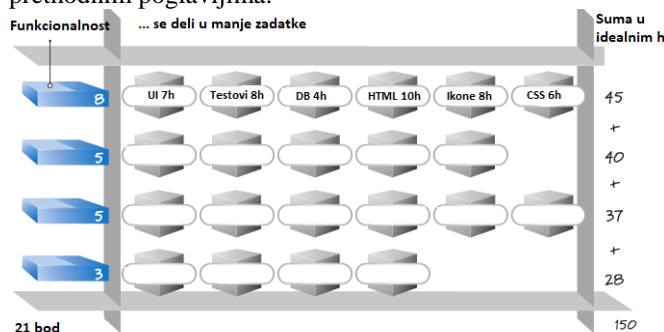
Svrha bilo koje procene je kratkoročno i dugoročno planiranje upravljanje razvojem nekog softverskog projekta. U okviru Scrum metodologije postoje 3 različite procene zadataka koje se vrše i to su procene za portfolio proizvoda, za zaliha proizvoda i za sprint.

**Procena projekta za portfolio** ne predstavlja suštinski deo Scrum-a jer predstavlja deo dugoročnog planiranja koje

najčešće radi visoki menadžment u firmi. On podrazumeva procenu više različitih projekata, ili verzija istog projekta koje treba realizovati, često u periodu i od nekoliko godina. Delovi razvojnog tima najčešće ne učestvuju u proceni.

**Procena zadataka koji se nalaze u zalihima proizvoda** i određivanje njihovog prioriteta predstavljaju jednu od glavnih odgovornosti vlasnika proizvoda. Kada je projekat odobren od strane menadžmenta, vlasnik proizvoda počinje da kreira korisničke priče koje se dodaju u zalihu proizvoda. Priče se postepeno definišu sve dok ne postanu spremne za implementaciju, što najčešće znači da su odgovarajuće veličine, jasne i da je test prihvatljivosti za njih napisan. Prosečnu korisničku priču bi jedan programer trebalo da implementira za manje od jednog sprinta, što u suštini znači da implementacija jedne priče treba da traje od 1 do 5 idealnih dana. Treba imati u vidu da na delovima jedne priče može raditi više programera (npr. jedan kreira korisnički interfejs, drugi bazu podataka).

Sam proces formulisanja i procene priča je složen i često uključuje delove razvojnog tima. Svaki tim ima svoj način i vreme kada vrši procenu i ažuriranje korisničkih priča i to najčešće zavisi od vlasnika proizvoda koji rukovodi ovim procesom i predstavlja autoritet za sve stvari vezane za priče koje se nalaze u zalihama proizvoda. Procena se najčešće radi u poenima ili u idealnim danima u toku sastanka za planiranje sprinta. Postoje različite metode za procenu priča, a jedna od najpoznatijih je poker metod. Primer procene priča i izgled zalihova proizvoda iz koga se biraju priče koje ulaze u sprint prikazan je na slici 5, a primere korisničkih priča smo već naveli u prethodnim poglavljima.



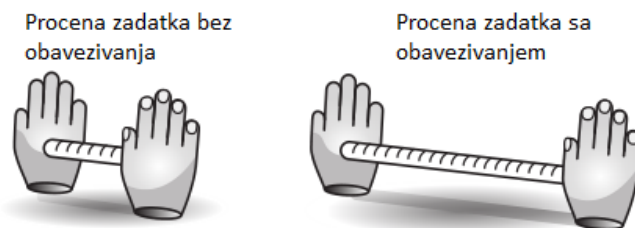
Slika 3. Sprint plan koji prikazuje korisničke priče podeljene u zadatke preuzet iz [3].

**Procene zadataka za sprint** se rade u okviru sastanka za planiranje sprinta. Tada se svaka od korisnički priča deli na konkretne zadatke i vrši se procena svakog od njih. Procena se vrši u idealnim satima, razgovara se o detaljima implementacije i preporučuje se da u njoj učestvuje ceo razvojni tim. U praksi se dešava da se prvo korisničke priče dodele, odnosno rasporede članovima tima, a zatim su oni zaduženi za dalju podelu priče na zadatke i procenu tih zadataka. Tipični zadaci u okviru jedne korisničke priče bi bili: kreiranje korisničkog interfejsa, kreiranje ili promena šeme za bazu podataka, refaktorisiranje koda, kreiranje veb servisa za ažuriranje korisnika, kreiranje veb servisa za dodavanje novog korisnika i kreiranje automatizovanih testova. Za procenu zadataka se može koristiti tehnika "igra pokera" ili tehnika "tihih grupa" (*eng.silent grouping technique*) [4]. Primer deljenja priča na zadatke i njihovo procenjivanje prikazano je na slici 3.

Cilj procene je da razvojni tim odredi veličinu posla potrebnu da se implementira korisnička priča iz svakog ugla. Kako

je razvojni tim skup inženjera koji imaju različite tehničke veštine, svako od njih bi trebalo da sagleda priču iz svog ugla, učestvuje u diskusiji i da svoje mišljenje i na taj način doprinese radu tima.

Jako je bitno da se razvojni tim ne obavezuje da zadatak završi za vreme procenjeno u toku sastanka za planiranje sprinta što zvuči kontra intuitivno menadžerima. Problem je u tome što kada se procenjuje veličina nekog zadataka pod pritiskom da on sigurno mora da bude završen u određenom vremenskom roku, procena će biti nerealno uvećana. Uvećavanjem procene čovek daje sebi prostor da reši eventualne komplikacije i sigurnost da će njegova procena biti tačnija što je ilustrovano na slici 4.

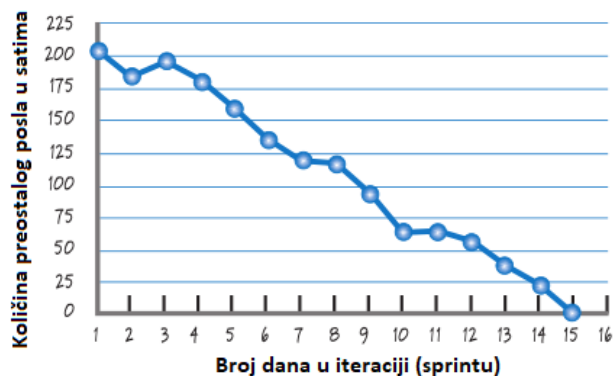


Slika 4. Procena zadataka sa i bez obavezivanja [3].

Implementacija softverskih problema je složen proces koji se menja „u hodu“ i obično nije u potpunosti jasan sve dok se ne završi. Zbog toga je vršenje procene teško izvršiti pre početka implementacije zbog nedostatka svih informacija i podataka o samoj implementaciji. Sa druge strane, detaljna analiza problema bi trajala gotovo jednako koliko i samo vreme za implementaciju, a u tom slučaju procena trajanja zadatka gubi smisao. Preporučuje se da se procene zadataka vrše u nekoj virtuelnoj meri kao što su bodovi za priče (*eng.story points*), mada postoje timovi koji zadatke mere u idealnim danima ili satima.

#### 4. PLANIRANJE I MERENJE EFIKASNOSTI TIMA

Scrum metodologija nalaže da upravljanje projektom, određivanje koliko funkcionalnosti će biti završeno i za koje vreme, dobijamo tako što procenimo veličininu korisničkih priča za ceo projekat i izračunamo efikasnost tima (*eng.team velocity*), odnosno koliko posla tim može da uradi za određeno vreme. Pretpostavimo da je ukupna veličina procenjenih priča, odnosno prve faze projekta, je 200 poena, a da je efikasnost tima 20 poena po sprintu koji traje dve nedelje. Na osnovu ovih informacija jednostavno je izračunati koliko nam je vremena potrebno za završetak prve faze projekta i to je 10 sprinta odnosno 20 nedelja.



Slika 5. Izgled tabele i grafika preostalog posla

Prednost vremenski ograničenih iteracija koje nisu veće od par nedelja je što je jednostavno prikazati i meriti progres posla

koje odrađen. Grafik koji se koristi u Scrum metodologiji u ove svrhe se zove grafik preostalog posla (*eng. burndown chart*). Preduslov za njegovo korišćenje je da svaki od programera dnevno zapiše koliko je sati preostalo da se radi na nekom zadatku ili korisničkoj priči. Tabela odrađenog posla, kao i grafik, bi u tom slučaju izgledali kao na slici 5.

Ovaj grafik na x osi prikazuje broj dana u okviru sprinta, a z osa prikazuje količinu preostalog posla u odgovarajućoj jedinici, u našem slučaju su to bodovi. Kao što možemo da vidimo sa slike, broj bodova na početku sprinta je 200, što istovremeno predstavlja i efikasnost tima. Svakog dana određeni zadaci se rade i broj bodova se smanjuje. U idealnom slučaju broj bodova će na kraju biti nula.

## 5. PROBLEMI PRILIKOM VRŠENJA PROCENE

Prilikom procene korisničkih zahteva svakako postoje i određeni problemi [5]. Agilne metodologije su u velikoj meri nastale kao pokušaj da se delimično ili potpuno reše ovi problemi, a istraživanja pokazuju da je čak i studentima i programerima početnicima lako da savladaju koncepte i principe ove metodologije. U nastavku su navedeni neki od najznačajnijih problema i objašnjenje kako Scrum metodologija pokušava da reši svaki od njih.

**Loša procena zadataka** – Problem procene veličine projekta i vremena koje je potrebno da se isti završi jedan je od najvećih u softverskom inženjerstvu. Procene su uglavnom isuviše optimistične i krajnje nerealne. Scrum metodologija pokušava da unapred prihvati da je tačne procene nemoguće postići, te zato deli tipove procena na tri vrste. Takođe, teži se smanjenju subjektivnosti prilikom procene zadataka uključivanjem više ljudi različitih tehničkih veština, organizovanjem metoda za procenu kao što je igra pokera ili tihih grupa, kao i uključivanjem relativnih mernih jedinica.

**Promena zahteva ili nestabilni zahtevi** – Do ovog problema dolazi jer klijenti i razvojni inženjeri imaju problema u komunikaciji ili ne razumeju u potpunosti problem koji treba rešiti. Kao što je napomenuto, na početku projekta postoji samo površan pregled i osnovne informacije o samom projektu. Kako se projekat razvija može se desiti da je problem tehnički mnogo zahtevniji i da ga je komplikovanije ili čak nemoguće rešiti. Scrum metodologija delimično rešava ovaj problem tako što klijenta direktno uključuje u razvoj projekta kroz ulogu vlasnika proizvoda. Takođe, metodologija insistira na intenzivnoj komunikaciji kako bi se svi problemi i nesporedumi rešili što ranije u razvojnom procesu proizvoda.

**Većina procena softverskih zadataka se vrši na početku životnog ciklusa proizvoda** – Problem je u tome što u tom trenutku zahtevi nisu u potpunosti definisani, niti je problem koji se rešava do kraja razjašnjen, što znači da se procena vrši u „pogrešnom“ trenutku. Zbog toga Scrum metodologija predviđa da se procena, kao i implementacija, radi tek kada je zadatak definisan u okviru sastanka za planiranje. Sama procena se uzima kao okvirna i ona ne predstavlja „obavezu“ za programera, jer kako je moguće proceniti ili se obavezati da će biti završeno na vreme nešto što nije u potpunosti jasno, ili nešto što vi niste procenili.

**Procenu najčešće vrše pogrešni ljudi**, oni koji rade u menadžmentu, a ne inženjeri koji to treba da implementiraju – Scrum metodologija predviđa tri različita nivoa planiranja, i

kao što je već rečeno, u proceni učestvuje ceo razvojni tim, a procene se donose konsenzusom.

**Procene se vrlo retko ažuriraju**, iako su, kao što je već navedenom obično urađene u pogrešno vreme i od strane pogrešnih ljudi – Scrum metodologija predviđa da se sve procene mogu ažurirati sve dok ne uđu u sprint, odnosno dok se ne počne sa njihovom implementacijom. Takođe, iterativni proces razvoja softvera omogućava i da se zahtevi iterativno ažuriraju i poboljšavaju. Ukoliko zahtev, odnosno priča, nije dovoljno jasna i zbog toga ne može da se proceni, ona se vraća na doradu i čeka se sledeća iteracija za procenu.

**Iako su procene očigledno nepouzdana, mnogo vremena se troši na utvrđivanje zašto je plan probijen** – Na osnovu svega navedenog, procene se mogu smatrati krajnje nepouzdanim, stoga bi razumno bilo ne pridavati mnogo pažnje ukoliko one ne budu ispunjene. Ipak u praksi je slučaj obično obrnut, i mnogo vremena i energije se troši na nalaženje razloga zašto su procene probijene. U Scrum metodologiji je logika planiranja na neki način obrnuta. Unapred se podrazumeva da su procene okvirne i nepouzdana. Grafik i tabela preostalog posla se koriste za merenje napretka tima, a efikasnost tima kao mera koliko posla tim može da uradi u toku sprinta. Pošto se i dugoročno planiranje vrši na osnovu mere efikasnosti tima, visoki menadžment mnogo brže dobija povratnu informaciju o tome koliko je plan realističan.

## 6. ZAKLJUČAK

Definicija i procena korisničkih zahteva predstavlja standardni deo svakog procesa za razvoj softvera po bilo kojoj metodologiji razvoja. Ta procena je često uzrok problema na projektu i često je predmet polemika zbog toga što je nepouzdana i nerealna. Štaviše, istinski je izvor problema i konflikata i standardno se radi u pogrešno vreme od strane pogrešnih ljudi. Primena navedenih tehnika omogućava razvoj softvera koji je pouzdaniji, izvesniji i sa znatno manje konflikata jer aktivno uključuje klijenta u razvojni proces.

## LITERATURA

- [1] K. S. Rubin, *Essential Scrum A Practical Guide to the Most Popular Agile Process*, First Edition, Pearson Education Inc., ISBN-13: 978-0-13-704329-3, 2012.
- [2] W. C. Wake, *Extreme Programming Explored*. Reading, Mass: Addison-Wesley, 2002.
- [3] M. Cohn, *User Stories Applied for Agile Software Development*, Addison Wesley, ISBN: 0-321-20568-5, 2004.
- [4] K. Power, “Using Silent Grouping to Size User Stories,” *Agile Processes in Software Engineering and Extreme Programming*, pp. 60–72, 2011.
- [5] Robert L. Glass, *Facts and Fallacies of Software Engineering*, Addison Wesley, 2012.
- [6] V. Mahnic, “A Case Study on Agile Estimating and Planning using Scrum,” *Electronics and electrical engineering*, pp. 123-128, 2011.

# KONTROLA AUTONOMNOG VOZILA POMOĆU IR PROXIMITY SENZORA TCRT5000, SHARP SENZORA 2Y0A21 I DALJINSKOG UPRAVLJAČA CR2025

## AUTONOMOUS VEHICLE CONTROL USING IR PROXIMITY SENSORS TCRT5000, SHARP SENSOR 2Y0A21 AND REMOTE CONTROL CR2025

Dušan Stefanović, *Visoka Tehnička Škola strukovnih studija, Niš*  
Dragan Milosavljević, *student specijalističkih studija, Visoka Tehnička Škola strukovnih studija, Niš*  
Ivan Radmanovac, *student specijalističkih studija, Visoka Tehnička Škola strukovnih studija, Niš*

**Sadržaj** - Cilj rada je da pokaže primenu daljinskog infracrvenog upravljača CR2025 i procenu uspešnosti IR Sharp senzora u izbegavanju prepreka pri praćenju crne linije na primeru improvizovanog automobila. Za realizaciju projekta bile su potrebne sledeće komponente: IR proximity senzor TCRT5000, Sharp 2Y0A21 i daljinski upravljač CR2025. Sve komponente su povezane u jednu logičku celinu, a upravljanje nad njima vrši mikrokontroler Arduino.

**Ključne reči:** Infracrveni senzor. TCRT5000. Sharp 2Y0A2. Daljinski upravljač CR2025.

**Abstract** - The purpose of this paper is to demonstrate CR2025 remote infrared controller application and IR Sharp sensor performance in avoiding the obstacles, tracking the black line in the case of an improvised car. This project is realized with following components: IR proximity sensor TCRT5000, Sharp 2Y0A21 and remote control CR2025. All components are connected in one logical unit and are controlled by the Arduino microcontroller.

**Key words:** Infrared sensor. TCRT5000. Sharp 2Y0A2. Remote controller CR2025.

### 1. UVOD

Da bi se osiguralo autonomno kretanje mobilnog robota u prostoru, sistem upravljanja mora biti u mogućnosti da odgovori na pitanja: gde se robot nalazi, gde ide, kako do tamo doći i kako izbeći sudar sa preprekama u okolini? Da bi roboti mogli da obavljaju operacije za koje su namenjeni, potrebne su im informacije koje dobijaju od senzora. Senzori su uređaji koji pretvaraju merenu fizičku veličinu uglavnom u električni signal i odlikuju se malim dimenzijama, visokim tehnološkim vrednostima i sposobnostima da obrade signal. Sve ove osobine najviše dolaze do izražaja u robotici i industriji koja se oslanja na njihovo korišćenje. Infracrveni senzori su senzori uz pomoć kojih se određuje udaljenost objekta ili se koriste kao detektori prisustva. Međutim, zbog nelinearne karakteristike koju imaju na izlazu, i njihove zavisnosti od refleksije objekta u okruženju, merenja na osnovu intenziteta raspršene infracrvene svetlosti su veoma neprecizna za određivanje udaljenosti [1].

### 2. PRINCIP RADA AUTONOMNOG VOZILA

Praktični deo rada je detekcija prepreke na putu od strane robota pomoću osnovne crne linije. U radu su korišćena tri senzora TRCT 5000 i Sharp IR senzor, koji se kontroliše pomoću daljinskog upravljača a koji je zajedno sa sensorima TRCT 5000 programiran u mikrokontroloru Arduino UNO. Na sl. 1 je prikazan izgled improvizovanog robota.

Koristeći komponente koje mogu da se nađu na našem tržištu, realizovan je robot sa sledećim mogućnostima:



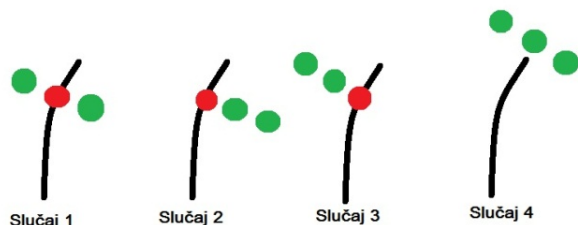
Slika 1. Improvizovani robot – pratilac linije.

- Kretanje napred / nazad, promenljivom brzinom;
- Okretanje u mestu ulevo i udesno za proizvoljni ugao,
- Zaokretanje ulevo i udesno,
- Kontrola kretanja vozila daljinskim (infracrvenim) upravljačem;
- Samostalno kretanje, uz prepoznavanje i izbegavanje fizičkih prepreka;
- Praćenje linije na podlozi.



Robot je napravljen od plastične sašije na kojoj su montirani svi elektronski i mehanički elementi. Daljinsko upravljanje je realizovano pomoću infracrvenog daljinskog upravljača CR2025. Njime mogu da se kontrolišu sledeće funkcije vozila:

- Kretanje napred/nazad,
- Zaokretanje ulevo/udesno,
- Zaustavljanje vozila,
- Režim rada – izbegavanje prepreka, praćenjem linije,
- Kretanje robota na određenoj putanji je realizovano programskim kodom (sl. 2):



- Slučaj 1 – robot se kreće pravo, centralni senzor je postavljen na logičkoj 0.
- Slučaj 2 – robot se kreće udesno.
- Slučaj 3 – robot se kreće ulevo.
- Slučaj 4 – Stop, svi senzori su na logičkoj 1 [2].

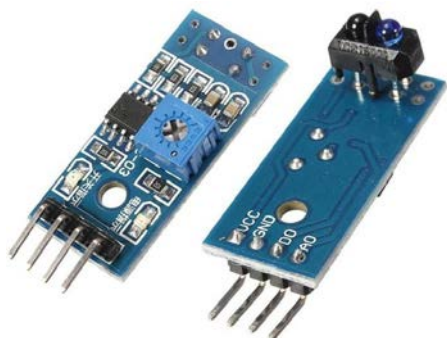
```
while (1)
{
  if((LEFT_SENSOR==1)&&(CENTER_SENSOR==0)&&(RIGHT_SENSOR==1))
    LATB |= GO_FRONT; // Case 1
  if ((LEFT_SENSOR==0)&&(CENTER_SENSOR==1)&&(RIGHT_SENSOR==1))
    LATB |= TURN_RIGHT // Case 2
  if ((LEFT_SENSOR==1)&&(CENTER_SENSOR==1)&&(RIGHT_SENSOR==0))
    LATB |= TURN_LEFT // Case 3
  if ((LEFT_SENSOR==1)&&(CENTER_SENSOR==1)&&(RIGHT_SENSOR==1))
    LATB |= STOP; // case 4
}
```

Slika 2. Programski kod za kretanje robota.

### 3. PRINCIP RADA INFRACRVENOG SENZORA TCRT5000

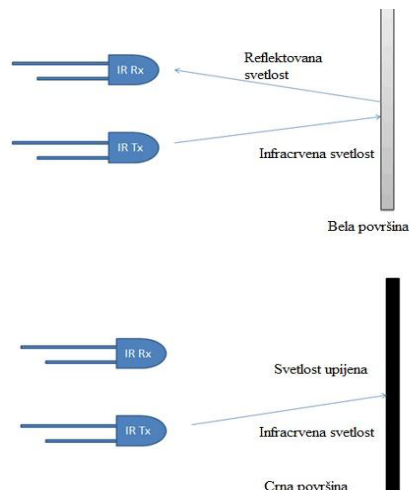
Ovaj senzor sastoji se od IR emitera i foto-tranzistora u zajedničkom kućištu. Plava lampica je IR LED, a crna foto-tranzistor koji detektuje odbijene IR zrake od predmeta koji se nalazi u blizini komponente. Izlaz foto-tranzistora je povezan na analogni ulazni pin Arduina i preko pull-up otpornika vrednosti (10k) na +5V.

TCRT5000 senzor (sl. 3) je predviđen za određivanje rastojanja objekata pomoću IR svetlosti, ali čestu primenu ima i kada je potrebno razlikovanje crne i bele boje (imajući u vidu različita reflektujuća svojstva tekstura i boja predmeta).



Slika 3. TCRT5000 senzor.

Princip rada senzora TCRT5000 prikazan je na sl. 4.



Slika 4. Princip rada IR proximity senzora TCRT5000.

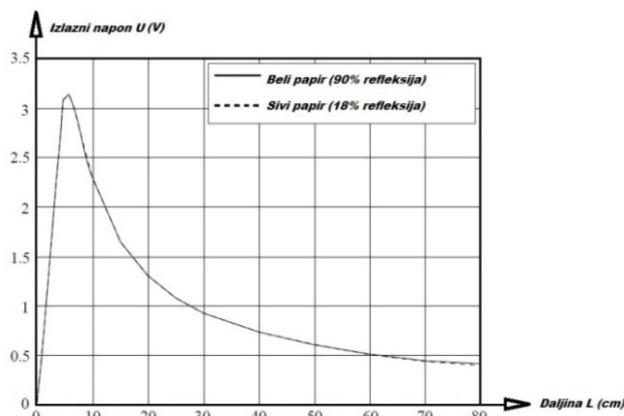
### PRINCIP RADA INFRACRVENOG SENZORA SHARP 2Y0A21



Slika 5. IR senzor daljine.

Infracrveni senzori koriste infracrvene zrake za detekciju predmeta u okruženju i izvora toplote. Princip merenja udaljenosti do objekta se zasniva na merenju upadnog ugla reflektovanog infracrvenog zraka. Postoje analogni i digitalni senzori. Analogni senzori na izlazu daju kontinualan napon u zavisnosti od daljine objekata, dok digitalni imaju u sebi A/D konvertor koji konvertuje analogni signal u digitalni i tako je lakše prilagodljiv mikrokontrolerima (sl. 5).

Napon je obrnuto proporcionalan daljini predmeta odnosno, sa povećanjem daljine predmeta, napon na izlazu senzora se smanjuje (sl. 6).



Slika 6. Izlazna karakteristika IR senzora Sharp 2Y0A21.



Prilikom rada sa ovim senzorima nije potrebno dovoditi impuls koji će pokrenuti merenje jer ovaj senzor u toku rada konstantno šalje IR svetlost i vrši merenja. To znači da ukoliko imamo konstantno napajanje senzora imaćemo i kontinualno merenje.

#### 4. INFRACRVENI PRIJEMNIK I PREDAJNIK

IR je veoma česta, tehnologija bežične komunikacije. Infra-crveno svetlo za razliku od vidljive svetlosti ima nešto veće talasne dužine. To znači da je nevidljivo ljudskom oku, tako da je idealno za bežičnu komunikaciju. Kada se pritisne taster na daljinskom upravljaču, IR dioda se neprestano uključuje/isključuje 38.000 puta u sekundi i na taj način prenosi informacije.

IR prijemnik služi za prijem tih signala. Ima tri nožice i povezuje se na sledeći način:

Prva nožica sa leve prednje strane (sl. 7) povezuje se na željeni digitalni pin, srednja nožica na masu (GND), a desna na +5V. Za rad sa ovom komponentom najčešće se koristi biblioteka IRremote.



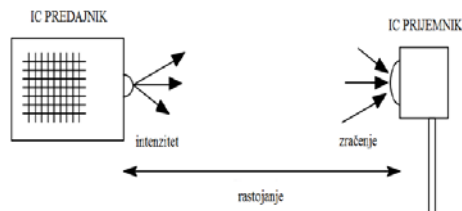
Slika 7. IR prijemnik i daljinski upravljač CR2025.

Pritiskom tastera na daljinskom upravljaču (sl. 7), dioda emituje infracrvene impulse, infracrveni prijemnik prima te impulse i pretvara ih u naponski nivo koji predstavlja adresu pritisnutog tastera, zatim se primljeni impulsi šalju do Arduina koji registruje programski kod i izvršava komandu. Domet daljinskog upravljača u idealnim uslovima je oko 8 m.

Daljinski upravljač radi u dva režima, ručni (napred/nazad, levo/desno) i automatski režim (kretanje po kvadratnoj liniji).

#### 5. MOGUĆI PROBLEMI KOD IR KOMUNIKACIJE

##### a) Udaljenost između predajnika i prijemnika



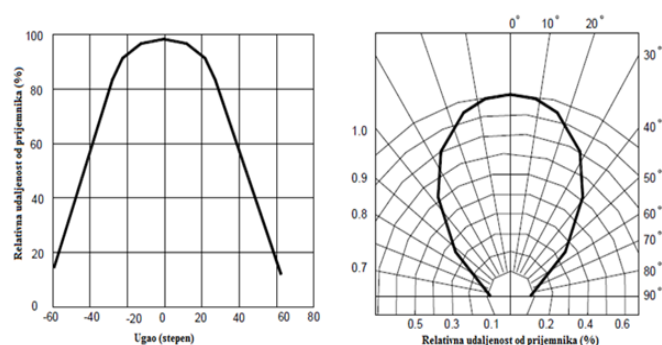
Slika 8. Rastojanje između prijemnika i predajnika.

Maksimalna moguća udaljenost infracrvenog sistema za daljinsko upravljanje zavisi od različitih parametara, ali je uglavnom uslovljena intenzitetom zračenja predajnika i osetljivosti prijemnika (sl. 8).

##### b) Ugaona pokrivenost

U većini slučajeva vezanih za infracrvenu komunikaciju sa udaljenim uređajima, osnovni akcenat je stavljen na

maksimalno rastojanje od uređaja pri upravljanju njime, a veoma bitan je i ugao pod kojim signal dolazi. Na sl. 9 prikazan je ugao primanja signala od  $+20^\circ$  do  $20^\circ$ . Prijemnik će detektovati signal na maksimalnoj udaljenosti, sa povećanjem ugla, smanjuje se udaljenost na kojoj će signal biti detektovan.

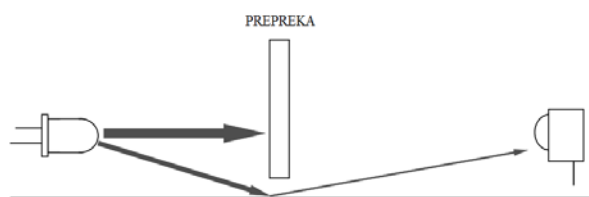


Slika 9. Ugaona pokrivenost.

##### c) Refleksija

Svetlost može da se odbije od svih glatkih površina koje nisu apsorpcionog tipa, pa samim tim refleksija pozitivno utiče na bolju komunikaciju kod infracrvenih sistema između prijemnika i predajnika

Obe komponente (prijemnik i predajnik) imaju širok prostorni ugao rada, čime je obezbeđen bolji uticaj refleksije (sl. 10).



Slika 10. Uticaj refleksije.

#### 6. ZAKLJUČAK

Robot pratilac linije zahvaljujući IR senzorima uspešno radi na praćenju crne linije. Odstupanja su vrlo mala i većina konfliktnih situacija se rešava kroz izmene programskog koda.

Jedna od ključnih ideja i primena robota u ljudskim životima je upotreba robotizovanih vozila ili autonomnih vozila u saobraćaju. Takva vozila postaće standard u bliskoj budućnosti. Veliki broj projekata doneće i smanjenje troškova tehnologije i učiniti koncept vozila bez vozača pristupačnijim. Autonomna vozila još uvek imaju mane, ali se radi na njihovom usavršavanju kako tehnologija napreduje.

#### LITERATURA

- [1] G. Benet, F. Blanes, J. E. Simo and P. Perez, "Using infrared sensors for distance measurement in mobile robots," *Robotics and Autonomous Systems*, Vol. 40, pp. 255-266, September 2002.
- [2] M. Williams, *History of Robotics*, A class assignment, Ball University, ITDPT 303 Manufacturing Systems.
- [3] E. Wise, *Robotics Demystified*, McGraw-Hill.

## STATISTIČKA ANALIZA HAKERSKIH NAPADA NA SERVER I MERE ZAŠTITE STATISTICAL ANALYSIS OF HACKERS ATTACKS ON THE SERVER AND MEASURES OF THE PROTECTION

Miloš Perić, *Visoka tehnička škola strukovnih studija, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*  
Goran Milosavljević, *Visoka tehnička škola strukovnih studija, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*

**Sadržaj** - *Hackerski napadi su napadi na digitalne sisteme korisnika koji potiču od nepoznatog izvora. Svakodnevno se dešava više desetina napada. U radu je izvršena analiza napada na server kao i moguće mere zaštite od hakerskih napada. Serveri koji imaju direktan pristup internetu su svakodnevno izloženi raznim tehnikama i vrstama napada, koji mogu da uključuju ometanje rada servisa koje server izvršava pa sve do preuzimanje kontrole servera, krađe podataka sa servera ili korišćenje servera za napad na neke druge informacione sisteme.*

**Ključne reči:** Mrežna sigurnost. Hakerski napad. Mrežna zaštita. „Honeypot“ server.

**Abstract** - *Hacker attacks are attacks on digital systems of users that originate from an unknown source. Tens of thousands of attacks occur daily. This paper analyzes attacks on the server as well as possible measures for protection against hacking attacks. Servers that have direct access to the Internet are exposed to various techniques and types of attacks on a daily basis, which may interfere with the performance of the server's services, accessing to server controls, stealing data from the server, or using the server to attack other information systems.*

**Key words:** Network Security. Hacking Attack. Network Protection. “Honeypot” server.

### 1. UVOD

Hakerski napadi su napadi na digitalne sisteme korisnika koji potiču od nepoznatog izvora. Vrste hakerskih napada u Sajber prostoru se dele na DDoS napade i viruse. Sajber napadi omogućavaju napadaču da ilegalno dobije pristup nekom uređaju, sistemu ili mreži žrtve, kako bi izvršio neku nedozvoljenu radnju. Postoji čitav spektar različitih vrsta napada koje napadač može pokrenuti. Napadi se biraju i zavise od toga šta je krajnji motiv napadača, kao i to koji napad može da bude efektivan u odnosu na otkrivenu “rupu” u sistemu žrtve. U ovom radu obrađena je analiza sajber napada na servere kao i mere zaštite od napada. U radu su obrađene većina hakerskih tehnika kao i mere zaštite koje su predviđene protiv njih.

Sigurnost podataka je nesumnjivo jedan od važnijih elemenata svakog sistema. Kod visoko rizičnih sistema, gde svaka pretnja bezbednosti može imati ogromne posledice, od otkrivanja tajnih podataka do onemogućava obavljanja redovnih aktivnosti, to je naročito izraženo.

Opšta definicija sigurnosti ukazuje na to da je cilj sigurnosti da spreči sve ono što nije dozvoljeno i to, u skladu sa razlikama svakog sistema poštovanjem unapred definisanih sigurnosnih politika i procedura [1]. Čak i u situacijama kada je jedan računar bezbedan ukoliko se nalazi na mreži može doći do ugrožavanja bezbednosti od drugog manje sigurnog računara iz iste mreže [2]. Stoga se mora posvetiti posebna pažnja bezbednosti računarske mreže. Najčešće korišćeni pristup zaštite računarske mreže je koncept linije razdvajanja

između unutrašnjeg i spoljnog saobraćaja. Kontrolise se dolazni saobraćaj u cilju provere da li postoji nešto maliciozno što ne bi smelo ući u unutrašnji saobraćaj i odlazni saobraćaj u cilju sprečavanja nedozvoljenog iznošenja podataka iz organizacije. Sigurnost je proces održavanja odgovarajućeg nivoa rizika, koji se sastoji od procene, zaštite, otkrivanja i odgovora [3]. Sigurnost nikada nije apsolutna, a njen cilj je održavanje poverljivosti, integriteta i dostupnosti podataka.

Ostatak rada je organizovan na sledeći način: Poglavlje 2 opisuje hakerske tehnike u napadu na mrežne uređaje i servere; Poglavlje 3 opisuje mere zaštite od hakerskih napada; Poglavlje 4 prikazuje analizu mrežnih napada; Poglavlje 5 prikazuje zaključak

### 2. HAKERSKE TEHINKE

Najčešći napadi, odnosno virusi:

- **Backdoors** - Backdoor napadi se najčešće koriste posle istraživanja grešaka i eksploatisanja (*Exploit*) žrtvinog računara.
- **Direct-access Attack** - Zahteva da napadač ima fizički pristup računaru žrtve, tada se instalira *keylogger*, virus, ili trojanski konj preko USB-a ili putem Interneta i dobija potpuna kontrola nad računarom.
- **Distributed Denial of Service** - DoS (eng. Denial of Service) napad u najširem smislu, reč je o napadu na neki kompjuterski servis s ciljem da se korisnicima onemogući njegovo korišćenje. Iako ima mnogo varijanti napada (više

od 15), ovaj pojam najčešće čujemo u kontekstu napada na neku veb stranicu.

- **Botnet** - je mreža računara zaraženih nekim trojanskim konjem ili "crvom" koje je moguće kontrolisati i iskoristiti na način da svi računari istovremeno pošalju veliki broj zahteva na neku IP adresu. Jedan od češćih napada koji se svakodnevno dešava na nezaštićenim DNS serverima.
- **Backdoors** - Backdoor napadi se najčešće koriste posle istraživanja grešaka (Exploit) žrtvinog računara.
- **Eavesdropping** - Napad koji se sastoji od "Prisluškivanja", ili "presretanja" podataka između računara i servera.
- **Spoofing** - napadi rade na principu da se haker ili program od hakera, predstavi kao nešto drugo. To može da bude osoba koju znamo, Web sajt koji često posećujemo, aplikacija i slično.
- **Exploits** - je faktički softver koji je napisan da iskoristi neku postojeću manu u sigurnosnom sistemu žrtve.
- **Malware** - je najšira kategorija zaraznih i štetnih programa. Malver je program napravljen da tajno pristupi vašem računaru bez vašeg odobrenja. U malware spadaju virusi, crvi, trojanci, spajveri, adveri, rutkitovi i ostali maliciozni i neželjeni programi.
- **Ransomware** - je vrsta napada u kojoj haker napada servere ili računare, upada na njih i potom ih zaključava (kriptuje). Nakon što su zaključani, haker stupa u kontakt s vlasnikom i traži otkup kako bi otključao server ili računar. Jedan od najopasnijih jer dovodi do trajnih gubitaka podataka i najaktivnijih u poslednjem periodu.
- **Virus** - je program ili 'kod' koji se sam kopira u drugim datotekama s kojima dolazi u kontakt. Može se nalaziti i zaraziti bilo koji program, sektor za podizanje računara, dokument koji podržava makro naredbe, tako da promeni sadržaj te datoteke te u nju kopira svoj kod.
- **Worm** - odnosno "Crvi" su programi koji umnožavaju sami sebe. Pri tome koriste računarske mreže da bi se kopirali na druge računare, često bez znanja žrtve. Za razliku od virusa, sa svojim delovanjem ne moraju inficirati druge programe.
- **Phishing** - Mrežna krađa identiteta predstavlja pokušaj krađe podataka korisnika putem falsifikovane Web stranice. Obično se takva lažna stranica nudi putem posebno pripremljene e-poruke ili četovanja, odnosno slanjem u inbokse raznih društvenih mreža.
- **Identity Theft** - Krađa identiteta, napad koji se bavi isključivo uzimanjem ličnih podataka žrtve. U te podatke spada sve od adrese, godine rođenja, sve do brojeva računa i kreditnih kartica.
- **Brute Force attacks** - U kriptografiji Brute Force Attack, je kriptografski napad koji se u teoriji, može iskoristiti protiv svih šifrovanih podataka. Takav napad se obično radi kada sve druge solucije nisu uspele, ili ako nema drugih rupa u sistemu.

- **Trojan Horses** - Trojanski konj ili kraće trojanac je maliciozni računarski program koji se lažno predstavlja kao neki drugi program s korisnim ili poželjnim funkcijama.

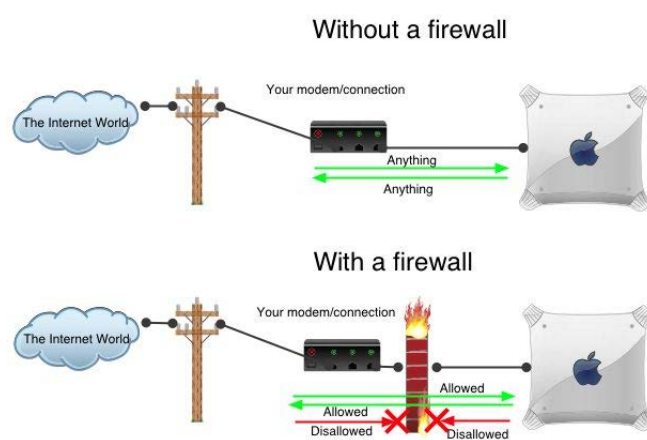
### 3. MERE ZAŠTITA OD HAKERSKIH NAPADA

**Korišćenje kompleksnih lozinki** – šifre koje se sastoje od datuma rođenja, imena dece i slično, lako se otkrivaju. Najsigurnije su kombinacije malih slova, velikih slova, brojeva i specijalnih karaktera.

**Aktiviran i ažuriran antivirus** - jedino redovno ažuriran antivirus pruža zaštitu od virusa i raznih vrsta pretnji.

**Ažuriran operativni sistem** - redovno ažuriran operativni sistem smanjuje mogućnost od uspešnih zlonamernih napada.

**Ispravno konfigurisan zaštitni zid („Firewall“)** - Zaštitni zid („Firewall“) služi da blokira nepoželjni mrežni saobraćaj. (slika 1.)



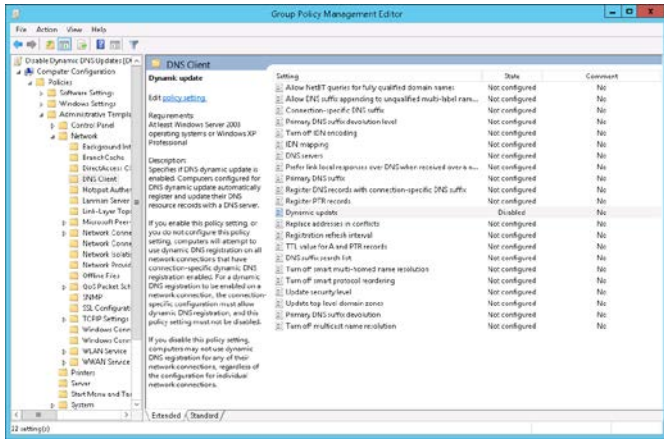
Slika 1. Mreža bez i sa zaštitnim zidom.

**Ograničena upotreba administratorskih naloga** - U toku rada na računaru nisu nam neophodne administratorske privilegije da bi obavljali svakodnevne poslove, tako da naloge sa privilegijama treba koristiti samo po potrebi.

**Ograničen broj pokušaja neuspešnog logovanja** - Posle nekoliko neuspešnih logovanja trebalo bi da se onemogući tom nalogu logovanje na određeni period jer se na ovaj način sprečavaju „brute force“ napadi.

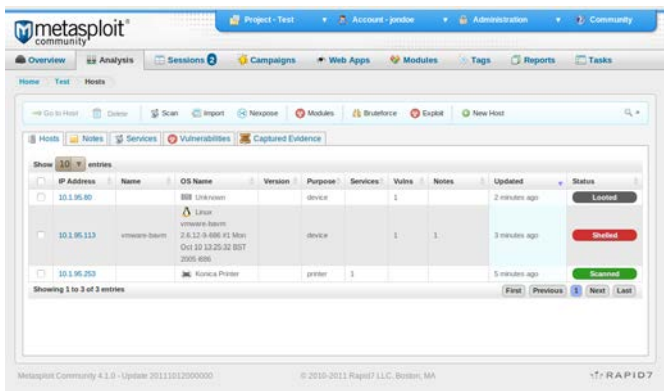
**Redovno kreiranje rezervnih kopija** - Ne sprečava direktno hakerske napade ali ako do njih dođe sprečava trajan gubitak podataka. Ako dođe do zaključavanja podataka, lako ih možemo povratiti iz rezervne kopije.

**Korišćenje gupnih polisa** - **Grupne polise (Group Policy – GPO)** su podešavanja ili ograničenja za grupe korisnika ili računara, uključujući polise vezane za *Registry* bazu, sigurnosna podešavanja, instalaciju programa, skripte (*startup* i *shutdown*, kao i *log on* i *log off*), kao i redirekciju foldera. Administratori obično koriste GPO da bi poboljšali i unapredili neke karakteristike, i da bi imali veću kontrolu nad pravima krajnjih korisnika u mreži. (Slika 2.)



Slika 2. Prikaz grupnih polisa u Windows operativnom sistemu.

**Korišćenje Metasploit aplikacije** - Metasploit Framework je okruženje za testiranje bezbednosti operativnih sistema. Sadrži najveću bazu testiranih propusta na svetu. (slika 3.)



Slika 3. Prikaz Metasploit aplikacije.

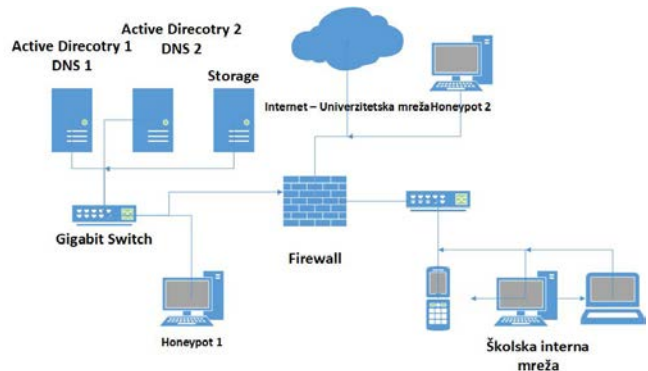
Enter the IP address or network from which the connections to this server will be allowed or rejected.

The maximum number of entries allowed is 2048. Current number of entries: 5524

<input type="checkbox"/>	Genre	IP Address or Network Domain	Time Left for IP Blocking
<input type="checkbox"/>	Single IP address	175.165.192.235	Block forever
<input type="checkbox"/>	Single IP address	91.197.232.109	Block forever
<input type="checkbox"/>	Single IP address	122.191.198.128	Block forever
<input type="checkbox"/>	Single IP address	218.65.30.156	Block forever
<input type="checkbox"/>	Single IP address	61.177.172.34	Block forever
<input type="checkbox"/>	Single IP address	119.193.140.212	Block forever
<input type="checkbox"/>	Single IP address	103.226.203.201	Block forever
<input type="checkbox"/>	Single IP address	190.48.213.189	Block forever
<input type="checkbox"/>	Single IP address	190.214.168.41	Block forever
<input type="checkbox"/>	Single IP address	205.237.71.187	Block forever
<input type="checkbox"/>	Single IP address	217.91.8.181	Block forever
<input type="checkbox"/>	Single IP address	118.248.247.249	Block forever
<input type="checkbox"/>	Single IP address	110.90.82.94	Block forever
<input type="checkbox"/>	Single IP address	186.130.16.3	Block forever

Slika 5. Spisak blokiranih IP adresa.

„HoneyPot“ [6] „HoneyPot“ predstavlja jedinstveni sigurnosni mehanizam jer se postavlja sa ciljem da bude napadnut. Ne može u potpunosti rešiti problem, ali je moćan alat koji može ometati i usporiti napadače, otkriti nove vrste pretnji, kao i skupljati informacije i praviti predviđanja o potencijalnom sljedećem napadu. Na slici 1 možemo videti moguće pozicije postavljanja honeypot računara. U mom radu obrađena su merenja HoneyPot2 pozicije sa slike 4.

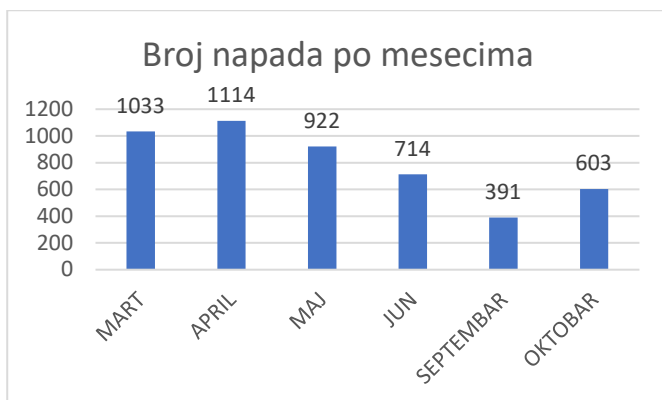


Slika 4. Moguće pozicije za postavljanje honeypot računara.

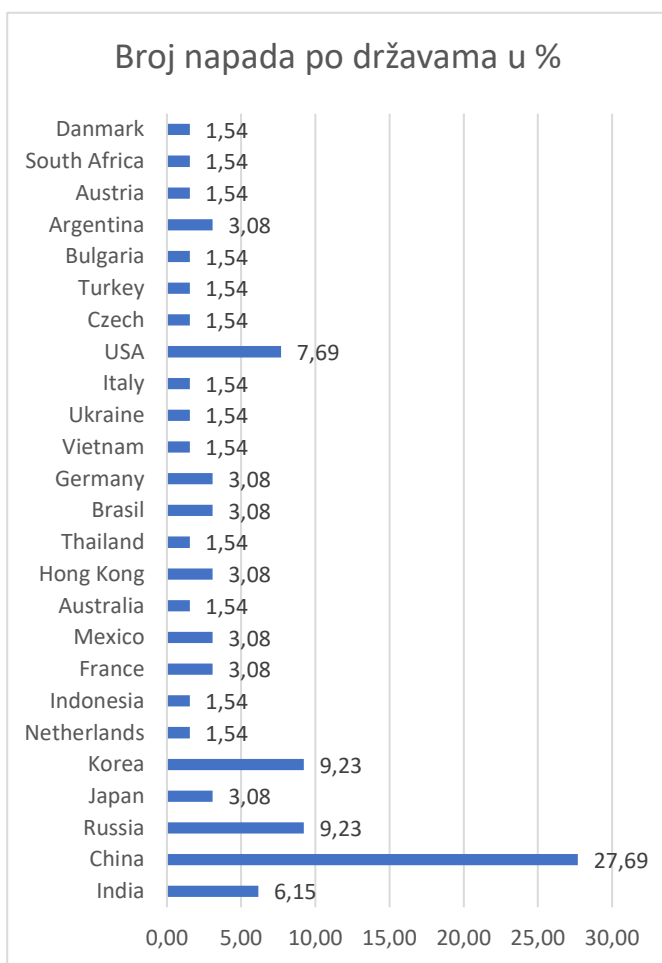
#### 4. ANALIZA NAPADA NA MREŽU

U periodu od 1. marta do 1. novembra zabeleženo je više od 5.000 mogućih napada na mrežne uređaje škole (Slika 5.). Merenja nisu vršena tokom jula i avgusta. Vršena su skeniranja portova, napadi na DNS servere, fajl servere, SSH, telnet, ftp i druge vrste hakerskih napada. Uspešno su blokirani svi napadi. Jedan server je podešen da podržava sve vrste konekcija, a da posle 5 neuspešnih konekcija trajno blokira IP adresu od potencijalnog napadača. Taj server služi da u svom dnevniku događaja beleži sav sumnjivi mrežni saobraćaj. U tabeli 1. je prikazan broj napada po mesecima. U tabeli 2. je prikazan procenat napada po državama za prvih pet dana novembra, analizom je obuhvaćeno oko sto potencijalnih napada. Iz priložene tabele se vidi da svaki četvrti napad dolazi iz Kine.





**Tabela 1.** Broj napada po mesecima.



**Tabela 2.** Procenat potencijalnih napada po državama.

## 5. ZAKLJUČAK

Razvojem tehnologija, povećava se i broj sigurnosnih mehanizama za smanjenje rizika narušavanja bezbednosti mreže. Uporedo sa tim hakeri unapređuju svoje znanje, pa rastu i maliciozne pretnje sa novim tehnikama i alatima. Kako je pitanje sigurnosti podataka i očuvanja principa sigurnosne politike važno pitanje svake organizacije, analiza pretnji i povećanje bezbednosti mreže treba biti kontinuirani proces.

U ovom radu je analiziran broj napada koji se svakodnevno dešava na resurse škole. Možemo zaključiti da broj napada nije zanemarljiv. Pored mrežnih napada svakodnevno se srećemo i sa različitim vrstama virusa i drugog nepoželjnog softvera, kao i sa pojedinim studentima koji pokušavaju na svaki način da zaobiđu mehanizme zaštite koji su implementirani.

Dalji rad planiramo usmeriti u praćenje rada postojećih sigurnosnih mehanizama u mreži i njihovoj adekvatnoj konfiguraciji. Razmotrićemo i dodavanje nekog dodatnog sigurnosnog mehanizma na tačkama ranjivosti, a u skladu sa politikom bezbednosti, kako ne bi njegovom instalacijom izazvali veći sigurnosni problem.

## LITERATURA

- [1] S. Mrdović, *Sigurnost računarskih sistema*, Univerzitet u Sarajevu, Elektrotehnički fakultet, Sarajevo, Bosna i Hercegovina, ISBN 978-9958-629-57-0, 2014.
- [2] S. Bellovin and W. Cheswick, "Network Firewalls," *IEEE Communications Magazine*, September 1994.
- [3] D. Pleskonjić, *Sigurnost računarskih sistema i mreža*, Mikro knjiga, Beograd, 2007, ISBN 978-86-7555-305-2, knjiga – udžbenik
- [4] Z. Živković, M. Ostojić i N. Simić, „Novi izazovi Kiber bezbednosti Informacionih Sistema – Mesto i uloga Sistema za detekciju i prevenciju Nove generacije (Intrusion Prevention System),“ *YU INFO 2015 Zbornik radova*, Kopaonik, Republika Srbija, 2015, ISBN 978-86-85525-15-5
- [5] M. Gazivoda, M. Ščekić i J. Nikolić, „Upotreba HONEYPOT, IPS i FIREWALL Uređaja: Studija slučaja u zaštiti mreže banke,“ *Infoteh*, Univerzitet Mediteran, Podgorica, Crna Gora.
- [6] L. Spitzner, "Honeypots: Catching the Insider Threat," *Proceedings of 19th Annual Computer Security Applications Conference*, Las Vegas, NV, USA, 2003, ISBN 0-7695-2041-3.



ANALIZA TEHNOLOGIČNOSTI LIVENOG KUĆIŠTA ZUPČASTOG PRENOSNIKA  
SNAGE

## DIE CASTING GEAR BOX HOUSING MANUFACTURABILITY ANALYSIS

Miloš Ristić, Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.

**Sadržaj** – Procena mogućnosti izrade konstrukcije predstavlja stalni izazov konstruktorima i inženjerima proizvodnje. Savremeni uslovi proizvodnje zahtevaju da se proizvod izradi u veoma kratkom roku, sa prihvatljivom cenom, a da pri budu ispunjeni svi (veoma često kompleksni) zahtevi kupaca i tržišta. U ovom radu biće prikazana analiza tehnolozičnosti na primeru livenog kućišta zupčastog prenosnika snage. Osnovu za ovakvom analizom predstavlja virtuelni parametarski projektovni model proizvoda, u koji se pored geometrijskih karakteristika ugrađuje i drugo neophodno znanje o npr. tehnologijama izrade i/ili procesima obrade. Na taj način ovakav CAD alat sa ugrađenim znanjem, prerasta u jednu vrstu sistema zasnovanog na znanju (KBS). Preporuke i tehnološka ograničenja za izradu livenih kućišta unose se u KBS model i povezuju sa dostupnim resursima ili geometrijskim odlikama proizvoda. Na taj način, moguće je u najranijim fazama razvoja proizvoda, na digitalnom modelu, izvršiti analizu tehnolozičnosti proizvoda i dobiti odgovor na pitanje da li je proizvod izradljiv ili ne. U ovom radu korišćen je CATIA V5 softverski paket, a pravila su ugrađivana zahvaljujući modulu Knowledgeware. Ugrađena pravila, su proverena i potvrđena kroz osmišljeni scenario.

**Ključne reči:** Analiza tehnolozičnosti. Liveno kućište prenosnika snage. Na znanju zasnovani sistemi.

**Abstract** - Manufacturability estimation is a constant challenge for designers and production engineers. Modern manufacturing conditions require that the product is manufactured in a very short time, has an acceptable price, and that all (very often complex) customer and market requirements are met. This paper will present manufacturability analysis at the example of a die cast gear box housing. The basis for this analysis is the virtual parametrically designed model of the product, in which, besides geometric calculations, the other necessary knowledge, such as knowledge about e.g. manufacturing process or/and machining operations, is also inserted. Thus, this kind of CAD tool with inserted knowledge upgrades into a type of knowledge based system. Recommendations and technological constraints for the production of casted housings are inserted into the KBS model and are linked to the available resources or geometric features of the product. In this way, it is possible, at the earliest stages of product development, to carry out product manufacturability analysis on a digital model and get an answer to the question of whether the product is manufacturable or not. In this paper, the CATIA V5 software package was used, and the rules were inserted using the Knowledgeware module. The inserted rules have been verified and confirmed through the pre-designed scenario.

**Key words:** Manufacturability Analysis. Die Cast Gear Box Housing. Knowledge-Based Systems.

## 1. UVOD

Analiza tehnolozičnosti proizvoda je specifična aktivnost, koja ima za cilj upoznavanje proizvodnih karakteristika proizvoda i nivoa problema koji se mogu javiti pri njegovoj proizvodnji [1]. Ona daje odgovor na pitanje da li je proizvod moguće izraditi [2]. Ukoliko je moguće, analiza tehnolozičnosti će pokušati da odgovori na pitanje u kojoj meri je moguće proizvod izraditi, uzimajući u obzir raspoložive resurse, proizvodne kapacitete i mogućnosti [3]. U tipičnom CAD okruženju, inženjer stvara model proizvoda i koristi softver za analizu kako bi ispitaio različite aspekte

funkcionalnosti predložene konstrukcije. Osnova za analizu tehnolozičnosti predstavlja parametarski projektovan model proizvoda [4]. U takav model se postojećim atributima o npr. geometriji i tolerancijama proizvoda, može dodavati novo znanje, kao što je znanje o proizvodnim mogućnostima, dostupnim alatima, raspoloživim tehnologijama, itd.

Na osnovu pristupa analizi tehnolozičnosti [2], sistemi za analizu tehnolozičnosti mogu se podeliti u sisteme direktnog pristupa koji se zasnivaju na pravilima i proverama; i sisteme indirektnog pristupa zasnovane na generisanju tehnološkog plana i postupka.

Postoji više različitih načina iskazivanja mere za ocenjivanja i izražavanja tehnološkičnosti [2]:

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

Sistemi za analizu tehnološkičnosti su zapravo sistemi zasnovani na znanju (engl. Knowledge-Based systems – KBs) [5] koji koriste postojeće znanje kako za rešavanje problema u određenoj oblasti. Određeni CAD programi integrišu KB sisteme, tako CATIA ima “Knowledgware” modul koji je jedna vrsta ekspertnog sistema. Analiza procesa tehnološkičnosti zapravo vrši procenu primene tehnologije izrade proizvoda na određenom modelu proizvoda. Proces se odvija automatizovano upoređivanjem dostupnih tehnika prema raspoloživim resursima i proizvodno-tehnološkim ograničenjima. U ovom radu biće prikazana analiza tehnološkičnosti na primeru kućišta zupčastog prenosnika snage izrađenog livenjem. Model proizvoda urađen je pomoću CATIA V5 softverskog paketa, a zahvaljujući modulu Knowledgware, u model proizvoda ugrađena su pravila o proizvodnim kapacitetima i raspoloživim resursima. Postavljena pravila se po potrebi aktiviraju, vrše se provere izvesnih mogućnosti, a ceo sistem se ponaša kao virtuelni tehnološki savetnik.

## 2. KUĆIŠTE PRENOSNIKA SNAGE

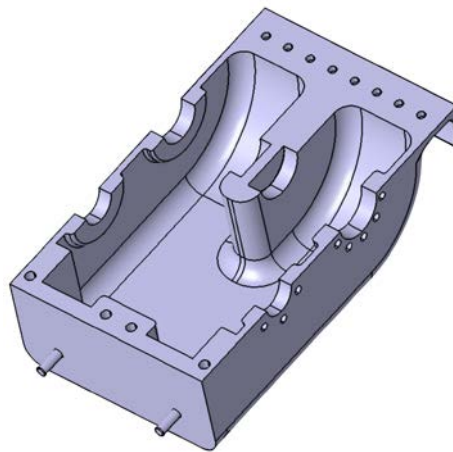
Kućišta su važan stacionarni element prenosnika. Osnovni oblici kućišta zavise od tipa prenosnika, od vrste ležišta kao i od samog načina izrade (Da li je kućište izliveno ili zavareno?). Zadatak kućišta je [6]:

- da obezbedi besprekorno uležištenje,
- da prenese sva opterećenja na temelj prenosnika,
- da štiti vitalne elemente prenosnika od uticaja okoline (prašine, vode, vlage, nečistoće),
- da omogući podmazivanje elemenata prenosnika (zupčanika, ležaja),
- da prigušuje buku i vibracije,
- da obezbedi termičku stabilnost pri radu prenosnika (zagrevanje, hlađenje).

Na izbor rešenja da li će se kućište izraditi livenjem ili zavarivanjem najviše utiče veličina serije. Kod livenog kućišta veći su tzv. konstantni troškovi (model, kalupi za jezgra), ali su zato manji varijabilni troškovi, tj. troškovi srazmerni broju izrađenih komada [6].

U ovom radu biće prikazana procena tehnološkičnosti kućišta prenosnika snage, prikazanog slikom 1. Pri izboru tehnologije izrade, procenjeno je da će optimalna tehnologija izrade kućišta biti livenje, a za materijal je izabran sivi liv.

U osnovi, livena kućišta se isplate samo kada se izrađuje veći broj komada (min. 3), dok se kod pojedinačne proizvodnje primenjuju zavarena kućišta koja su lakša i imaju manju krutost [6].



Slika 1. Parametarski projektovano kućište reduktora [6].

Da li će se proizvođač opredeliti za liveno ili zavareno kućište, ili kombinovano (zavareno i liveno) zavisi i od raspoloživosti materijala i alata u fabrici, odnosno svih elemenata koji detaljno definišu tehnologiju izrade i finalnu cenu proizvoda.

## 3. PREPORUKE I TEHNOLOŠKA OGRANIČENJA ZA IZRADU LIVENIH KUĆIŠTA

Oblik odlivka treba da bude takav da omogući što manju razliku u brzini hlađenja njegovih delova, čime se utiče na smanjenje grešaka pri livenju [6,7]. Ujednačenost brzine hlađenja postiže se ujednačenošću debljina spoljnih zidova (po mogućnosti, razlika u debljini susednih zidova ne treba da pređe 50%). Promena debljine treba da bude postepena, a prelaz sa jedne ravni na drugu mora imati zaobljenje. Unutrašnji zidovi, koji se zbog svog položaja sporije hlade, treba da budu tanji od spoljnih za 20% do 40%.

Oštra ivica na prelazu između dva zida ili suviše mali poluprečnik prelaznog zaobljenja dovode do jakih unutrašnjih napona i do prskotine. Ovo mesto ne sme imati ni suviše veliko zaobljenje, jer se u tom slučaju materijal nagomilava, te se u središtu takvog prelaza rastopljeni materijal još uvek skuplja usled očvršćavanja i hlađenja, dok su susedni zidovi već očvrsteli, čime je prekinuta mogućnost proticanja novog materijala na ovo mesto, pa se zbog toga javlja unutrašnja šupljina [6,7].

Najmanja debljina zidova koji se uspešno odliva je ograničena, jer suviše tanak zid može dovesti do otvrdnjavanja materijala u celom preseku dok čitav kalup još nije ispunjen livom, tako da neki delovi kalupa ostaju nepopunjeni. Kod sivog liva se po pravilu ne ide na zidove ispod 6 mm (negde je minimalna debljina 7 mm) [7]. Ipak, za manje odlivke mogu se odlivati i tanji zidovi.

Minimalna debljina zida zavisi i od veličine livenog dela. Orijentacione vrednosti minimalnih debljina zidova koje se mogu usvojiti date su u tabeli 1, u zavisnosti od veličine  $W$ , date izrazom [7]:

$$W = \frac{1}{3} \cdot (2L_g + B_g + H_g), \quad (1)$$

gde su  $L_g$ ,  $B_g$  i  $H_g$  gabaritne mere odlivaka i to:  $L_g$  – dužina,  $B_g$  – širina i  $H_g$  – visina.

**Tabela 1. Orijentacione vrednosti minimalnih debljina zidova odlivaka [7].**

Velicina W (mm)	do 500	500 1000	1000 1250	1250 1500	2000	2500	3000 4000	4000 5000	5000 9000
Minimalne debljine zida $\delta$ (mm)									
Sivi liv	6	6 - 8	8-10	10-12	14-16	16-18	18-22	22-24	24-30
Čelični liv	8	8-10	10-12	12-16	16-20	20-24	24-28	28-35	35-40
Laki i obojeni metali	4	4-6	6-8	8-10					

Kućišta se najčešće izvode kao dvodelna sa podelom u ravni vratila, što omogućuje laku montažu i demontažu. Rastojanje između čeonih i temenih zupčanika i zidova kućišta je  $\delta_{\min} = (1,1 \dots 1,2) s_1 \geq 10 \text{ mm}$ , a između dna i temene površine  $\delta_{\min} = 5 \cdot m + 10 \text{ mm}$ , gde je  $m$  – modul zupčanika.

Hrapavost naležućih površina oboda kućišta treba da bude  $R_z = (16 \dots 25) \mu\text{m}$ , a hrapavost cilindričnih površina oslonaca ležaja  $R_z < 16 \mu\text{m}$ .

Radi prikupljanja opiljaka i kontrole habanja pri dnu kućišta postavlja se magnetni čep. Pri vrhu kućišta ostavlja se ventilacioni otvor, radi kompenzacije promene pritiska u toku rada. Sve ove preporuke zavise i od samog ambijenta, odnosno radnog okruženja. Ako je prenosnik snage smešten u neku tečnu sredinu, npr. vodu, sigurno neće imati ventilacione otvore.

#### 4. PROCENA TEHNOLOGIČNOSTI KUĆIŠTA PRENOSNIKA SNAGE

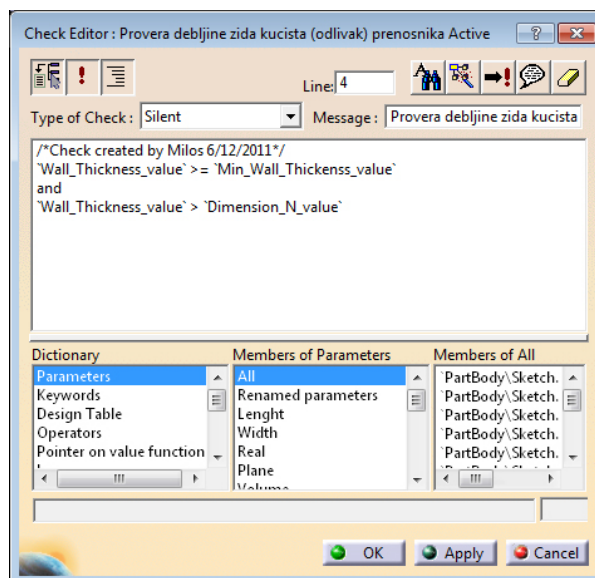
Tehnologičnost proizvoda kao što je kućište prenosnika snage, ne zahteva razmatranje samih komponenti (sklopova i podsklopova) jer je proizvod izrađen iz dva dela (dvodelno kućište sa gornjim i donjim delom), tako da zupčanici, vratila i druge komponente nisu predmet razmatranja mogućnosti izrade proizvoda. Uzimajući u obzir preporuke za izradu kućišta, tehnološke mogućnosti, iskustvo i savete proizvođača, izvršena analiza tehnologičnosti može nam dati ocenu i korisne savete (Tabela 2):

**Tabela 2. Analiza tehnologičnosti dela dobijenog livenjem i tehnološki saveti.**

Osobine / atributi	Analiza tehnologičnosti i saveti	Da / Ne
Težina: 4. 12 kg	U granicama dozvoljenog.	<input checked="" type="checkbox"/>
Minimalna debljina zidova: 12mm	Minimalna debljina zidova treba biti povećana iznad 4mm (prema relaciji).	izmena
Debljina rebra = 10mm	Debljina rebra je velika i treba biti ista kao i debljina zidova.	izmena
Zaobljenje	Radijus zaobljenja je u granicama	<input checked="" type="checkbox"/>
Površ naleganja	Zadovoljava uslove dalje montaže	<input checked="" type="checkbox"/>
Oštre ivice	Oštre ivice treba zaobliti.	savet
Oštre ivice rebra	Zbog montaže sa drugim delom, ove ivice mogu da ostanu oštre. Uopšteno, treba izbegavati da rebra imaju oštre ivice.	<input checked="" type="checkbox"/>
Otvori na kućištu (za spajanje dvo-delnog kućišta pomoću elemenata za vezu)	Ovi otvori su pogodniji za izradu mašinskom obradom (npr. bušenjem) i treba ih izbegavati u konstrukciji alata za livenje	savet
Bočni otvori na kućištu (za vezu ležaja sa kućištem)	Ovi otvori su pogodniji da se izvedu naknadnom mašinskom obradom izrade (npr. bušenjem)	savet

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

Pravila ponekad mogu da sadrže i neželjene efekte, pa je važno u model ugraditi mehanizme kojima se obezbeđuje kontrola i verifikacija. To se postiže posebnim korisnički definisanim elementima znanja, tzv. proverama (slika 2).



**Slika 2. Editor pravila.**

Ako provera pokaže da određeni parametri nisu u skladu sa propisanim pravilima, korisnik dobija informaciju o nemogućnosti funkcionisanja u formi obaveštenja ili saveta. Na ovaj način obezbeđuje se stalna kontrola svake modifikacije nad parametarskim modelom proizvoda, a prema utvrđenim pravilima (ograničenjima).

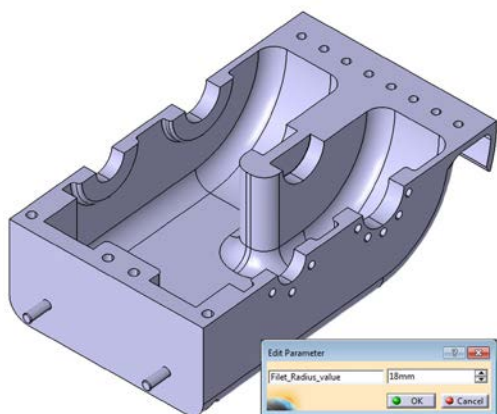
#### 5. PRIMER TEHNOLOŠKOG SAVETNIKA ZA OSMIŠLJENI SCENARIO

Proces projektovanja proizvoda sa aspekta tehnologičnosti proveren je na primeru kućišta zupčastog prenosnika snage. Kućište prenosnika prikazano na slici 1 je parametarski modelirano, a zatim je dodatno opisano atributima (prostorne orijentisanosti, tolerancija, materijala, itd.). Takav model znanja je integrisan sa bazama dostupnih alata, raspoloživih materijala, kao i drugim brojnim ograničenjima geomerije i tehnologije. Integracija modula unutar programskog paketa,



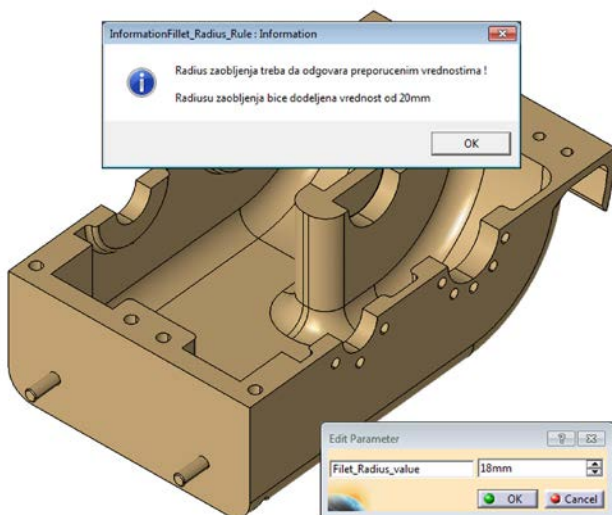
obezbedila je da se softver ponaša kao virtuelni tehnološki savetnik.

Ukoliko projektant želi da izvrši izmenu vrednost radiusa zaobljenja (slika 3) između zida i dna kućišta i zadaje vrednost iz skupa nedozvoljenih vrednosti (npr. "radius  $r_2$  nije iz skupa preporučenih radiusa zaobljenja"), virtuelni tehnološki savetnik treba da ispita akciju i da na nju, po potrebi reaguje. Sam izbor vrednosti nije nužno i konačna odluka u ovom procesu. Naime, ukoliko je izabrana vrednost povezana nekom relacijom sa određenom bazom podataka, time je ujedno postavljeno ograničenje koje mora biti provereno.



Slika 3. Konstruktor menja parametar radiusa zaobljenja

Prema unapred definisanom pravilu od strane korisnika, Knowledgeware daje objašnjenje razloga zašto to nije dozvoljeno i daje najbližu graničnu vrednost (slika 4)



Slika 4. Reakcija CATIA Knowledgeware modula u obliku tehnološkog savetnika projektantu.

U ovom slučaju, skup dostupnih vrednosti kreiran je prema unapred definisanom skupu vrednosti (shodno preporukama), tako da nije dozvoljeno da parametar  $d_3$  ne odgovara definisanim ležajevima u bazi. Zbog toga, programski paket daje savet prikazan na slici 4.

## 6. ZAKLJUČAK

Najveća ušteda u procesu razvoja proizvoda ostvaruje se u najranijim fazama projektovanja i konstruisanja proizvoda, uključivanjem multidisciplinarnog tima kako bi proizvod bio

u potpunosti sagledan iz svih uglova (konstrukcije, izrade, dizajna, ergonomije, marketinga, itd.)

Analiza tehnološkičnosti je efikasna metodologija u procesu izvodljivosti konstrukcije, odnosno proveri da li predloženi model proizvoda može da se izradi raspoloživim resursima. Osnova za analizu je parametarski projektovan proizvod pomoću tehničkih elemenata. Takvom modelu proizvoda dodeljuju se osobine i atributi kojima proizvod biva detaljno opisan, ne samo sa aspekta geometrije.

Prikazan koncept analize tehnološkičnosti uspešno je verifikovan korišćenjem CATIA V5 softvera i njegovog modula „Knowledgeware“. Ovakav pristup omogućava aktivnu akviziciju znanja u određenim proizvodnim uslovima i stvaranje baze znanja određenih sistema.

Definisanim pravilima, obezbeđuju se ograničenja kako bi proizvod bio izrađen u okviru proizvodnih mogućnosti. Na taj način, ovaj model se ponaša kao virtuelni tehnološki savetnik i daje odgovarajuće preporuke, komentare ili direktne modifikacije.

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

## LITERATURA

- [1] J. Bralla, *Design for manufacturability handbook*, 2nd ed. McGraw-Hill Professional, 1998.
- [2] S. K. Gupta, D. S. Nau, W. C. Regli and D. Nau, "Automated Manufacturability Analysis: A Survey," *Research in Engineering Design*, Vol. 9, Issue 3, pp. 168-190, 1997.
- [3] S. K. Gupta and D. S. Nau, "Systematic approach to analyzing the manufacturability of machined parts," *Computer Aided Design*, Volume 27, Issue 5, pp. 323-342, May 1995.
- [4] M. Manic, V. Miltenovic, M. Stojkovic and M. Banic, "Feature Models in Virtual Product Development," *Strojišni vestnik*, 56 (3), 2010.
- [5] R. Studer, V. R. Benjamins and D. Fensel, "Knowledge Engineering: Principles and methods," *Data & Knowledge Engineering*, Vol. 25, pp. 161-197, 1998.
- [6] M. Ristić, *Projektovnje proizvoda sa aspekta tehnološkičnosti*, Magistarski rad, Mašinski fakultet u Nišu, Niš, 2012.
- [7] M. Trbojević, M. Janković, J. Vugdelija, N. Plavšić i V. Latinović, *Reduktori*, Naučna knjiga, Beograd, 1977.

## EVROPSKI STANDARDI I DIREKTIVE U OBLASTI UPRAVLJANJA OTPADOM U SLOVENIJI I SRBIJI SA OSVRTOM NA RECIKLAŽNE CENTRE

### EUROPEAN STANDARDS AND DIRECTIVES IN THE FIELD OF WASTE MANAGEMENT IN SLOVENIA AND SERBIA WITH THE FOCUS ON RECYCLING CENTERS

Sladjana Nedeljković, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*  
Milan Stojanović, *student Visoke tehničke škole, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

**Sadržaj** - U radu je data uporedna analiza sadržaja standarda i direktiva za rad reciklažnih centara na relaciji EU sa primenom Slovenije i Republike Srbije. Cilj ovog rada je da se na osnovu dostupnih podataka opiše postojeće stanje i razlika u oblasti upravljanja otpadom između evropskih država i reciklažnih centara, konkretno Slovenije, i naših, uzimajući u obzir ciljeve upravljanja otpadom postavljene direktivama EU, koji su u skladu sa principima smanjenja negativnog uticaja na životnu sredinu i ekonomske održivosti. Reciklaža je jedno od najvažnijih pitanja u procesu pristupanja EU. To upućuje na zaključak da Srbija ima obavezu da u potpunosti reši problem upravljanja otpadom, a time i reciklaže.

**Ključne reči:** EU directive. Zaštita životne sredine. Upravljanje otpadom. Reciklažni centri.

**Abstract** - In this paper, an analysis of the contents of the standard and directives for the operation of recycled centers on the EU reliance with the prime of Slovenia and the Republic of Serbia is given. The aim of this paper is to describe on the basis of the available data the existing situation and the difference in the area of waste management between European countries and recycling centers, in particular Slovenia, and ours, taking into account the objectives of waste management set out in EU directives that are in line with the principles of reducing the negative environmental impact and economic sustainability. Recycling is one of the most important issues in the process of EU accession. This points to the conclusion that Serbia has a duty to completely solve the waste management problem, and therefore recycling it.

**Key words:** EU directive. Environmental protection. Waste management. Recycling centers.

#### 1. UVOD

Propisi EU utvrđuju standarde kvaliteta životne sredine, zahteve koji se odnose na proizvodne procese (uključujući i domen pružanja usluga), standarde koji se odnose na proizvode i zahteve koji se odnose na planiranje i projektovanje. Standardi kvaliteta životne sredine definišu kriterijume stanja životne sredine ili jednog njenog dela (voda, vazduh, zemljište) posmatrano prema određenom (fizičkom, hemijskom, ekološkom) parametru, koji treba dostići, održati i/ili unaprediti regulatornim ili drugim merama. U skladu sa načelom prevencije, održivog razvoja i načelom učešća javnosti u donošenju odluka koje mogu značajno uticati na životnu sredinu direktive EU ustanovljavaju procedure odlučivanja u domenu strateškog planiranja i projektovanja. Ti propisi imaju za cilj da omoguće nadležnim organima da svoje razvojne odluke donose u skladu sa posebnom procedurom, uz prethodnu analizu svih aspekata uticaja planova, programa i projekata na životnu sredinu, razmatranje najpovoljnijih alternativa uz uzimanje u obzir svih najbolje dostupnih informacija [1-4].

Zaštita životne sredine i upravljanje otpadom je složen proces i zavisi od niza faktora. Rast količina otpada i stope generisanja otpada, troškovi odlaganja otpada, zaštita životne sredine i zdravlja, samo su deo faktora, koji imaju uticaj na

funkcionisanje i poboljšanje upravljanja otpadom. Lokalne zajednice u Srbiji će se u budućnosti suočiti sa problemom da odgovore na zahteve i potrebe u oblasti upravljanja otpadom (deponovanjem, reciklažom...), koji su u skladu sa Direktivama EU, pri čemu će morati da zadovolje: tehničke, društveno-ekonomske i ekološke aspekte upravljanja otpadom, kako bi našle najprihvatljivije i najoptimalnije rešenje za upravljanje otpadom [5].

Cilj ovog rada je da se na osnovu dostupnih podataka opiše postojeće stanje i razlika u oblasti upravljanja otpadom između evropskih država i reciklažnih centara, konkretno Slovenije, i naših, uzimajući u obzir ciljeve upravljanja otpadom postavljene direktivama EU, koji su u skladu sa principima smanjenja negativnog uticaja na životnu sredinu i ekonomske održivosti [6, 7].

Dat je prikaz aktivnosti i politika koje treba usvojiti kako bi sadašnje stanje „privrede u tranziciji” bilo pripremljeno za „tranziciju ka napretku”. Analizira se novi zakonski okvir koji reguliše oblast upravljanja otpadom, način na koji nova zakonska rešenja podstiču dostizanje nacionalnih ciljeva vezanih za stopu reciklaže koji podrazumevaju reciklažu komunalnog otpada od najmanje 50% do 2030-e godine, sanaciju postojećih deponija i upotrebu otpada kao alternativnog goriva. Kroz



predstavljanje primera dobre prakse i inovativnih tehnologija u Sloveniji prikazane su prednosti dobre reciklaže i cirkularne ekonomije [7].

## 2. ZAKONODAVNI OKVIR EU U OBLASTI UPRAVLJANJA OTPADOM

Republika Srbija, nakon sticanja statusa kandidata za punopravnog člana EU, je u obavezi da u potpunosti uskladi i u nacionalno zakonodavstvo implementira i sprovodi zakonodavstvo EU, odnosno pravnu tekovinu EU. Proces pridruživanja Srbije EU između ostalog podrazumeva transpoziciju i sprovođenje pravnih normi EU koje se odnose na zaštitu životne sredine, uključujući i segment koji se odnosi na zakonsku regulativu iz oblasti upravljanja otpadom.

Zakonodavstvo EU u oblasti upravljanja otpadom, može se podeliti u tri potkategorije. Prva potkategorija je zakonodavni okvir kojim se uređuje oblast upravljanja otpadom. Drugu potkategoriju čine Direktive koje uređuju oblast tretmana otpada. Treću potkategoriju čine Direktive koje se tiču posebnih tokova otpada, odnosno dobara koja nakon upotrebe postaju posebni tokovi otpad.

Okvirna Direktiva EU o otpadu uspostavlja hijerarhiju upravljanja otpadom, od prevencije kao najboljeg načina, preko ponovne upotrebe otpada i reciklaže, energetskog iskorišćenja otpada do deponovanja kao najmanje preporučljivog načina upravljanja otpadom, sa aspekta zaštite životne sredine i zaštite zdravlja. Cilj Direktive je definisanje mera za sprečavanje i smanjenje štetnog uticaja koji nastaje generisanjem otpada na životnu sredinu i ljudsko zdravlje. Isto tako cilj Direktive je smanjenje upotrebe resursa i poboljšanje efikasnosti korišćenja istih. Direktivom se definišu pojmovi vezani za upravljanje otpadom, izvršena je klasifikacija prema tipu otpada, klasifikacija u zavisnosti od načina tretmana otpada. Propisuje ciljeve vezano za ponovno upotrebu otpada i reciklažu:

- do 2015-e godine uspostavljanje odvojenog sakupljanja otpada za najmanje papir, metal, plastiku i staklo
- do 2020-e godine, reciklirati minimum 50% komunalnog otpada
- do 2020-e reciklirati i na drugi način iskoristiti neopasan građevinski otpad i otpad od rušenja, minimum 70% otpada od rušenja [7-10].

## 3. ZAKONODAVNI OKVIR SRBIJE U OBLASTI UPRAVLJANJA OTPADOM

Oblast upravljanja otpadom zakonski je regulisana brojnim zakonskim i podzakonskim aktima koji su delom, a neki u potpunosti usklađeni sa Direktivama EU u oblasti upravljanja otpadom [11].

Strategija upravljanja otpadom u periodu od 2010-2019-e godine predstavlja osnovni dokument koji obezbeđuje uslove za racionalno i održivo upravljanje otpadom na nivou Republike Srbije. U okviru strategije razmatraju se potrebe za institucionalnim jačanjem, razvojem zakonodavstva, sprovođenjem propisa na svim nivoima, edukacijom i razvijanjem javne svesti. Upravo ovim dokumentom je definisano 26 regiona upravljanja otpadom i načini njihovog funkcionisanja.

Strategija upravljanja otpadom:

- određuje osnovnu orijentaciju upravljanja otpadom za naredni period, u saglasnosti sa politikom EU u ovoj oblasti i strateškim opredeljenjima Republike Srbije;

- usmerava aktivnosti harmonizacije zakonodavstva u procesu približavanja zakonodavstvu EU;
- identifikuje odgovornosti za otpad i značaj i ulogu vlasničkog usmeravanja kapitala;
- postavlja ciljeve upravljanja otpadom za kratkoročni i dugoročni period;
- utvrđuje mere i aktivnosti za dostizanje postavljenih ciljeva [11, 12].

Generalni cilj strategije upravljanja otpadom, jeste da se primenom osnovnih principa upravljanja otpadom na nacionalnom nivou, tj. rešavanjem problema otpada na mestu nastajanja, principom prevencije, odvojenim sakupljanjem otpadnih materijala, principom neutralizacije opasnog otpada, regionalnim rešavanjem odlaganja otpada i sanacijom smetlišta, implementiraju osnovni principi EU u oblasti otpada, i spreči dalja opasnost po životnu sredinu.

Oblast upravljanja otpadom definisana je Zakonom o upravljanju otpadom koji uređuje vrste i klasifikaciju otpada, planiranje upravljanja otpadom, subjekte, odgovornosti i obaveze u upravljanju otpadom, upravljanje posebnim tokovima otpada, uslove i postupak izdavanja dozvola za preko-granično kretanje otpada, izveštavanje, finansiranje upravljanja otpadom, nadzor i druga pitanja od značaja za upravljanje otpadom. Upravljanje otpadom je delatnost od opšteg (javnog) interesa, a podrazumeva sprovođenje propisanih mera za postupanje sa otpadom u okviru sakupljanja, transporta, skladištenja, tretmana i odlaganja otpada, uključujući nadzor nad tim aktivnostima i brigu o postrojenjima za upravljanje otpadom posle zatvaranja [12].

Planiranje upravljanja otpadom zakonski je regulisano sledećim planskim dokumentima:

- strategijom upravljanja otpadom;
- nacionalnim planovima za pojedinačne tokove otpada;
- regionalnim planovima upravljanja otpadom;
- lokalnim planovima upravljanja otpadom;
- planom upravljanja otpadom u postrojenju za koje se izdaje integrisana dozvola;
- radnim planom postrojenja za upravljanje otpadom.

Zakon o ambalaži i ambalažnom otpadu usklađen je sa zakonodavstvom EU iz ove oblasti, njegov osnovni cilj je smanjenje generisanih količina ambalažnog otpada i podsticanje na upotrebu recikliranih materijala, kako bi se smanjila količina deponovanog otpada. Konkretni nacionalni ciljevi koji se odnose na ponovno iskorišćenje i reciklažu ambalažnog otpada definisani su u okviru Uredbe o utvrđivanju plana smanjenja ambalažnog otpada za period od 2010-e do 2014-e godine. Prema izveštaju o upravljanju ambalažom i ambalažnim otpadom za 2012-u godinu, postavljeni nacionalni ciljevi za reciklažu su ispunjeni uz dostignut nivo reciklaže ambalažnog otpada od 19,95%.

Zakon o energetici između ostalog, definiše korišćenje obnovljivih izvora energije, tipove obnovljivih izvora energije kao što je biomasa čiji biorazgradivi deo može biti industrijski i komunalni otpad. Zakon definiše energetske subjekte koji mogu steći status povlašćenog proizvođača električne energije, uključujući elektrane na otpad [13].

#### 4. ANALIZA STANJA U OBALSTI UPRAVLJANJA OTPADOM SLOVENIJA V.S. SRBIJA

Slovenija ima dva miliona stanovnika i jedna je od najmanjih zemalja EU. Prosečna godišnja proizvodnja je 362kg/stanovniku komunalnog otpada (toliko se proizvodi u Zagrebu), a u EU je proizvedeno 492 kg / stanovniku.

Slovenija je ostvarila dobar napredak u upravljanju otpadom u pogledu odvojenog prikupljanja otpada, smanjenju količine otpada koji odlazi na deponiju i povećanju tretmana i reciklaže otpada. Prema podacima Eurostata, statističkog ureda Evropske unije, Slovenija je reciklirala 54,1% svog otpada u 2015-oj godini, što je postavlja na treće mesto u Evropi. Jedine zemlje koje su bolje od Slovenije bile su Austrija, koja je reciklirala 56% otpada, a Nemačka na prvom mestu sa 66,1%.

Slovenija je poslednjih godina stavila fokus na smanjenje količine otpada. Protekle decenije udeo sakupljenog odvojenog komunalnog otpada povećao se sa 9% u 2002-oj na 69% u 2015-oj godini. Deponovanje otpada, kao najmanje poželjan proces upravljanja otpadom u hijerarhiji otpada, pao je za 75% od 2006-e godine – za 66% na opštinskim deponijama i za 91% na inustrijskim deponijama. Takođe je došlo do značajnog pada proja deponija na koje se otpad šalje u pojedinačnoj godini. Zakonodavstvo EU zahteva od Slovenije da ispuni ciljeve recikliranja za pojedinačne tokove otpada.

Lokalne samouprave u Sloveniji posevećene su postizanju top tri prioriteta:

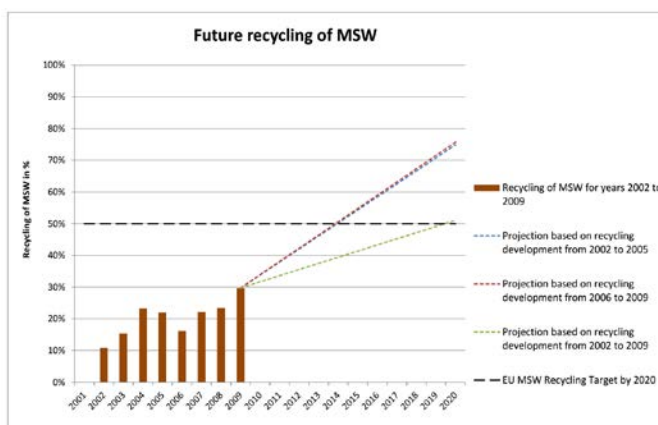
- sprečavanje/smanjenje otpada,
- ponovna upotreba proizvoda i
- recikliranje materijala.

U poslednjih deset godina količina odvojenog sakupljenog otpada povećana je sa 16 na 145kg po stanovniku. Otpad sadrži sve manje korisnih materijala – zahvaljujući inicijativi „Navikni se na ponovnu upotrebu – Get Used to Reuse” koja uz pomoć muzike, video manifesta, radionica i urbanih intervencija razbija mit da je novo bolje od starog ili već korišćenog.

U Sloveniji postoji dobro razvijena mreža regionlanih centara sa tenedencijom unapredjenja njihovog rada kroz unapredjenje postojećih procedura, razvojem i pirmenom novih tehnologija, i jačanje infrastrukture prvenstveno na lokalnom nivou. Posebna pažnja se posvećuje razvoju recikalžnih tehnologija i njihovoj primeni.

Krajem 2015-e Evropska komisija je aktivirala čitav paket mera za kružnu ekonomiju, uključujući nekoliko revidiranih zakonodavnih predloga o otpadu sa ambicioznim ciljevima: zajednički ciljevi EU da reciklira 65% komunalnog otpada i 75% ambalažnog otpada do 2030-e godine i obavezujući cilj da do 2030-e na deponijama bude najviše 10% komunalnog otpada.

U skladu sa podacima iz Nacionalne strategije upravljanja otpadom od 2014.-2019. godine, u Srbiji se proizvodi 2.448.566 tona komunalnog otpada, odnosno godišnje 340,7 kg/stanovniku (0,93 kg/st./dan). Pored visokog sadržaja organske komponente u komunalnom otpadu, ne postoje postrojenja za biološki tretman komunalnog otpada.



Slika 1. Predviđanje razvoj industrije reciklaže u sloveniji do 2020.

U Srbiji ne postoji razvijena infrastruktura za upravljanje otpadom. Odlaganje otpada na deponije je jedini način organizovanog postupanja sa otpadom. Veliki broj opština/gradova ima sopstvenu deponiju - smetlište. Kapacitet postojećih deponija – smetlišta je u većini opština već popunjen, dok većina deponija ne zadovoljavaju ni minimum tehničkih standarda. Srbija je podeljena na 26 regiona za upravljanje otpadom. Podaci o količinama i sastavu komunalnog otpada u Srbiji i većim gradovima u Srbiji, dobijeni su u okviru istraživanja „Utvrdjivanje sastava otpada i procene količine u cilju definisanja strategije upravljanja sekundarnim sirovinama u sklopu održivog razvoja Republike Srbije”. Najveći udeo u komunalnom otpadu u Srbiji čine biorazgradivi i baštenski otpad oko 48%, zatim slede fini elementi 8,70%, karton i papir 9,60%, plastika 12,30%, staklo 4,10%, ostalo 23,70%. Na osnovu iznetog možemo zaključiti da prema morfološkom sastavu otpada Srbija se može svrstati u zemlje sa srednje visokim prihodima po glavi stanovnika [13].

Najveći problem zaštite životne sredine u Srbiji su deponije. Stav EU po pitanju, situacije u sferi zaštite životne sredine u Srbiji jeste negativan. Zaštita životne sredine je ključna oblast evropskih integracija i izazov u procesu pridruživanja. To proizlazi, odnosi na činjenicu da se jedna trećina celokupnog zakonodavstva EU odnosi na tu oblast. Probleme divljih deponija ima skoro svaka opština u Srbiji, a razlozi nastanka takvih smetlišta, najčešće u parkovima prirode i uz vodne sli-vove, su nepostojanje zaokruženog sistema upravljanja otpadom, nedovoljan broj sanitarnih deponija, izbegavanje nesavesnih kompanija i građana da svoj otpad, građevinski materijal i šut odlažu na regularne deponije kako bi izbegli plaćanje naknada, kao i izostanak svesti građana o značaju zaštite životne sredine [14].

Prema zakon o upravljanju otpadom i zakonu o ambalažnom otpadu, kao i ostali podzakonski akta proistekla iz njih propisuju evropske standarde, odnosno smanjenje biorazgradljivog otpada na deponijama za 25% do 2016. godine, za 50 % do 2019. godine i za 65% do 2026. godine. Zakon takođe propisuje da ono što se naplati, mora i da se vrati u industriju reciklaže. Problemi upravljanja otpadom, prilično su diperni. To znači da nisu jednako i ravnomerno izraženi u svim lokalnim samoupravama, a sprovođenje aktivnosti na uvođenju integralnog sistema zavisi prvenstveno od ekonomske strukture pojedine opštine. Prema Strategiji za upravljanje otpadom za period 2010-2019-e planirano je formiranje 26 regionalnih cen-

tara za upravljanje otpadom, gde je planirano da se vrši separacija reciklabilnog otpada, a otpad koji nema upotrebnu vrednost da se odlaže na sanitarne deponije. Ovakvi regionalni centri će implementirati principe integralnog sistema upravljanja otpadom i pružiti mogućnost uvođenja novih tehnologija u preradi otpada. Još, krajem 2009.godine, uvedene su podsticajne mere u vidu davanja određenih finansijskih sredstava firmama koje tretiraju otpadne gume, a godinu dana kasnije električnog i elektronskog otpada, akumulatora i ulja.

Reciklaža je jedno od najvažnijih pitanja u procesu pristupanja EU. To upućuje na zaključak da Srbija ima obavezu da u potpunosti reši problem upravljanja otpadom, a time i reciklaže. Zaštita životne sredine je, pored poljoprivrede, jedna od najznačajnijih oblasti u zakonodavstvu EU i čak trećina propisa koje je trebalo uskladiti odnosili su se upravo na tu oblast.

Potencijal reciklažne industrije u Srbiji je mnogo veći nego što je trenutno situacija na teren. Prema dostupnim podacima, u Srbiji se reciklira svega 15%. Ova cifra je mnogo manja u poređenju sa situacijom u Sloveniji.

## 5. ZAKLJUČAK

Nedovoljno razvijen sistem sakupljanja otpada za reciklažu i izvoza neprerađenog otpada u zemlje u okruženju, negativno utiče i na rad fabrika za reciklažu otpada u Srbiji koje se suočavaju sa nedostatkom sirovina za preradu čime je ugroženo njihovo poslovanje.

Slovenija je ostvarila dobar napredak u upravljanju otpadom u pogledu odvojenog prikupljanja otpada, smanjenju količine otpada koji odlazi na deponiju i povećanju tretmana i reciklaže otpada.

U Srbiji ne postoji razvijena infrastruktura za upravljanje otpadom. Odlaganje otpada na deponije je jedini način organizovanog postupanja sa otpadom. Veliki broj opština/gradova ima sopstvenu deponiju - smetlište. Kapacitet postojećih deponija – smetlišta je u većini opština već popunjen, dok većina deponija ne zadovoljavaju ni minimum tehničkih standarda. Srbija je podeljena na 26 regiona za upravljanje otpadom.

## LITERATURA

- [1] EC, 2011: Commission Decision of 18 November 2011, Establishing rules and calculation methods for verifying compliance with the targets set in Article 11(2) of Directive 2008/98/EC of the European Parliament and the Council.
- [2] EC, 2012: Member States' reporting to the Commission according to Council Directive 1999/31 of 26 April 1999 Landfill Directive and Commission Decision 2000/738/

- [3] EC concerning a questionnaire for Member States reports on the implementation of Directive 1999/31/EC on the landfill of waste. Email from the Commission to the EEA on 16 February, 2012. EEA, 2010: 'The European environment – state and outlook 2010'
- [4] I. Bakas, M. Sieck, T. Hermann, F. M. Andesen, H. Larsen and A. Reichel, "Projections of Municipal Waste Management and Greenhouse Gases," ETC/SCP, 2011.
- [5] ETC/SCP working paper 4/2011. Copenhagen, Denmark, 89 pp. <http://scp.eionet.europa.eu/publications/2011WP4>.
- [6] ETC/SCP, 2012: Christian Fischer, Mathias Lehner and David Lindsay McKinnon, "Overview of the use of landfill taxes in Europe," ETC/SCP Working paper 1, 2012. [http://scp.eionet.europa.eu/publications/WP2012\\_1](http://scp.eionet.europa.eu/publications/WP2012_1).
- [7] SEA, 2010: 'Environmental indicators in Slovenia', Slovenian Environment Agency, [http://kazalci.arso.gov.si/?data=indikator&ind\\_id=367&lang\\_id=94](http://kazalci.arso.gov.si/?data=indikator&ind_id=367&lang_id=94).
- [8] SEA, 2012: Slovenian Environment Agency; E-mails sent on 20 July 2012, 10 August 2012 and 4 September 2012. SLO, SEA, 2012: Information received during the Eionet consultation of the paper. ESlovenia, 2012: '
- [9] EEA MSW model: past, present and future waste management', Slovenia\_EEA Waste Implementation Questionnaire-final\_25jun2012,
- [10] National Waste Management Strategy, 2010-2019 ("Official Gazette of RS", No. 29/10)
- [11] Zakon o zaštiti životne sredine („Službeni glasnik RS”, br. 135/04, 36/09, 36/09 - dr. zakon i 72/09 - dr. zakon).
- [12] Pravilnik o utvrđivanju usklađenih iznosa naknade za zagađivanje životne sredine („Službeni glasnik RS”, broj 5/10) koji utvrđuje godišnje iznose naknade, između ostalog, za odloženi neopasni industrijski otpad i proizvedeni opasni otpad.
- [13] Pravilnik o metodologiji za izradu integralnog katastra zagađivača („Službeni glasnik RS”, broj 94/07).
- [14] Pravilnik o bližim uslovima i postupku za dobijanje prava na korišćenje ekološkog znaka, elementima, izgledu i načinu upotrebe ekološkog znaka za proizvode, procese i usluge („Službeni glasnik RS”, broj 3/09).

## PROCENA RIZIKA ZA RADNO MESTO PRESAR-LIMAR RISK ASSESSMENT FOR WORKING PLACE PRESSER-TINMAN

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

**Sadržaj** - Oštećenja zdravlja, umanjene ili gubitak radne sposobnosti, materijalni troškovi zbog nadoknade bolovanja, lečenja, rehabilitacije, invalidnosti, umanjene životnih aktivnosti, poremećaji u porodici, ometanje radnog procesa, opadanje produktivnosti i kvaliteta rada izazvano povredama na radu čine problem povreda na radu veoma aktuelnim. Radna mesta u metaloprerađivačkoj industriji spadaju u radna mesta sa većim rizikom, kod kojih vrlo često dolazi do invaliditeta ali i smrti. U radu je izvršena procena rizika primenom Kinney metode za radno mesto presar-limar i date su preventivne mere za bezbedan i zdrav rad.

**Ključnereči:** Bezbednost i zdravlje na radu. Kinney metoda. Radno mesto presar-limar.

**Abstract** - *Damage to health, impairment or loss of working ability, material costs due to sickness, treatment, rehabilitation, disability, impairment of life activities, family disorders, disruption of the work process, loss of productivity and quality of work caused by injuries at work make the injuries at work very current. Workplaces in the metal processing industry fall into a risk, a code that often disavows but also dies. This paper evaluates the risk by using the Kinney method for the workplace presser-tin man and provides measures for safe and healthy work.*

**Key words:** Occupational safety and health. Kinney method. Workplace presser-tin man.

### 1. UVOD

Povrede na radu su česta pojava svake ljudske delatnosti i jedan od glavnih zdravstvenih, ekonomskih i privrednih problema modernog društva. Njihove posledice ne pogađaju samo povređenog radnika, već i njegovu porodicu, radnu organizaciju i celokupno društvo. Oštećenja zdravlja, umanjene ili gubitak radne sposobnosti, materijalni troškovi zbog nadoknade bolovanja, lečenja, rehabilitacije, invalidnosti, umanjene životnih aktivnosti, poremećaji u porodici, ometanje radnog procesa, opadanje produktivnosti i kvaliteta rada izazvano povredama na radu čine problem profesionalnog traumatizma veoma aktuelnim [1]. Smatra se da je povređivanje na radu vodeći uzrok smrti za populaciju do 37. godine života, a da se za celokupno stanovništvo nalazi na trećem mestu, posle kardiovaskularnih i malighnih oboljenja [1-3].

Jedna od grana industrije u kojoj najviše dolazi do povreda radnika se teškim povredama ekstremiteta jeste metaloprerađivačka industrija. Razlog tome jeste što se u ovoj grani industrije koriste mašine i uređaji velike udarne snage ili/i velike snage za oblikovanje ili odvajanje materijala. Prilikom kontakta ekstremiteta ili delova ruke sa radnim delovima mašine dolazi do teških povreda (višestrukih preloma) što za posledicu ima amputaciju. Kako bi se smanjila verovatnoća nastanka povreda kod radnih mašina (presa) u ovoj grani industrije posebna pažnja se poklanja preventivnim merama za bezbedan i zdrav rad.

U radu je izvršena procena rizika za radno mesto presar-limar primenom KINNEY metode. Takođe, su prikazane mere za smanjenje rizika od izloženosti opasnostima i štetnostima.

### 2. HIDRAULIČNE PRESE

Tehnologija prerade metala deformisanjem je moderan vid prerade metala koji se primenjuje u gotovo svim pogonima u metaloprerađivačkoj industriji. od robe široke potrošnje, pa do delova u avionskoj industriji. Najčešće korišćene mašine su: makaze, hidraulične prese, čekići, itd. Najzasupljenije mašine za obradu deformisanjem su hidraulične prese. Hidraulične prese su mašine statičkog dejstva u kojih se potencijalna energija tečnosti pod pritiskom pretvara u mehanički rad. Njihova glavna karakteristika je sila, čijim dostizanjem maksimuma prestaje proces deformisanja. U pogledu namene hidraulične prese se dele na:

1. Prese za oblikovanje lima – koje se koriste za obradu razdvajanjem, savijanjem, dubokim izvlačenjem, razvlačenjem itd.

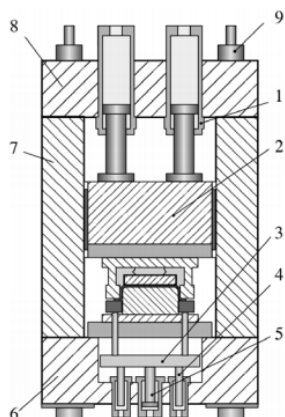
2. Prese za zapreminsko oblikovanje – koje se koriste za slobodno kovanje, kovanje u kalupu, ispravljavanje i kalibrisanje, istiskivanje cevi i profila, istiskivanje komadnih delova, utiskivanje gravura itd.

3. Hidraulične prese specijalne namene – prese za hidrostatičku obradu, za izostatičko presovanje praha, prese za montažu itd.

4. Hidraulične prese za nemetale – za gumu, plastiku, drvo, papir, tekstil, kožu i dr [4].

Na slici 1 prikazana je hidraulična presa jednostrukog dejstva sa jastukom za izvlačenje, koja se sastoji iz sledećih sklopova: 1 – radni cilindar, 2 – pritiskivač, 3 – ploča jastuka, 4, 5 – cilindri jastuka za izvlačenje, 6 – donja traverza (sto

prese), 7 – stubovi, 8 – gornja traverza, 9 – zavrtanj za prednaprezanje stubova prese [4].



Slika 1. Hidraulična presa jednostrukog dejstva [4].

### 3. METODOLOGIJA PROCENE RIZIKA PREMA KINNEY METODI

Na osnovu prikupljenih podataka i prepoznatih, odnosno utvrđenih opasnosti i štetnosti i utvrđene liste opasnosti i štetnosti u radnoj okolini na svakom radnom mestu, izborom i primenom odgovarajućih metoda vrši se procenjivanje rizika - verovatnoće nastanka i težine povreda na radu, oštećenja zdravlja ili oboljenja zaposlenog. Procena rizika zasniva se na analizi verovatnoće nastanka i težine moguće povrede na radu, oštećenja zdravlja ili oboljenja zaposlenog u vezi sa radom prouzrokovanih na radnom mestu i u radnoj okolini [5-8].

Pre pristipanju proceni rizika neophodno je izabrati metodologiju procene rizika. Postoje različite metodologije procene rizika: Guardmaster, Kinney, Pilz, Wko, Auva, itd. U ovom radu će biti primenjena Kinney metoda za procenu rizika.

Kinney metoda sagledava tri kriterijuma koji se analiziraju [9]:

1. Posledice-težina povreda ili oboljenja (**T**) tabela 1.
2. Verovatnoća- nastanka neželjenog događaja (**V**) tabela 1.
3. Učestalost-vreme izlaganja opasnostima ili štetnostima (**U**) tabela 2.

Tabela 2. Vrednosti ranga posledica, verovatnoća i učestalosti.

RANG	POSLEDICA (P)
1	Povreda ili bolest koja zahteva prvu pomoć i nikakav drugi tretman
2	Znatne - medicinski tretman od strane doktora
3	Ozbiljne – Invalidnost, pojedinačna ozbiljna povreda sa hospitalizacijom i izgubljenim danima
6	Veoma ozbiljne - Pojedinačna nesreća sa smrtnim ishodom
10	Katastrofalne - Višestruki smrtni ishod
RANG	VEROVATNOĆA (V)
0.1	Jedva pojmljivo
0.2	Praktično neverovatno
0.5	Postoji, ali malo verovatno
1	Mala verovatnoca, ali moguća u ograničenim slučajevima
3	Malo moguće

6	Sasvim moguće
10	Predvidivo, očekivano
RANG	UČESTALOST (U)
1	Izlaže se retko (godišnje)
2	Izlaže se mesečno
3	Izlaže se nedeljno
6	Izlaže se dnevno
10	Izlaže se trajno, kontinualno

Nakon analize ova tri kriterijuma pristupa se izračunavanju rizika, u kome se nivo rizika definiše kao proizvod posledica, verovatnoće i učestalosti.

$$R = T \times V \times U$$

Za svaku opasnost/štetnost vrši se rangiranje na osnovu nivoa (ranga) rizika koji su prikazani u tabeli 3:

Tabela 3. Vrednosti ranga nivoa rizika.

RANG	OPIS KLASIFIKACIJE
1	$R \leq 20$ Prihvatljiv
2	$20 < R \leq 70$ Mali; Potreban oprez, rešiti ga redovnom procedurom – radnim upustvom.
3	$70 < R \leq 200$ Umereni; Potrebne mere
4	$200 < R \leq 400$ Visoki; Potrebna brza reakcija od strane višeg rukovodstva, zahtevati poboljšanje od prvog pretpostavljenog.
5	$R > 400$ Ekstremni rizik; Prekinuti aktivnost; Potrebna momentalna akcija od strane najvišeg rukovodstava

Kada se proračunaju svi rizici, sagledava se svaka opasnost i štetnost, a najveći od njih se uzima kao merodavan za to radno mesto. Za radno mesto sa povećanim rizikom smatra se radno mesto za koje je izračunata vrednost rizika veća od 70.

#### 3.1. Analiza opasnosti i štetnosti

U tabeli 4. su prikazane sve opasnosti i štetnosti vezane za radno mesto presar-lomar, kao i njihove verovatnoće, učestalost nastanka i težina povreda.

Tabela 4. Prepoznate opasnosti i štetnosti.

Red. br.	PREPOZNATI RIZICI	PROCENA RIZIKA			
		P	V	U	R
<b>Mehaničke opasnosti koje se pojavljuju korištenjem opreme za rad</b>					
1	Nedovoljna bezbednost zbog rotirajućih ili pokretnih delova (modrice, nagnječenja, prelomi, amputacije)	6	3	10	180
2	Nemogućnost ili ograničenost pravovremenog uklanjanja sa radnog mesta(modrice, nagnječenja, prelomi, amputacije)	6	3	10	180
3	Slobodno kretanje materijala koji mogu naneti povredu zaposlenom	6	3	10	180
4	Unutrašnji transport	6	1	10	60
5	Kretanje radnih mašina	6	1	10	60
<b>Opasnosti koje se pojavljuju u vezi sa karakteristikama radnog mesta</b>					



6	Opasne površine – podovi, sve vrste gazišta, površine sa kojima zaposleni dolazi u dodir i sl. (modrice, nagnječenja, posekotine)	2	3	10	60
7	Mogućnost klizanja i spoticanja (modrice, nagnječenja, prelomi)	2	3	10	60
8	Rad u skućenom, ograničenom ili opasnom prostoru (između dva ili više fiksiranih delova, između pokretnih delova ili vozila, rad u zatvorenom prostoru koji je nedovoljno osvetljen ili provetran, i sl.)	2	3	10	60
<b>Hemijske štetnosti i dimovi</b>					
14	Hemijske štetnosti, prašina i dimovi (udisanje, gušenje, unošenje u organizam, prodor u telo kroz kožu)	3	3	10	90
<b>Fizičke štetnosti</b>					
16	Buka i vibracije	3	1	10	30
<b>Štetnosti koje nastaju korišćenjem opasnih materija</b>					
17	Druge štetnosti koje se pojavljuju u radnom procesu, a koje mogu da budu uzrok povrede na radu zaposlenog, profesionalnog oboljenja ili oboljenja u vezi sa radom	3	3	10	90
<b>Štetnosti koje proističu iz psihofizičkih napora</b>					
18	Nefiziološki položaj tela (dugotrajno stajanje)	3	1	10	30
19	Napori ili telesna naprezanja - dugotrajne povećane telesne aktivnosti i sl	2	1	10	30
<b>Štetnosti koje proističu iz psihičkih napora</b>					
20	Psihološka opterećenja - stres	2	3	6	36
21	Psihološka opterećenja - monotonija	2	3	6	36
22	Intenzitet u radu	2	1	10	30
23	Prostorna uslovnjenost radnog mesta	2	1	10	30
24	Nedovoljna motivacija za rad	2	1	10	30
<b>Štetnosti vezane za organizaciju rada</b>					
25	Rad u smenama, a duži od punog radnog vremena	2	3	6	36

Na osnovu gore izloženog, radno mesto preser-limar je mesto sa uvećanim rizikom, obzirom da nivo rizika za dve opasnosti prelazi 70 (nivo rizika vezan za korišćenje opreme za rad je u oba slučaja je 180).

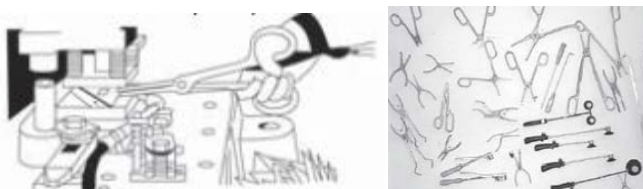
#### 4. MERE ZA SMANJENJE RIZIKA OD OPASNOSTI I ŠTETNOSTI

Osnovni uslov da ne dođe do nastanka povrede je da se omogući bezbedno upravljanje mašinom. Pokretanje i zaustavljanje bilo koje mašine za obradu deformisanjem izvodi se aktiviranjem sistema upravljanja pomoću odgovarajućih aktuatora, najčešće dvoručnih aktuatora. Osnovne karakteristike dvoručnog upravljanja su: da istovremeno dvoručno aktiviranje predstavlja uslov za početak radnog ciklusa.

Aktuatori za dvoručno upravljanje mašinom moraju biti postavljeni tako da ne postoji mogućnost njihovog aktiviranja pomoću jedne ruke; i oba aktuatora moraju biti opterećeni dovoljno dugo tako da omoguće da se radna operacija završi

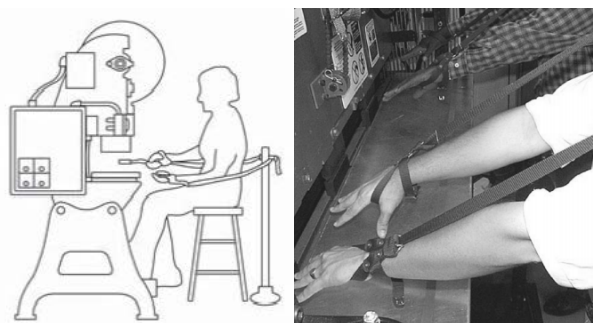
do kraja. Vrlo često se dvoručna upravljanja kombinuju sa nožnim aktuatorima (jednostrukim ili dvostrukim) [10].

Posebna pažnja se poklanja ugradnji sigurnosnih sistema koji sprečavaju da u toku rada delovi tela dođu u radnu zonu, kao i sigurnosnih kočnica koje blokiraju rad. Bez obzira na sistem koji se koristi obavezna je upotreba pribora (pinceta, hvataljki, klešta, itd.), kao što je prikazano na slici 2, kad god to tehnološki postupak dozvoljava.



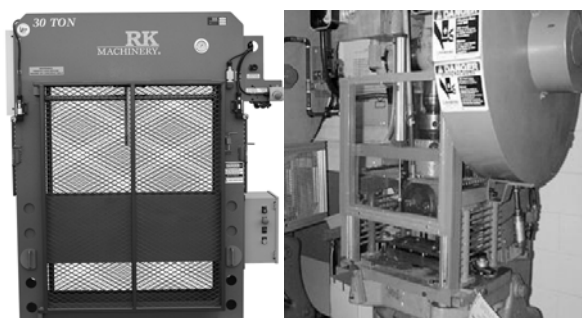
Slika 2. Pomoćni pribori

U najjednostavnije sisteme zaštite spadaju sistemi za vraćanje unazad ili *pullback* sistemi uz obavezno korišćenje pinceta, hvataljki, klešta, itd. Ovi sistem rade na principu ograničavanja kretanja ekstremiteta, kao što je prikazano na slici 3.



Slika 3. Pullbak sistem.

U nešto složenije sisteme spadaju zaštitne ograde sa blokadom (ograde od žice ili pleksiklasa) koji sprečavaju da u toku radnih operacija operater pristupi radnom delu mašine kao što je prikazano na slici 4. Takođe, njihova uloga je da prilikom njihovog pomeranja stopiraju rad mašine.

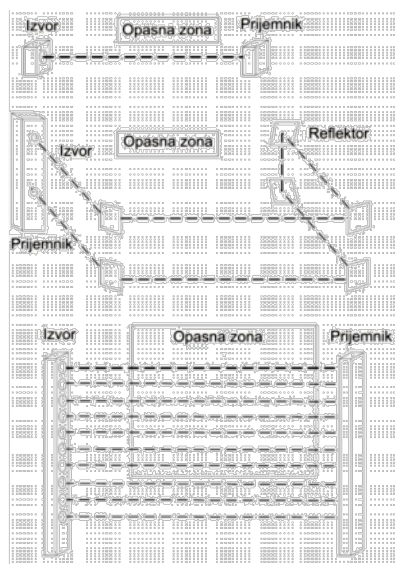


Slika 4. Hidraulična presa jednostrukog dejstva.

U složene sisteme zaštite spadaju senzorski sistemi zaštite. Oni se mogu podeliti u sledeće grupe:

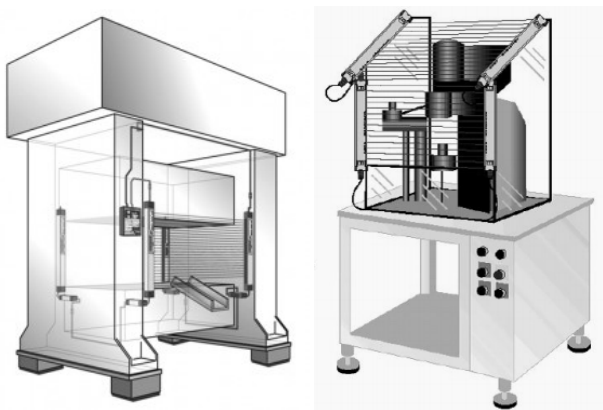
1. Fotoelektrični;
2. Ultrazvučni;
3. Laserski;
4. Elektromagnetni itd [10].

Princip rada ovakvih sistema prikazan je na slici 5.



**Slika 5.** Uređaji sa sensorima [10].

Najčešće se koriste fotoelektrični i laserski sistemi. Oni pružaju najefikasniju zaštitu i značajno olakšavaju rad operaterima na mašinama što pozitivno utiče na samu produktivnost. Neki od laserskih sistema zaštite prikazani su na slici 6 [10].



**Slika 6.** Fotoelektrični i laserski sistemi zastite.

I pored primene svih tehničkih i sigurnosnih mera za bezbedan i zdrav rad osnovni uslov je i kontinuirano stručno osposobljavanje ljudi za rad na mašinama. Osposobljavanje treba vršiti pre početka rada, ali i periodično kako bi se radnici podsetili i obratili pažnju na sve opasnosti i štetnosti koje su vezane za radno mesto.

## ZAKLJUČAK

Na osnovu sprovedene analize i procene rizika prema Kinney metodi, utvrđeno je da je radno mesto presar-limar, radno mesto sa uvećanim rizikom, pa se stoga moraju propisati mere koje bi smanjile nivo rizika i mogućnost nastanka povrede.

Pored zakonskih mera koje podrazumevaju obaveznu upotrebu ličnih zaštitnih sredstava (radnog odela, rukavica, šlemovi, itd.) sve radne mašine moraju biti opremljene sistemom za bezbedno upravljanje. Najbolji vid zaštite pruža dvoručni sistem upravljanja sa nožnim aktuatorom koji onemogućava izvršavanje radnog procesa bez trostrukog kontakta

(istovremeni pritisak obe ruke i nožno startovanje radne operacije).

Takođe, mašine treba da budu opremljene i senzorskim sistemima zaštite. Ovakvi sistemi pružaju odličnu zaštitu i potpuno sprečavaju izvršavanje radne operacije ako se u opasnoj zoni nađe bilo koji deo tela ili pribora.

Međutim, neophodno je naglasiti da i pored primene svih obavezujućih zakonskih tehničkih mera, mogućnost nastanka neželjenog događaja (povrede) se ne eliminiše u potpunosti već se svodi na minimum.

## LITERATURA

- [1] P. Babović, „Povrede na radu kao indikatori neadekvatnih uslova rada i radne sredine,“ *Acta Medica Medianae*, Vol. 48 (4), 2009.
- [2] J. J. Sheu, J. S. Hwang, J.D. Wang, “Diagnosis and monetary quantification of occupational injuries by indices related to human capital loss: analysis of a steel company as an illustration,“ *Accid Anal Prev.*, Vol. 32 (3), pp. 435-443, 2000.
- [3] A. Bowen, V. Neumann, M. Conner and A. Tennant, “Chamberlain MA. Mood disorders following traumatic brain injury: identifying the extent of the problem and the people at risk,“ *Brain Inj* 1998; Vol. 12 (3), pp. 177- 90.
- [4] D. Vilotić, *Mašine za obradu deformisanjem II deo Hidraulične prese i čekići*, Univerzitet u Novom Sadu Fakultet tehničkih nauka Departman Za Proizvodno Mašinstvo, Novi Sad, 2013.
- [5] Pravilnik o načinu i postupku procene rizika na radnom mestu i u radnoj okolini („Sl. glasnik RS,“ br. 72/2006, 84/2006 - ispr., 30/2010 i 102/2015).
- [6] Pravilnik o preventivnim merama za bezbedan i zdrav rad na radnom mestu ("Sl. glasnik RS", br. 21/2009).
- [7] Pravilnik o preventivnim merama za bezbedan i zdrav rad pri korišćenju opreme za rad („Sl. glasnik RS,“ br. 23/2009, 123/2012 i 102/2015).
- [8] Pravilnik o preventivnim merama za bezbedan i zdrav rad pri korišćenju sredstava i opreme za ličnu zaštitu na radu („Sl. glasnik RS,“ br. 92/2008).
- [9] V. Božić-Trefalt, S. Kosić, B. Nikolić, *Priručnik za polaganje stručnog ispita o praktičnoj osposobljenosti lica za obavljanje poslova bezbednosti i zdravlja na radu i poslova pregleda i ispitivanja opreme za rad i ispitivanja uslova radne okoline*, Knjiga 2, Novi Sad, 2013.
- [10] D. Vilotić, M. Lančak, *Mašine za obradu deformisanjem – Krivajne prese*, Univerzitet u Novom Sadu Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2010.

## ISTORIJSKI RAZVOJ SAKUPLJANJA I TRANSPORTA OTPADA

### HISTORICAL DEVELOPMENT OF COLLECTION AND TRANSPORTATION OF WASTE

Boban Cvetanović, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

**Sadržaj** – *Posmatrajući sakupljanje i odvoženje otpada, od samih početaka ovih aktivnosti pa do danas, mora se reći da su one doživele neverovatan napredak i razvoj, kako u tehničkom, tako i u organizacionom smislu. Od Starog, preko Srednjeg, pa do Novog veka i Modernog doba, sakupljanje je prešlo put od ručnog prenošenja do upotrebe savremenih sredstava za sakupljanje i transport. Ovaj rad daje hronološki pregled razvoja ovih aktivnosti, vrlo značajnih za stanje životne sredine i zdravlje ljudi.*

**Ključne reči:** Istorijski razvoj. Sakupljanje. Transport. Otpad.

**Abstract** - *Observing the collection and disposal of waste, from the very beginnings of these activities to the present, it must be said that they have experienced incredible progress and development, both in technical and organizational terms. From the Old, through the Middle, to the New Century and the Modern Age, the collection has crossed the road from manual transmission to the use of modern means of collection and transport. This paper provides a chronological overview of the development of these activities, which are very important for the state of the environment and human health.*

**Key words:** Historical development. Collection. Transport. Waste.

#### 1. UVOD

Sakupljanje otpada (eng. waste collection) predstavlja prikupljanje otpada, uključujući i preliminarno razvrstavanje i skladištenje otpada za potrebe transporta do postrojenja za upravljanje otpadom.

Sakupljanje otpada predstavlja najstariju aktivnost u sistemu upravljanja otpadom. Istorijski gledano, svrha sakupljanja otpada, na samom početku, bila je uklanjanje otpada iz dvorišta i sa ulica grada, sa ciljem poboljšanja higijene u naseljenim mestima i sprečavanje širenja bolesti i zaraza. Danas, sakupljanje otpada, pored osnovnog zadatka obezbeđenja čiste životne i radne sredine, istovremeno pruža i logistički okvir za izdvajanje reciklabilnih materija iz otpada.

Nagomilavanje otpada se, kao problem, javlja još 10.000 godina pre nove ere kada su ljudi počeli da se pomeraju iz svojih nomadskih staništa i da osnivaju prve primitivne zajednice. Povećana gustina stanovništva rezultirala je većom količinom otpada, koncentrisanom na manjem području. Arheološke studije pokazuju da je prvo stanovništvo u Severnoj Americi, na području današnje američke države Kolorado, oko 6500 godina pre nove ere, proizvodilo oko 2,5kg otpada dnevno po glavi stanovnika.

Ovaj rad daje pregled istorijskog razvoja aktivnosti sakupljanja i odvoženja otpada, od prvih pokušaja organizovanja sistema upravljanja otpadom u Starom veku, pa sve do današnjih dana.

#### 2. AKTIVNOSTI SAKUPLJANJA OTPADA U STAROM I SREDNJEM VEKU

##### 2.1. Stari vek (4000. g. pne – 476. g. ne)

Iako se, u ovom periodu, ne može govoriti o nekom ozbiljnijem sistemu upravljanja otpadom, ipak treba spomenuti da je prva, improvizovana, deponija formirana još 3000 godina pre nove ere, na ostrvu Krit. U svrhu odlaganja otpada, jedinstveno je iskopana ogromna rupa i punjena otpadom.

Oko 500 godina pre nove ere, stanovnici Atine su razvili jednu od prvih gradskih deponija u zapadnom svetu. Deponija je bila udaljena više od kilometar od grada, a od građana se zahtevalo da svoj otpad moraju sami odnositi na deponiju van grada.

Oko 200 godine nove ere, Rimljani su uspostavili prvi prosti sistem ili formu za sakupljanje otpada. Timovi sačinjeni od dvojice muškaraca su prikupljali otpad sa ulica Rima i ubacivali u kolica.

Iz ovog perioda treba spomenuti i relativno uređen sistem sakupljanja i skladištenja otpada kod Indijanaca Centralne Amerike, u periodu od 200 do 900 godine nove ere. Ovde se javljaju i prvi problemi vezani za požare i eksplozije na deponijama.

##### 2.2. Srednji vek (476. g. – 1492. g.)

Nekontrolisano odbacivanje hrane i drugog čvrstog otpada, odnosno praksa da se otpad izbacuje na ulice i prazno zemljište u Srednjem veku, dovelo je do naglog porasta populacije



pacova i pojave zaraznih bolesti. Sve ovo je imalo za posledicu epidemiju Crne kuge, koja je u periodu od 1346. do 1353.godine, izazvala, u Evropi, smrt 75 do 100 miliona ljudi.

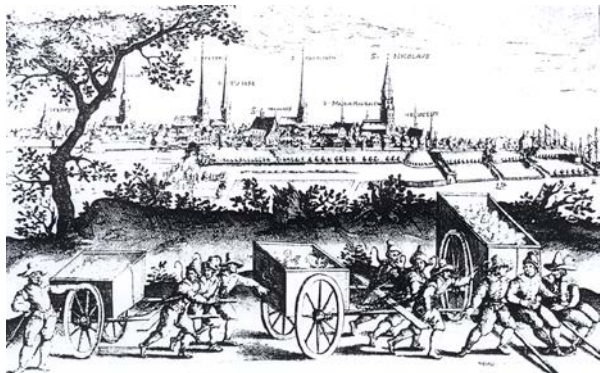
U ovom periodu, u Velikoj Britaniji se pojavljuju i prvi profesionalni smetlari nazvani grabuljari (eng. rakers), čiji je posao bio da skupljaju smeće u korpe, jednom nedeljno. Negde oko 1350.godine, Velika Britanija donosi zakon kojim se građanima propisuje da moraju imati čisto dvorište, a nešto kasnije i zakon kojim se građani obavezuju da otpad moraju ostavljati na tačno određeno mesto, kako bi njegovo uklanjanje bilo efikasnije. Ipak, ovi zakoni se nisu ozbiljno primenjivali u praksi, najviše zbog slabe motivisanosti i svesti građana o pravilnom upravljanju otpadom. Građanima se nudila opcija da svoj otpad pokopaju, spale ili jednostavno gomilaju. Većina otpada se spaljivala, pa su požari bili redovna pojava u većim engleskim gradovima.

Još jedan zakon dolazi iz Britanije, u ovom periodu. Naime, Engleski parlament je, 1388.godine, zabranio bacanje otpada u reke i druge vodotokove.

### 3. AKTIVNOSTI SAKUPLJANJA OTPADA U NOVOM VEKU I SAVREMENOM DOBU

#### 3.1. Novi vek (1492. g. – 1917. g.)

U Nemačkoj je, na početku 17.veka, uveden sistem sakupljanja otpada, u kome su učestvovali zatvorenici. Oni su, pomoću kolica, sakupljali otpad u naseljenim mestima i odvozili van grada (slika 1.).



Slika 1. Zatvorenici sakupljaju otpad (Hamburg, 1609. – gravura).

Prvi značajan zakon u ovoj oblasti, u novom veku, donešen je 1634.godine, u Novom Amsterdamu (danas Menhetn u Njujorku) i Bostonu. U pitanju je bio zakon protiv odlaganja otpada na ulicama, usled velikog broja bolesti ljudi izazvanih nehigijenskim uslovima žiovtva. Naime, glavne zanatlije tog vremena, kožari, mesari i sapundžije, pokazivali su malo zabrinutosti zbog uticaja odlaganja njihovih ekstremno štetnih otpada na ljude i životnu sredinu, pa su otpad, po ugledu na Englesku, jednostavno bacali na ulice i vodene puteve.

I pored donešenih zakona, kao i zastrašujućih razmera kuge i njenim katastrofalnim posledicama, raznovrsni otpad je i dalje odlagan direktno na ulice, sve do kraja XVIII veka. Tek u XIX veku se, u Londonu, otpočelo sa kontrolisanim sakupljanjem i odlaganjem otpada od hrane, što je predstavljalo pokušaj kontrole razvoja nosilaca zaraze.

No, ovaj prvi ekološki pozitivan pomak na planu odlaganja otpada, izazvao je drugi ekološki problem. Engleski

potoci i reke su postali rezervoari za odlaganje otpada. Tako je 1831. godine u Londonu na primer, umesto od kuge, koja je vekovima pre toga bila redovna pojava, stradalo 50 hiljada ljudi od kolere, bolesti uzrokovane zagađenom vodom. Zvanični podaci iz 1839.godine, govore da je na svaku osobu, umrlu od starosti ili nasilja, dolazilo čak osam osoba, umrlih od bolesti izazvanih zagađenom vodom ili od otpada. Neprijatni mirisi koji su se širili iz reke Temze, činili su život u Londonu sredinom XIX veka, gotovo nepodnošljivim. Količine nastalog čvrstog otpada se povećala, a pojavio se i industrijski otpad, kao rezultat industrijske revolucije krajem XVIII veka.

Sa pojavom povećanog korišćenja uglja (samo u Londonu trošeno 3,5 miliona tona godišnje), javio se i problem velikih količina pepela. Kako bi se organizovalo odnošenje pepela i sprečilo zagađenje zemlje i voda, u Velikoj Britaniji je donešen i Zakon o javnom zdravlju, 1875.godine. Stvoren je koncept posuda za skladištenje pepela, koje su se odnosile jednom nedeljno.

Na kraju 19.veka, u većini velikih gradova, situacija sa otpadom postala je nepodnošljiva. Nije bila neuobičajena pojava da mrtve životinje leže nedeljama na ulicama, pri čemu nije bilo interesovanja građanstva da leševe uklone, bez obzira na opasnost od širenja zaraze (slika 2.).



Slika 2. Ulice Njujorka 1890.godine.

U Njujorku je 1881. godine, formirano Odeljenje za čišćenje ulica, popularno nazvano "Bela krila" (eng.white wings), zbog belih uniformi, koje su nosili (1929.godine promenilo je ime u Sanitarno odeljenje).



Slika 3. „Bela krila” čiste ulice Njujorka u pratnji policije (oko 1890. godine).

Prvih godina svog postojanja, Odeljenje je slabo funkcionisalo, uglavnom zbog malog broja zapošljenih radnika i ogromnih količina otpada. Dodatni problem predstavljali su nezadovoljni stanovnici pojedinih stambenih

čtvrtni koji su, ne shvatajući značaj uklanjanja otpada sa ulica, ometali i čak napadali radnike Odeljenja za čišćenje, te su čistači, u početku, morali imati i pratnju policije (slika 3.).

Jedno od značajnijih dostignuća uopšte, u oblasti upravljanja otpadom, upravo je iz ovog perioda. Naime, u celoj Britaniji, izgrađeno je nekoliko stotina spalionica otpada, koje su osim smanjenja količina otpada, imale i mnogo veći značaj jer su generisale električnu energiju iz dobijene pare. Prvi američki insinerator izgrađen je 1885.godine, u Njujorku (Governors Island, New York).

I na početku XX veka, problem deponovanja otpada nije bio rešen, a odlaganje na svim mogućim (i nemogućim!) lokacijama, bila je uobičajena praksa. Otpad je bacan u okean, močvare ili bilo kakvo slobodno zemljište (bacanje komunalnog otpada u okean, u SAD je zabranjeno 1934.godine, odlukom Vrhovnog suda).



**Slika 4.** Bacanje otpada u okean (Njujorška luka, oko 1880. godine).

Početkom dvadesetog veka, u Evropi i Americi, počeo je da funkcioniše sistem odnošenja otpada, a veliki napredak je predstavljalo korišćenje konjske zaprege, čime je efikasnost transporta otpada, značajno povećana. U funkciji su bile dve opcije sakupljanja, sa posudama (kantama) koje su se menjale i kantama koje su se praznile.

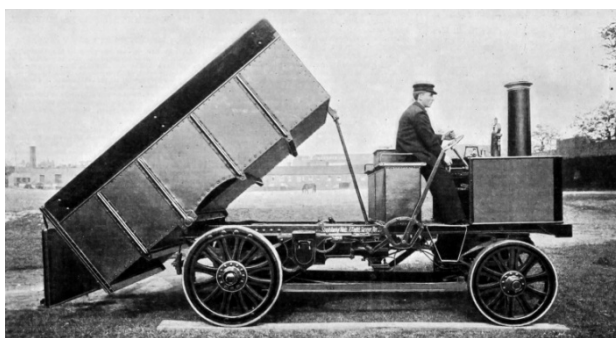


**Slika 5.** Sakupljanje otpada u Nemačkoj, početkom XX veka.

Počev od 1914.godine, posle mnogo neuspešnih pokušaja, širom SAD i Kanade pušteno je u rad čak oko 300 spalionica, čime je ta opcija uklanjanja otpada postala vrlo popularna. Takođe, kao značajni napredak tih godina predstavlja i zamena konjske zaprege motornim vozilima i naročito organizacija prvih deponija.

Prvo komercijalno vozilo za otpad, na parni pogon, pojavilo se 1897.godine. Proizvođač je bila firma Tornikroft (*Thornycroft Steam Wagon and Carriage Company*), a radilo

se o jednostavnom vozilu koje je služilo za sakupljanje kućnog otpada, pepela i prašine, a imalo je mogućnost kipovanja otpada (slika 6.).



**Slika 6.** Prvo vozilo za sakupljanje otpada, na parni pogon (1897.godina).

Sledećih dvadesetak godina sva vozila su bila slične konstrukcije, pri čemu je veliki problem predstavljalo širenje neugodnih mirisa i ispadanje otpada iz vozila, s obzirom da se radilo o otvorenim konstrukcijama. Problem je predstavljalo i podizanje kanti sa otpadom, koje je vozač morao ručno ubacivati u kamion.

### 3.2. Savremeno doba (1917. g. do danas)

Već od dvadesetih godina prošlog veka, pokrivena vozila počinju da se primenjuju u Evropi i Severnoj Americi, a zatim i šire u svetu. Iako se radilo o druskim vozilima sa nadograđenim prostim konstrukcijama za smeštaj otpada, ipak su ta vozila predstavljala značajan napredak u odnosu na otvorena vozila jer su sprečavala prolivanje otpadnih tečnosti i delimično prašinu i smrad, koji je naročito bio izražen u letnjem periodu. Kod ovih vozila je, i dalje, ostao problem sa podizanjem kanti sa otpadom, koje je vozač ili radnik morao svojom fizičkom snagom, podizati do visine ramena i ubacivati u kamion.



**Slika 7.** Prva pokrivena vozila za otpad.

Kasnih dvadesetih godina prošlog veka, razvijeno je nekoliko tehnika za podizanje posuda sa otpadom i ubacivanje u vozila.

Jedan od najznačajnijih datuma u istorijskom razvoju ovih vozila je 1938.godina, kada su uvedeni prvi primitivni kompaktori u ova vozila, sa mogućnošću udvostručivanja dotadašnjih kapaciteta. Prvo vozilo sa kompaktorom bilo je Load Packer (*Garwood industries*), koji je svoju najveću primenu imao u Detroitu, koji je bio najbliži grad proizvođaču ovih vozila. S obzirom na dvostruko veću efikasnost, ova vozila su se nakon II svetskog rata, počela koristiti u svim većim gradovima SAD, a razvoj savremenih i efikasnih



kompaktora, ostao je jedan od primarnih zadataka inženjerima i narednih tridesetak godina. Naime, sve do šesdesetih godina prošlog veka u većini evropskih, danas vrlo razvijenih zemalja, kućni otpad se i dalje sastojao od hrane i pepela iz peći. Kapaciteti vozila za prevoz otpada bili su, tada, gotovo potpuno iskorišćeni jer je težina takvog kućnog otpada bila velika. Međutim sa razvojem zemalja (i standarda građana), uvođenjem daljinskih sistema grejanja i smanjenjem količina bačene hrane, smanjila se i specifična težina kućnog otpada, često i manje od 100 kg/m<sup>3</sup>. Veliki deo kućnog otpada činila je jednokratna ambalaža (karton, plastika...), često ispunjena vazduhom, pa se dešavalo da vozilo kapaciteta npr. 30m<sup>3</sup>, drži samo 2 ili 3 tone otpada, što je daleko od korišćenja pravog kapaciteta tog vozila. Iz tog razloga, kompaktni sistemi ili jedinice sa većim ili manjim koeficijentom sabijanja, dobile su umnogome na značaju.

Šesdesetih i sedamdesetih godina, prošlog veka, popularni su bili tzv. kontinuirani kompaktori, koji su vršili konstantno sabijanje otpada. Nekoliko, tada poznatih proizvođača ponudilo je različita rešenja kako bi se što efikasnije otpad samleo i kompaktirao. Najčešće rešenje je bio veliki rotirajući bubanj, sličan mešalici za cement, sa zupčastim svrdlom za mlevenje i sabijanje otpada.

Ipak, kombinacija sigurnosnih problema i veća potrošnja goriva, dovele su do pada popularnosti ovih sistema.

Današnji kompaktori se uključuju prema potrebi, a u zavisnosti od otpada koji sakupljaju ova vozila imaju koeficijente sabijanja do 6 pa i više, čime otpad može dobiti gustinu i od 600-700 kg/m<sup>3</sup>. Važno je naglasiti da nisu sve vrste otpada pogodne za kompaktiranje. Staklo, kamenje, građevinski otpad i slično, uzrokovali bi prekomerno trošenje teškog i skupog sabirnog kamiona, a takvi su materijali toliko teški da je mnogo jednostavnije takav otpad transportovati jednostavnim, otvorenim kamionima, koji se mogu bez problema koristiti do punog kapaciteta.

Iako se smatra da je koncept automatizovanog načina sakupljanja otpada, novijeg datuma, ipak se još početkom sedamdesetih godina prošlog veka, pojavilo jedno takvo vozilo, zbog velikih dimenzija, popularno nazvano Godzila. Osim mogućnosti automatskog podizanja kontejnera sa prednje strane, ovo vozilo je bilo sposobno da, u jednom zahvatu, sakupi izuzetno veliku količinu otpada (slika 8).



**Slika 8.** „Godzilla”, prvo automatizovano vozilo za sakupljanje i transport otpada.

Ipak, tek od devedesetih godina prošlog veka, dramatično se menja tehnologija kamiona za sakupljanje i transport otpada

(tzv. autosmećara). Pojavljuju se različiti tipovi ovih vozila, koja imaju velike hidraulične mehanizme za podizanje kontejnera i moćne sisteme za sabijanje otpada.

Sa druge strane, još se nije vodilo previše računa o potrošnji goriva i zagađenju životne sredine. Shvatanjem značaja ovih karakteristika vozila, konstruktori su počeli da prave modele koji mogu da ispune stroge zahteve, naročito u pogledu emisije štetnih gasova.

Poslednji veliki korak u razvoju ovih vozila je pojava hibridnog smećarskog kamiona, koji osim manje potrošnje energenata i zagađenja vazduha, ima i osetno smanjeni nivo buke (slika 9).



**Slika 9.** Hibridni smećarski kamion.

Ovi kamioni koriste motor SUS samo pri transportu, dok se pri sakupljanju i kompaktiranju otpada, kada kamion stoji u mestu, koristi električni motor.

#### 4. ZAKLJUČAK

Možda se, na prvi pogled, čini da se sakupljanje i transport otpada, od samih početaka ovih aktivnosti do danas nisu bitnije promenili. Istina je da je samo cilj ostao isti, a to je brzo i efikasno sakupljanje i odvoženje otpada od mesta nastajanja do mesta odlaganja. Mora se reći da je, danas, težnja da se otpad ne samo deponuje već i da se pokuša iskoristiti kao energetski izvor, kroz ponovnu upotrebu ili reciklažu.

Napredak sakupljanja i odvoženja otpada kroz vekove je ogroman i u tehničkom i u organizacionom smislu. Danas se koriste mnogo kvalitetniji spremnici za odlaganje otpada i mnogo efikasnija vozila, nego pre samo tridesetak godina.

Čini se da najveći mogućnosti za napredak ovih aktivnosti leži u organizacionim aktivnostima, kao što je optimalno rutiranje vozila za sakupljanje i transport otpada i naravno u razvijanju svesti građana o značaju kvakitetne primarne selekcije otpada.

#### LITERATURA

- [1] G.E. Louis, “A historical context of municipal solid waste management in the United States,” *Waste Manag. Res.*, 22(4), pp. 306-322, Aug. 2004.
- [2] Jon Roberts, “A Brief History of Waste Regulation in the United States and Oklahoma,” *Oklahoma Department of Environmental Quality*, 2015.

**RELATIVNA FUNKCIJA KVALITETA SISTEMA  
ZA UPRAVLJANJE MEDICINSKIM OTPADOM**  
**QUALITY RELATIVE FUNCTION OF THE SYSTEM  
FOR MEDICAL WASTE MANAGEMENT**

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

**Sadržaj** – *Primenom paketa STATISTICA, u ovom radu izvršena je analiza medicinskog otpada KC u Nišu u odnosu na broj bolesničkih dana, kao mera za utvrđivanje postojanja svesti o unapređenju zdravstvene zaštite koja se pruža od strane zaposlenih Kliničkog centra Niš, ali i kao mera opšteg zdravstvenog stanja ljudi u Nišavskom okrugu u periodu od 2014.-2016. godine.*

**Ključne reči:** Medicinski otpad. Funkcija kvaliteta sistema za upravljanje medicinskim otpadom.

**Abstract** – *By applying the statistical package Statistica, this paper analyzes the medical waste KC in Niš compared to the number of hospital days as a measure for determining the existence of consciousness about improving the health care provided by the staff of the Clinical Center Niš, but also as a measure of general health people in Nišava district in the period from 2014 to 2016.*

**Key words:** Medical waste. Quality function of the system for medical waste management.

**1. UVOD**

Klinički centar Niš je ustanova sa kapacitetima tercijalne zdravstvene zaštite; obavlja visokospecijalizovanu specijalističko-konsultativnu i stacionarnu zdravstvenu, kao i obrazovnu i naučno-istraživačku delatnost, (u skladu sa zakonom o zdravstvenoj delatnosti). U svom sastavu ima 37 organizacionih jedinica i službi, sa ukupno 3.069 zaposlenih i 1.469 bolničkih kreveta, kao i 319 kreveta koji se nalaze u dnevnoj bolnici po organizacionim jedinicama.

U odnosu na broj povreda na radu, delatnosti zdravstvenih radnika zauzimaju okvirno središnju poziciju. U radu [1] data je analiza povreda na radu zdravstvenih radnika (lekara i medicinskih sestara) Kliničkog centra u Nišu usled neadekvatnih uslova rada i radne sredine, kao i povreda gde nema ovih faktora. Analza povreda na radu nezdravstvenih radnika, kao što su: pravni sektor, tehnička služba, služba za bezbednost na radu, radiološki tehničari, laboranti, ekonomska služba, odsek kuhinje, higijeničari i dr. u Kliničkom centru u Nišu prikazana je u radu [2], kao i uporedna analiza obe grupe radnika u radu [3].

Klinički centar Niš proizvodi više od 100 tona neopasnog otpada godišnje i više od 250 tona opasnog otpada godišnje. Upravljanje otpadom u Kliničkom centru Niš vrši se planski i na način kojim se obezbeđuje najmanji rizik po ugrožavanje zdravlja i života zaposlenih, kao i korisnika zdravstvene zaštite, ali i očuvanje životne sredine kontrolom i merama smanjenja zagađenja vode, vazduha i zemljišta, prevencijom narušavanja biljnog i životinjskog sveta u okruženju, smanjenjem opasnosti i rizika od nastajanja akcidenata, požara ili eksplozija, smanjenjem negativnih uticaja na

predela i prirodna dobra posebnih vrednosti i nivoa buke, kao i širenja neprijatnih mirisa. Primenom statističkog paketa STATISTICA, u ovom radu utvrđen je relativni odnos količine medicinskog otpada KC u Nišu i broja bolesničkih dana, kao mera za utvrđivanje postojanja svesti o unapređenju zdravstvene zaštite koja se pruža od strane zaposlenih Kliničkog centra Niš, ali i kao mera opšteg zdravstvenog stanja ljudi u Nišavskom okrugu u periodu od 2014.-2016. godine.

**2. ANALIZA ODNOSA KOLIČINE MEDICINSKOG  
OTPADA I BROJA BOLESNIČKIH DANA**

Na osnovu podataka o radu sistema za upravljanje infektivnim medicinskim otpadom, dobijenih iz evidencije KC Niš, mogu se napraviti sledeće tabele za period od 2014.-2016. godine. *Tabela 1* predstavlja podatke iz KC Niš, dok *Tabela 2* podatke iz ustanova za koje se vrši uslužno tretiranje otpada.

**Tabela 1.** *Upravljanje medicinskim otpadom u KC Niš.*

Период праћења	Kg отпада из установе	Болнички дани	Амбулантне посете	Повреде оштрицама*	Бр. инкулса стерилизације
2014.	186073	404939	539496	-	4440
2015.	215525	474436	586950	-	5360
2016.	258179	536241	632564	-	6247

\*Повреда оштрицама представља повреду при руковању медицинским отпадом.

U pogledu na date podatke iz *Tabela 1* i *2*, evidentno je da su svi parametri u posmatranom periodu, 2014.-2016. godine, u porastu. Činjenica je da je narod u Nišavskom regionu sve bolesniji i zato i raste broj bolesničkih dana. Kao posledica toga je i porast količine medicinskog otpada.

**Tabela 2.** *Uslužno tretiranje otpada iz drugih generatora otpada.*

Установа	Период	Кг инфективног отпада	Бр. интервенција	Повреде оштрицама*
Завод за трансфузију	2014.	2690	48000	-
	2015.	2755	48400	-
	2016.	2840	48860	-
Завод за заштиту здравља студената	2014.	2050	60879	-
	2015.	2145	67644	-
	2016.	2268	68523	-
Клиника за стоматологију	2014.	647	38401	-
	2015.	654	38756	-
	2016.	667	39103	-
Клиника за максилнофацијалну хирургију	2014.	120	2000	-
	2015.	136	2365	-
	2016.	145	2647	-
Институт Нишка бања	2014.	7385	6415	-
	2015.	7430	6815	-
	2016.	7484	7335	-
Клиника за специјалне болести Горња Топошца	2014.	4135	17315	-
	2015.	3915	16824	-
	2016.	4756	18257	-
Судска медицина Ниш	2014.	575	906	-
	2015.	542	830	-
	2016.	568	871	-

Utvrđivanjem relativnog odnosa količine medicinskog otpada koji se generiše i broja bolesničkih dana, odnosno, broja intervencija, moguće je utvrditi kvalitet sistema za upravljanje medicinskim otpadom.

Ako sa  $Mo(x)$  označimo relativni odnos količine medicinskog otpada u proizvoljnoj godini  $x$  i u posmatranoj (u odnosu na koju se vrši analiza) godini, a sa  $Bd(x)$  označimo relativni odnos broja bolesničkih dana u proizvoljnoj  $x$  i u posmatranoj godini, dobijamo funkciju kvaliteta sistema za upravljanje medicinskim otpadom definisanu jednačinom (1):

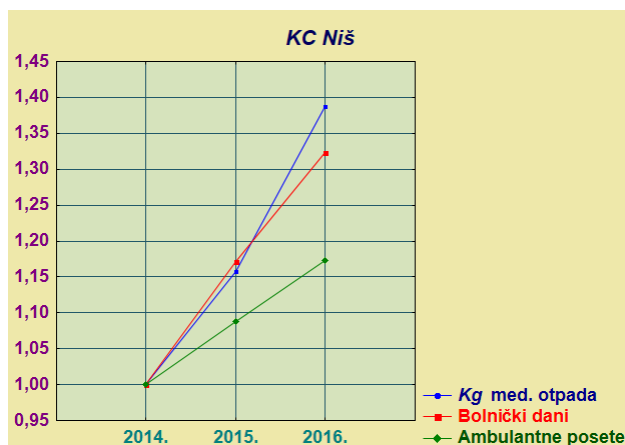
$$Re(x) = \frac{Mo(x)}{Bd(x)} \quad (1)$$

Za funkciju  $Re(x)$  važi:

- 1)  $Re(x) \geq 1$ , sistem za upravljanje medicinskim otpadom je dobar;
- 2)  $Re(x) < 1$ , sistem za upravljanje medicinskim otpadom je loš.

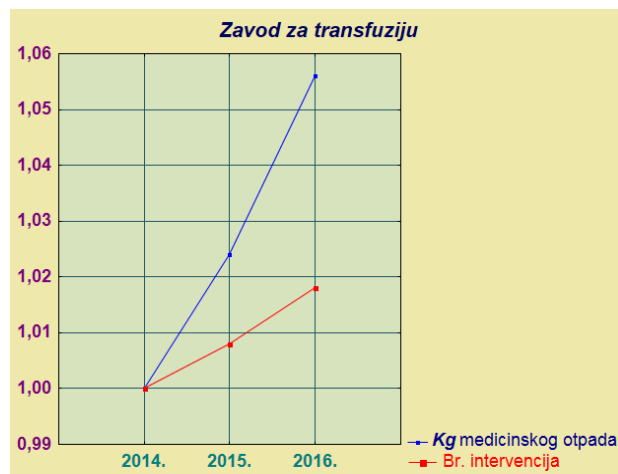
Takođe se za funkciju  $Re(x)$  može zaključiti da monotonost ove funkcije određuje i poboljšanje, odnosno, regresiju sistema za upravljanje medicinskim otpadom.

Ako posmatramo porast dobijenih podataka u odnosu na prvu posmatranu godinu, 2014. godinu, dobijamo sledeće rezultate date Slikama 1 - 8.

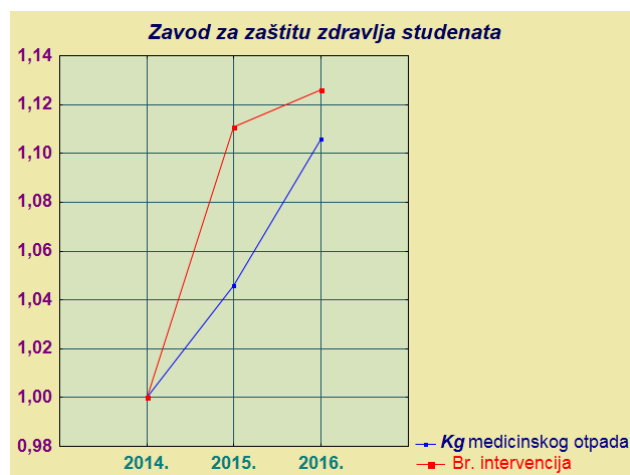


**Slika 1.** *Medicinski otpad u odnosu na br. bolesničkih dana u KC Niš.*

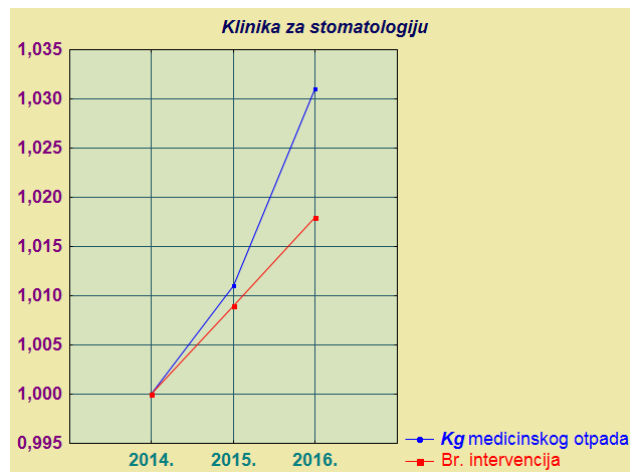
U KC Niš veći je porast količine medicinskog otpada kojim se upravlja u odnosu na porast broja bolesničkih dana, (Slika 1.). To govori o povećanoj svesti radnika KC Niš i poboljšanju sistema za upravljanje medicinskim otpadom, naročito nakon donošenja *Plana upravljanja otpadom* 01. oktobra 2014. godine.



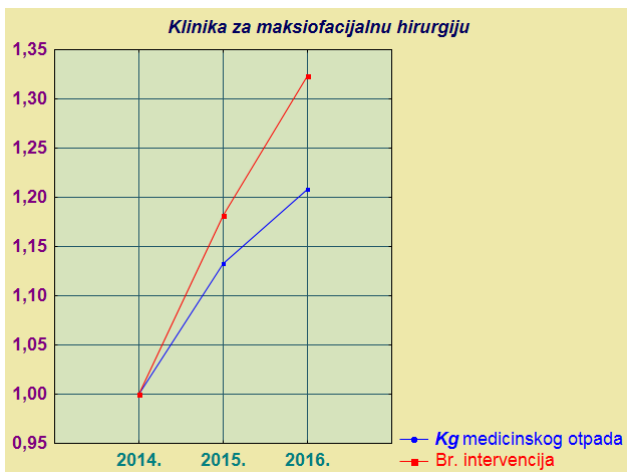
**Slika 2.** *Uslužno tretiranje medic. otpada Zavoda za transfuziju.*



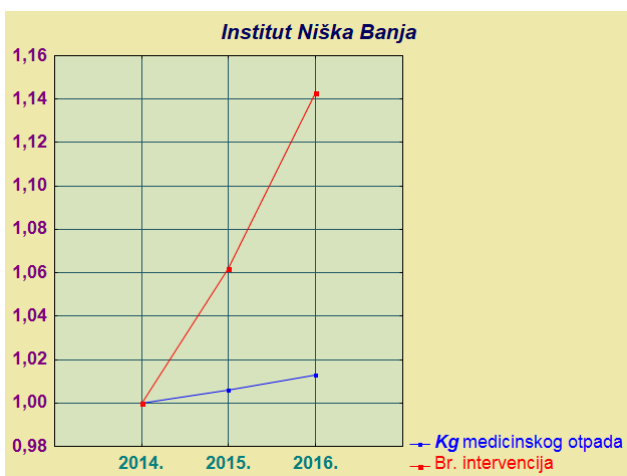
**Slika 3.** *Uslužno tretiranje medic. otpada Zavoda za zašt. zdravlja studenata.*



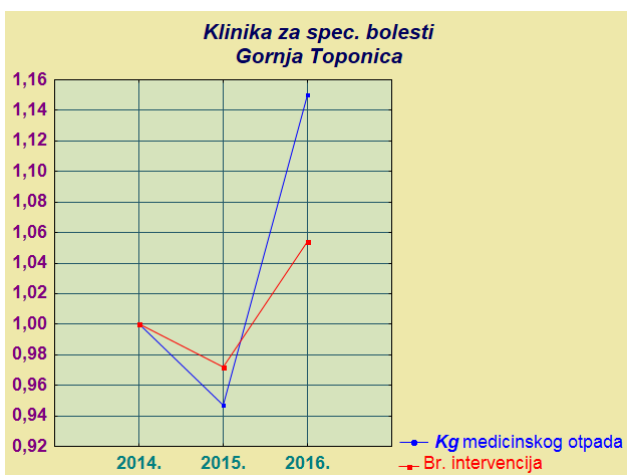
**Slika 4.** *Uslužno tretiranje medic. otpada Klinike za stomatologiju.*



Slika 5. Uslužno tretiranje medic. otpada Klinike za maksiofac. hirurgiju.



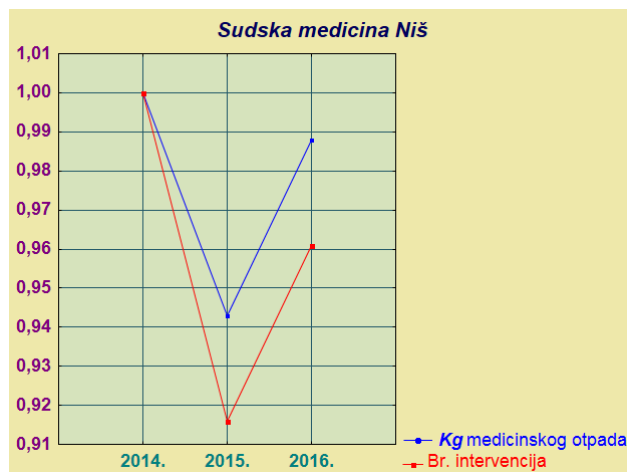
Slika 6. Uslužno tretiranje medic. otpada Instituta Niška Banja.



Slika 7. Uslužno tretiranje medic. otpada Klin. za spec. bolesti Gor. Toponica.

Što se tiče ostalih ustanova kojima KC Niš vrši uslužno tretiranje medicinskog otpada, kod njih 4 je veći porast količine medicinskog otpada kojim se upravlja u odnosu na broj intervencija koje one pružaju, ali u manjoj mjeri nego u KC Niš, dok za 3 klinike to ne važi: Zavod za zaštitu zdravlja

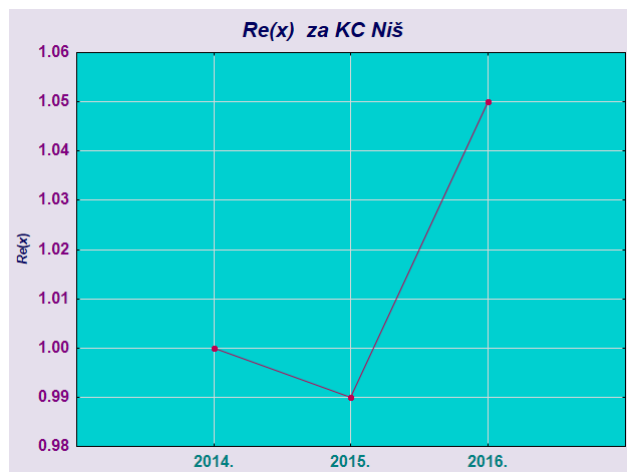
studenata (Sl. 3.), Klinika za maksiofacijalnu hirurgiju (Sl. 5.), i Institut Niška Banja (Sl. 6.).



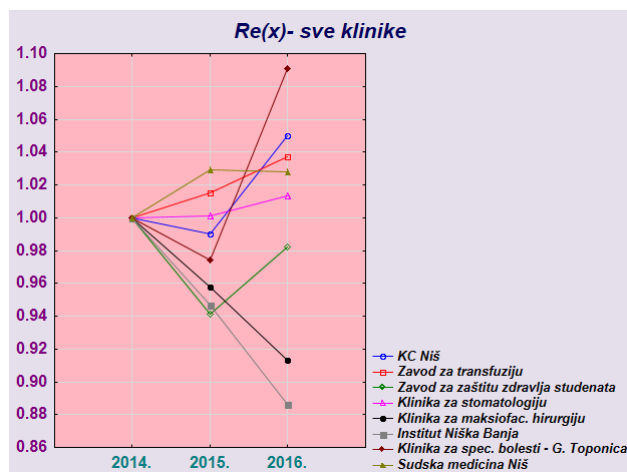
Slika 8. Uslužno tretiranje medic. otpada Sudske med. Niš.

Na Klinici za specijalne bolesti Gornja Toponica, (Sl. 7.) i Sudskoj medicini, (Sl.8.), najpre je zabeležen pad oba parametra u 2015. a potom rast u 2016. godini.

Funkcija kvaliteta sistema za upravljanje medicinskim otpadom,  $Re(x)$ , za KC Niš data je Sl.9, a uporedna analiza svih klinika Sl.10.



Slika 9. Funkcija  $Re(x)$  u KC Niš.



Slika 10. Funkcija  $Re(x)$  na svim klinikama.

Uporedna analiza funkcije  $Re(x)$  na svim klinikama pokazuje da KC Niš, kao najveća klinika, ima i skoro na najvišem nivou podignutu svest o bezbednom upravljanju medicinskim otpadom u odnosu na ostale klinike za koje vrši uslužno tretiranje. Nešto veću vrednost relativne funkcije  $Re(x)$  u 2016. ima Klinika za specijalne bolesti u Gornjoj Toponici, ali manju u 2015. godni.

### 3. ZAKLJUČAK

Prema važećem Zakonu o upravljanju otpadom „Sl. glasnik RS br.“ 36/2009 i Pravilnika za upravljanje medicinskim otpadom „Sl. glasnik RS br.“ 78/2010), KC Niš doneo je *Plan upravljanja otpadom* 01.10.2014. godine. Važan cilj donošenja Plana i njegove primene je smanjenje količine opasnog otpada koji nastaje prilikom pružanja zdravstvene zaštite u KC Niš, unapređenje bezbednosti u radu svih zaposlenih, kao i korisnika zdravstvene zaštite ove ustanove. Krajnji cilj donošenja i primene Plana je unapređenje zdravstvene zaštite koja se pruža od strane zaposlenih Kliničkog centra Niš.

Analiza koja je u ovom radu izvršena svedoči o značaju donošenja *Plana upravljanja otpadom*, kao i o permanentnom zalaganju odgovornih lica KC Niš na unapređenju stručnosti zaposlenih kako bi svi posedovali potrebna znanja i veštine neophodne za bezbedno upravljanje otpadom u okviru ove ustanove i uzimali učešće u svim aktivnostima, istovremeno obezbeđujući da konačna odgovornost za primenu mera za upravljanje otpadom leži u rukama uprave.

Pored toga što se upravljanje otpadom u Kliničkom centru Niš vrši planski i na način kojim se obezbeđuje najmanji rizik po ugrožavanje zdravlja i života kako zaposlenih tako i korisnika zdravstvene zaštite, teži se i očuvanju životne sredine.

Analiza data u ovom radu pokazuje da Klinički centar Niš u odnosu na druge razmatrane ustanove prednjači u delu bezbednog upravljanja medicinskim otpadom u odnosu na količinu koju zbrinjava.

### LITERATURA

- [1] M. Cvetković, A. Boričić and D. Blagojević, "Statistical analysis of injuries of health workers due to inadequate working conditions and work environment", *Proceedings of 10th International Conference on Risk and Safety Engineering*, pp. 305-313, 2015.
- [2] M. Cvetković and M. Spasić, "Statistical analysis of injuries of non-medical workers of clinical center of Niš", *Zbornik radova 2013*, VTŠ Niš, pp. 99-101, 2013.
- [3] M. Cvetković and M. Spasić, "Comparative analysis of injuries between medical and non-medical workers of clinical center in Niš", *Proceedings of 11th International Conference on Risk and Safety Engineering*, pp. 237-244, 2016.



## RAZVOJ MODELA VIRTUELNE LABORATORIJE UPRAVLJANE PID KONTROLEROM

### DEVELOPMENT OF VIRTUAL LABORATORY MODEL CONTROLLED BY PID CONTROLLER

Milan Pavlović, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*  
Dejan Blagojević, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*  
Aleksandra Boričić, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*  
Đorđe Karić, *Mašinski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Kraljice Marije 16, Beograd*

**Sadržaj** – Koncept virtuelne laboratorije je sve primenljiviji na prvom mestu zbog svoje efikasnosti. Virtuelni eksperiment predstavlja, eksperiment sa matematičkim modelom sistema. Time se eliminiše potreba za stvarnom laboratorijom. Međutim, neophodno je da se konstruiše precizan matematički model i odgovarajuća platforma za eksperiment. Predloženo rešenje se sastoji od tri funkcionalne celine i to: sistema za upravljanje nastavom, centralnog PID Sistema i laboratorijske opreme integrisane sa predmetnim software-om i hardware-om. Centralni PID sistem sastoji se od programskog paketa koji radi kao PID regulator koji obezbeđuje da svaki student poseduje svoj nalog za logovanje u centralni PID sistem. Svi rezultati vežbe koje izvodi student se loguju u toku vežbe i dostupni su predmetnom profesoru ili asistentu na uvid. Programski paket pruža mogućnost proširivanja broja potencijalnih vežbi na zahtev. Urađena aplikacija je kompatibilna sa programskim paketom za upravljanje nastavom i pruža mogućnost da se bez smetnji predmetni software i rad u njemu demonstrira studentima kroz grupnu prezentaciju.

**Ključne reči:** PID kontroler. Virtuelna laboratorija. Laboratorijska oprema. Rezultati merenja.

**Abstract** – The concept of a virtual laboratory is becoming more and more applicable in the first place due to its efficiency. A virtual experiment is an experiment with the mathematical model of the system. This eliminates the need for a real laboratory. However, it is necessary to construct a precise mathematical model and an appropriate platform for the experiment. The proposed solution consists of three functional units: the teaching management system, the central PID system and the laboratory equipment integrated with the subject software and hardware. The central PID system consists of a software package that acts as a PID controller that ensures that each student has his / her login account in the central PID system. All results of the exercise performed by the student are logged during the exercise and are available to the subject professor or assistant for inspection. The software package provides the possibility of expanding the number of potential exercises on demand. The developed application is compatible with the program-based management of teaching and provides the opportunity to interact with the software and work in it demonstrates to students through a group presentation without interruption.

**Key words:** PID controller. Virtual laboratory. Laboratory equipment. Measurement results.

#### 1. UVOD

Odgovori ka visokim zahtevima korisnika za većim propusnim opsegom i dostupnošću različitih servisa (govor, podaci, video sadržaji) uz odgovarajući nivo kvaliteta, predstavljaju stalni izazov i može se reći pokretač su ICT industrije. Kraći rokovi, neumoljivi trend globalizacije i konkurencije samo su neki od izazova. Pored tehnologija, ovo tržište, zahteva i kvalifikovan kadar, za čiju edukaciju je potrebno vreme, kao i savremeni nastavni metodi i okruženje. Opšte je

poznato da pomenute kompetencije podrazumevaju da zaposleni koji ih poseduju u stanju su da odgovore na rastuće zahteve, da razumeju nove principe poslovanja i da ispoljavaju inovativnost u radu [1]. Visoko obrazovanje u Evropi, kroz Bolonjski proces prošlo je kroz velike promene. Kao u svakom segmentu društva, tako je trend globalizacije u visokom obrazovanju, dao vodeću ulogu, ulogu kreator tzv. „društva baziranom na znanju“ (“knowledge society”). Današnje informaciono-komunikacione tehnologije doprinose u velikoj meri napretku obrazovnog sistema, uvođenjem inovativnih

metodologija u proces nastave, kao što je učenje na daljinu, ili još generalnije, elektronsko učenje. Pomenuti servisi, su osnova za dalji razvoj primene ICT tehnologija u visokom obrazovanju, kroz primenu različitih mrežnih i bežičnih sistema. Pored drugih uloga, pomenuti mrežni sistemi imaju za cilj da pored podrške naučno istraživačkom radu i razvoju, unaprede kvalitet nastavnog procesa [2].

Analizom gore navedenih zahteva za znanjem, potrebnim veštinama, kao i setovima potrebnih sposobnosti i stavova zaključuje se neophodnost za integrisanim sistemima u izvođenju nastave, koji na prvom mestu treba da obezbedi sticanje znanja, umeća i navika. Pomenuti integrisani model treba da u sebi sadrži sve elemente savremenog „učenja“, poput *Experience Learning* (iskustveno učenje), *Everywhere Learning* (učenje svuda), *Enhanced Learning* (povećano, bolje učenje), *Extended Learning* (prošireno učenje) [3].

Međutim, potrebno je naglasiti da, integrisani model mora da bude usaglašen sa zahtevima tradicionalne nastave koja se odvija u učionici, laboratoriji, direktno licem u lice (engl. f2f), zatim hibridnom ili mešovitom nastavom kao kombinacijom nastave u učionici i nastave uz pomoć različitih tehnologija kao i nastava koja se odvija „on-line“ [4].

Danas, koncept virtualne laboratorije je sve primenljiviji na prvom mestu zbog svoje efikasnosti. Virtualni eksperiment predstavlja eksperiment sa matematičkim modelom sistema. Time se eliminiše potreba za stvarnom laboratorijom. Međutim, neophodno je da se konstruiše precizan matematički model i odgovarajuća platforma za eksperiment [5, 6]. Primena virtuelnih laboratorija ima posebne prednosti ako se fokusiramo na širi krug korisnika. Prednosti su brojne i kreću se od mogućnosti udaljenog pristupa resursima, neograničenog broja ponavljanja eksperimenta i simulacije procesa pa do mogućnosti realizacije brzih analiza i obrade rezultata izvršenih eksperimenata, pa do mogućnosti prenošenja praktičnog znanja na daljinu [7].

U ovom radu biće predstavljeni aspekti jednog takvog rešenja koje je razvijeno u okviru realizacije Erasmus projekta *WamPPP 561821-EPP-1-2015-1-RS-EPPKA2-CBHE-JP* [8].

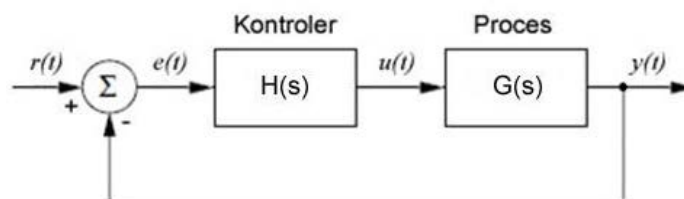
## 2. FUNKCIONALNI OPIS SISTEMA

Predloženo rešenje se sastoji od tri funkcionalne celine i to: sistema za upravljanje nastavom, centralnog PID sistema i laboratorijske opreme integrisane sa predmetnim software-om i hardware-om. Programski paket za upravljanje nastavom treba da podrži operativne sisteme Windows, Linux, Android, IOS, Mac, sa tim da se navedene funkcionalnosti podrazumevaju na Windows operativnom sistemu, gde neke od funkcionalnosti ne moraju biti podržane na ostalim operativnim sistemima. Software za upravljanje generalno mora da podrži rad sa oba podsistema (Centralni PID sistem i rad sa laboratorijskom opremom).

Generalno, interaktivno učenje pruža sledeće mogućnosti: Prenošenje radnog ekrana od strane nastavnika na studentske računare, prenošenje glasa od strane nastavnika na studentske računare, demonstracija određenog sadržaja tačno određenom studentu, mrežno pokazivanje video sadržaja svim studentima, mrežno pokazivanje sadržaja kamere svim studentima, interaktivna tabla na kojoj mogu da učestvuju svi studenti.

Sa stanovišta kontrole i asistencija studentima interaktivno učenje treba da obezbedi: monitoring i kontrolu studentskog računara, kontrolu pristupa internetu, kontrolu pristupa medijima (CD, USB Disk), kontrolu aplikacija, kontrolu korišćenja štampača, kontrolu ekrana (mogućnost zamračavanja ekrana u toku predavanja). Dalje, često je potrebno obezbediti i izvršavanje udaljenih komandi na studentskom računaru poput pokretanja aplikacija, otvaranje udaljenog sajta na računaru studenta, kao i udaljeno startovanje računara.

Kontroler je deo sistema automatskog upravljanja koji obavlja upravljačku funkciju. Suštinski zadatak kontrolera je da, generišući upravljački signal, vodi merljivu izlaznu veličinu ka referentnoj vrednosti koja je zadata signalom [9].



**Slika 1.** Sistem automatskog upravljanja sa povratnom spregom sa kontrolerom.

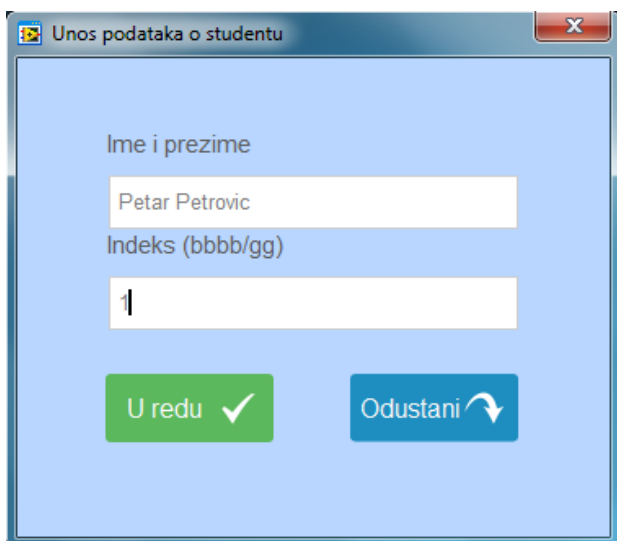
Kod sistema sa povratnom spregom, ulazni signal u kontroler je signal greške koji se dobija kao razlika između referentnog i izlaznog signala. Kontroler se karakteriše prenosnom funkcijom  $H(s)$  koja treba da omogući generisanje izlaznog signala koji će obezbediti željeno ponašanje sistema [10].

U slučaju prikazanog sistema, centralni PID sistem sastoji se od softverskog i hardverskog dela. Softverski deo predstavlja programski paket koji radi kao PID regulator koji obezbeđuje da svaki student poseduje svoj nalog za logovanje u centralni PID sistem. Hardware (objekat upravljanja) je koncipiran tako da mu se kroz mrežni pristup može pristupiti sa bilo kog računara i izvršiti upravljanje PID parametrima. Ovako koncipiran sistem, omogućava simulaciju odgovarajućih industrijskih i proizvodnih procesa u realnom vremenu.

Hardware predstavlja sklop više delova od kojih je cev za vazduh napravljena od plastike. Efektivna dužina cevi treba da bude barem jedan metar i prozirna kako bi omogućila da studenti mogu da vide senzore i ostale elemente koji se nalaze u cevi. Ventilator pravi protok vazduha kroz cev i može da bude upravljan potencijometrom (ručno) ili programski. Brzina ventilatora se meri naponom signala koji je u rangu između 0V i 5V. Normalna brzina ventilatora će biti definisana kao maksimalna brzina. (Nije nužno da bude poznat volumetrijski protok vazduha). Vazduh se greje električnim grejačem. Napajanje grejača jeste kontrolisano preko napona u opsegu između 0V i 5V koji preko PWM-a konektuju i diskonektuju glavni napon na grejaču. Prisustvo PWM signala je indikovano svetlosnim indikatorom. PWM uređaj zahteva 24 VDC napajanje, koje dobija sa AC/DC konvertera. Dva temperaturna senzora su ugrađena u sistem. Oba senzora moraju da budu jednako kalibrisana. Senzorski signali moraju da budu naponski u rangu 1V – 5V. Ovaj naponski raspon mora da odgovara temperaturnom rasponu od 20 – 60 °C sa linearnim odnosom između raspona. Analogni I/O uređaj mora da bude u mogućnosti da prihvati gore navedene naponske rasponove.

### 3. OPIS STUDENTSKE APLIKACIJE

U okviru softverskog dela, razvijena je studentska aplikacija preko koje student može samostalno da izvede vežbu sa svog lokalnog računara u realnom vremenu. Svaki student se loguje na sistem svojim podacima - ime, prezime i broj indeksa (Slika 2), čime se pokreće prozor za odabir vežbe (Slika 3). Programski paket pruža mogućnost proširivanja broja potencijalnih vežbi na zahtev. Nakon izvršenog odabira, otvara se prozor aplikacije i student može početi sa radom (Slika 4). Da bi student počeo sa radom, potrebno je da se poveže sa PID sistemom, tj. hardverom. Veza se ostvaruje kroz mrežni sistem, a student šalje zahtev za povezivanje profesoru. Profesor dobija zahtev koji sadrži podatke studenta i može zahtev prihvatiti ili odbiti. Nakon odobrenja zahteva i uspešnog povezivanja studentske aplikacije sa hardverom, student ima ograničen pristup sistemu, kako bi mogao da vrši podešavanje parametara PID kontrolera i time vrši upravljanje datim sistemom. Ograničenje pristupa sistemu podrazumeva da student može da koristi samo one opcije koji su potrebne da bi pravilno izveo vežbu – podešavanje parametara PID kontrolera, odabir ručnog ili automatskog upravljanja, perioda odabiranja zadavanje reference temperature i zadavanje ručnog upravljanja. Pored toga, u aplikaciji postoji i grafički prikaz vežbe, odnosno, na grafiku se mogu videti vrednosti vezane za samo upravljanje gde se može videti veličina upravljanja, kao i odvojene komponente upravljanja (proporcionalno, integralno i diferencijalno dejstvo). Zatim, na grafiku je prikazana i referenca upravljanja, vrednost očitavanja senzora kao i signal greške, a radi lakšeg očitavanja, postoji mogućnost izbora koji će od grafika biti prikazivani.



Slika 2. Logovanje studenta.

U toku vežbe, student ima mogućnost da završi sa vežbom time što će zaustaviti rad PID sistema sa svog lokalnog računara ili prekinuti vezu sa PID sistemom. Pored toga, moguće je čuvati podatke sa vežbe u odgovarajućem direktorijumu na lokalnom računaru kao i generisanje izveštaja koji sadrži: podatke studenta, period odabiranja, trenutne parametre PID regulatora i izabran prikaz grafika.



Slika 3. Odabir vežbe.



Slika 4. Studentska aplikacija.

Tokom trajanja vežbe, podaci kojima se student logovao su dostupni profesoru, tako da može imati u vidu koji student trenutno radi vežbu. Takođe, rezultati vežbe koje izvodi student su vidljivi u toku vežbe i dostupni su predmetnom profesoru ili asistentu na uvid. U svakom trenutku, predmetni profesor ili asistent može prekinuti vezu PID sistema i studentske aplikacije. Urađena aplikacija je kompatibilna sa programskim paketom za upravljanje nastavom i pruža mogućnost da se bez smetnji predmetni software i rad u njemu demonstrira studentima kroz grupnu prezentaciju. Kompletan sistem treba da omogući minimum 16 radnih mesta za studente.

### 4. ZAKLJUČAK

Danas, informaciono-komunikacione tehnologije predstavljaju ključni faktor razvoja obrazovnog sistema, uvođenjem inovativnih metodologija u proces nastave, kao što je učenje na daljinu, ili još generalnije, elektronsko učenje.

Koncept virtuelne laboratorije je sve primenljiviji na prvom mestu zbog svoje efikasnosti. Virtuelni eksperiment predstavlja eksperiment sa matematičkim modelom sistema, čime se eliminiše potreba za stvarnom laboratorijom.

Predstavljeno rešenje se sastoji od tri funkcionalne celine i to: sistema za upravljanje nastavom, centralnog PID sistema i laboratorijske opreme integrisane sa predmetnim software-om i hardware-om. Programski paket za upravljanje nastavom treba da podrži operativne sisteme Windows, Linux, Android, IOS, Mac, sa tim da se navedene funkcionalnosti podrazumevaju na Windows operativnom sistemu, gde neke od funkcionalnosti ne moraju biti podržane na ostalim operativnim sistemima. Ovim modelom interaktivno učenje pruža sledeće mogućnosti: Prenošenje radnog ekrana od strane nastavnika na studentske računare, prenošenje glasa od strane

nastavnika na studentske računare, demonstracija određenog sadržaja tačno određenom studentu, mrežno pokazivanje video sadržaja svim studentima, mrežno pokazivanje sadržaja kamere svim studentima, interaktivna tabla na kojoj mogu da učestvuju svi studenti.

Sa druge strane, sa stanovišta kontrole i asistencija studentima interaktivno učenje treba da obezbedi: monitoring i kontrolu studentskog računara, kontrolu pristupa internetu, kontrolu pristupa medijima (CD, USB Disk), kontrolu aplikacija, kontrolu korišćenja štampača, kontrolu ekrana (mogućnost zamračenja ekrana u toku predavanja). Dalje, često je potrebno obezbediti i izvršavanje udaljenih komandi na studentskom računaru poput pokretanja aplikacija, otvaranje udaljenog sajta na računaru studenta, kao i udaljeno startovanje računara.

Ovako konstruisani kompleksni sistem, u konačnom omogućava studentima rad i upravljanje odgovarajućim sistemima u realnom vremenu, što je do sada bio veliki nedostatak. Takođe, rad studenta je pod nadzorom predmetnog profesora ili asistenta, što omogućava sa jedne strane samostalnost studenta, a sa druge strane bezbedan rad.

#### LITERATURA

- [1] „Ključni podaci o učenju i inovacijama kroz ICT u školama u Evropi 2011,” © Education, Audiovisual and Culture Executive Agency, 2011, ISBN 978-92-9201-501-5.
- [2] V. Marković, D. Vučković and Z. Marinković, „Trendovi u ICT industriji kao podsticaj reformi u visokom obrazovanju,” *XXVIII Simpozijum o novim tehnologijama u poštanskom i telekomunikacionom saobraćaju – PosTel 2010*, Beograd, 14-15. decembar 2010.
- [3] “Report on defined WM-related knowledge, skills and competencies,” *WamPPP*, 2016.
- [4] N. Đelošević, *LMS u E-učenju* Univerzitet u Kragujevcu 145010-TEMPUS-2008-RS-JPHES-ETF-JP-00059-2008, 2010.
- [5] V. Vasiljević, B. Pavić i I. Kostić, *Komunikacioni sistemi – Priručnik za laboratorijske vežbe*, VISER, Beograd, 2010.
- [6] M. Živković, S. Tešanović, Ž. Gavrić i Boris Slijepčević, „Upotreba virtuelne laboratorije u obrazovanju: korišćenje programskih alata LTSPICE i FILTER DESIGN u sticanju znanja iz predmeta Osnovi telekomunikacija,” *INFOTEH-JAHORINA* Vol. 10, Ref. F-17, pp. 976-979, March 2011.
- [7] Development of a methodological approach to the curricula implementation in the waste management field on the basis of a modern-day information and communications technology – WamPPP 561821-EPP-1-2015-1-RS-EPPKA2-CBHE-JP.
- [8] M. Naumović, „Inženjersko obrazovanje u upravljanju - izazov savremenih informacionih tehnologija,” *Zbornik radova Infoteh Jahorina 2001*, pp. 31-35, mart 2001.
- [9] N. Popović i M. Naumović, „Primjena virtuelnih okruženja za učenje u automatskom upravljanju,” *INFOTEH-JAHORINA* Vol. 7, Ref. E-III-12, p. 518-523, March 2008.



# KONSTRUKTIVNA IZVODJENJA ALATA ZA ISTISKIVANJE PROFILA OD ALUMINIJUMSKIH LEGURA U TOPLOM STANJU

## CONSTRUCTION OF DIES FOR EXTRUSION OF PROFILES FROM ALUMINUM ALLOY IN HOT STATE

Tomislav Marinković, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*  
Nada Stojanović, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

**Sadržaj** – U tehnologiji istiskivanja profila od Al legura u toplom stanju vrlo važno mesto zauzimaju alati. Greške na alatima vrlo često dovode do većeg broja korekcija i proba, što znatno poskupljuje proizvodnju profila. U ovom radu posvećena je posebna pažnja konstruktivnim rešenjima alata za istiskivanje i principima za definisanje pojedinih njihovih komponenti.

**Ključne reči:** Al-legure. Alati. Istiskivanje. Konstrukcije.

**Abstract** – In the extruder technology of the Al Aluminum Profiles in Hot state, the dies are very important. Errors of dies often lead to a lot of corrections and rehearsals, which significantly expensive the production of the profile. In this paper, special attention is paid to the constructive solutions of the extrusion dies and the principles for defining individual components.

**Key words:** Al alloys. Dies. Extrusion. Construction.

### 1. UVOD

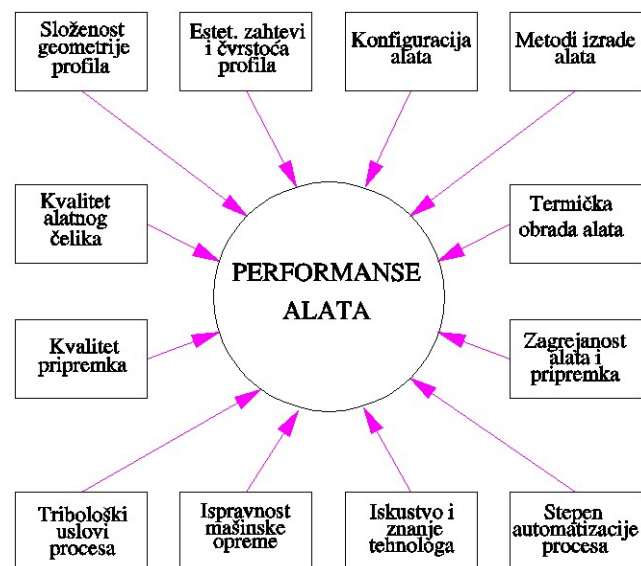
U tehnologiji izrade Al-profila, najvažniji segment jeste alat. Od performansi alata u najvećoj mogućoj meri zavisi produktivnost proizvodnje, opšti kvalitet proizvoda, stabilnost tehnološkog procesa i njegov vek trajanja slika 1.

Mnoštvo faktora i njihovih interakcija koji utiču na performanse alata za istiskivanja Al-profila zahtevaju od konstruktora alata visoku stručnost, kreativnost i praktično iskustvo, a danas i u buduće sve intezivnije korišćenje CAD/CAM/CAE tehnika i računara. Nedostaci i propusti u projektovanju tehnološkog postupka i alata iskazuju se najčešće naknadnim i skupim korekcijama alata, što bi u buduće trebalo da bude pre izuzetak nego pravilo [1,3].

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

Najvažniji segment alata za istiskivanje profila od Al-legura u toplom stanju su matrice, jer se u njima konačno oblikuje profil. Osnovni princip konstrukcije matrica nije se mnogo promenilo poslednjih decenija. Konstruktori profila žele da smanje debljinu zida profila koji se treba istiskivati, kako bi konstrukciju učinili lakšom i smanjili njenu cenu. Unapređeni standardi kvaliteta, zahtevi za boljim mehaničkim osobinama i tendencija integrisanja više funkcija u jednoj konstrukciji, vode do stalnog porasta složenosti profila. Zbog toga, proces istiskivanja postaje kritičniji u pogledu parametara procesa. Za konstruktora matrice, ovo predstavlja povećani značaj balansiranja različitih karakteristika (konzole, komore, radne površine, itd.) konstrukcije. Međutim, vrlo je teško obezbediti proizvodnju ispravnih profila pri željenoj

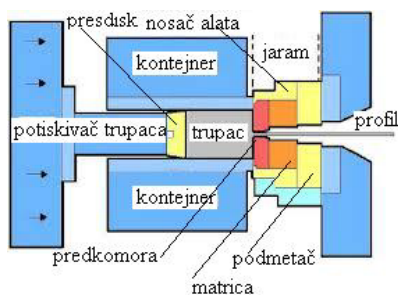
brzini istiskivanja i uz to obezbediti dugi vek trajanja matrice, male troškove proizvodnje i zadovoljenje rastućih zahteva kvaliteta.



Slika 1. Performanse alata [2].

Da bi se konstruisala matrica prema predhodno definisanim zahtevima, konstruktor treba u potpunosti da razume različite karakteristike konstrukcije, njihove međusobne odnose i uticaj parametara procesa na njihovu funkcionalnost. Ovo je jako složen i odgovoran posao, jer su alati za ovakve procese jako skupi.



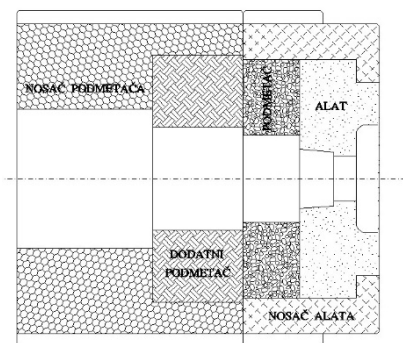


Slika 2. Glavni elementi procesa istiskivanja.

Nove matrice se u načelu baziraju na konstrukcijama postojećih matrica. Iskusi konstruktor dodaje neophodne promene i performanse novoj matrici koja se kasnije testira i koriguje. Pošto industrija pokušava da poboljša položaj Al profila na tržištu metala, ovaj empirijski pristup konstrukcije više nije zadovoljavajući, jer često dovodi do velikih grešaka. Potrebna je nova strategija konstruisanja gde se odluke o konstruisanju više ne zasnivaju na intuiciji konstruktora u vezi problema, već na dobro osnovanim pravilima konstruisanja.

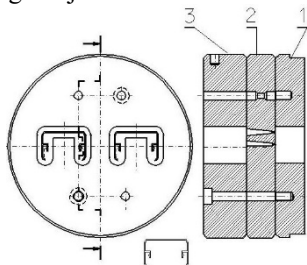
### 2.1. Alati za istiskivanje punih i polu šupljih profila u toplom stanju

Što se alata tiče, na osnovi geometrijske podele profila, postoje alati za istiskivanje punih, šupljih i polu šupljih profila, čiji sklop čine elementi pokazani na slici 3.



Slika 3. Sklop alata.

Alati za istiskivanje punih profila, slika 4. sastoje se od prednje ploče-pretkomore (poz.1), matrice za istiskivanje (poz. 2) i zadnje ploče (poz. 3). Kod ovih alata se na prednjoj ploči vrši predoblikovanje (predredukcija) metala, a u prstenu za istiskivanje se vrši konačno oblikovanje profila. Zadnja ploča služi za osiguranje konzola na alatu.



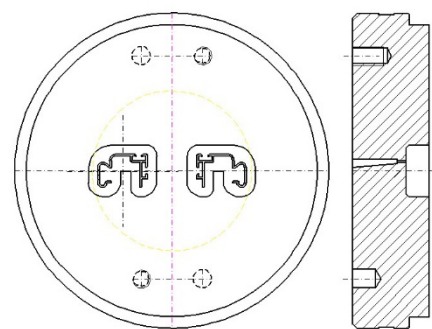
Slika 4. Dvožilni alat za puni profil [2].

#### • Ulivni deo matrice i pretkomora

Ulivni deo matrice i pretkomora su vrlo važni elementi alata. Figure ovih elemenata prate oblik profila koji treba istiskivati, gde je ulivni deo deo matrice mnogo bliži profilu.

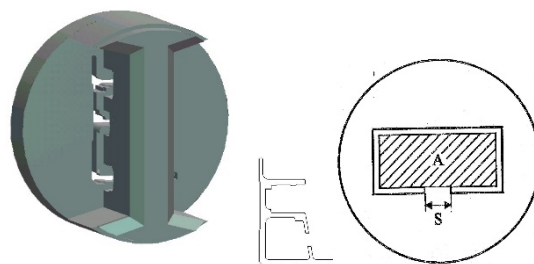
Pretkomora ima nekoliko funkcija. Ona omogućava da se pripremi svaruju (omogućava kontinuirano istiskivanje), zatim štiti radnu površinu matrice i koristi se kao jednostavniji vid eventualne korekcije protoka. Ovi elementi pružaju konstruktoru alata izvesnu fleksibilnost u konstrukciji.

Neki konstruktori predlažu izbegavanje modifikacija radne površine kao sredstvo kontrole izlazne brzine profila i isključivo se oslanjaju na promeni širine ulivnog dela matrice i pretkomore. Ploča matrice će imati samo kratku i konstantnu paralelnu radnu površinu od oko 2 mm radi kontrole oblika profila. Usled kratke radne dužine, razvoj toplote u oblasti radne površine je nizak, tako da su moguće veće brzine istiskivanja. Šta više, ovo smanjuje pritiske, a sa tim i deformaciju matrice, čime se produžuje vek trajanja matrice. Na žalost, u literaturi nije poznato ni jedno konstrukciono pravilo za upotrebu ulivnog dela matrice kao sredstvo kontrole protoka.



Slika 5. Primer ulivnog dela matrice koji se koristi za kontrolu izlazne brzine profila.

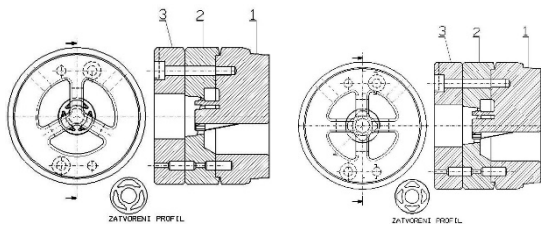
Za polu šuplje profile čiji se parametar zatvorenosti konture kreće u granicama  $4.5 < \xi < \infty$ ; jako je otežana konstrukcija i izrada alata. Pri konstruisanju alata za polu šuplje profile osnovni problem je u osiguranju "kritičnih" mesta na alatu slika 6.. Zbog specifične geometrije ove vrste alata, proizvođači su prinuđeni i na takozvanu ručnu izradu istih, tako da je otežana njihova ponovljivost.



Slika 6. Model komornog alata (levo) za polu šuplji profil, definicija konzole alata za polu šuplje profile (desno). Komorna matrica će biti upotrebljena ako je  $A/s^2 > 4.5$

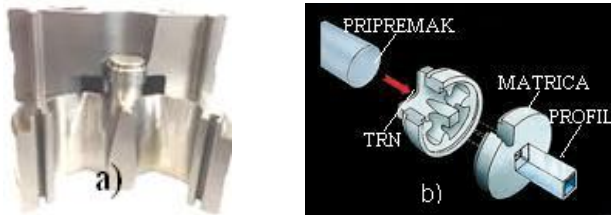
### 2.2. Alati za istiskivanje šupljih profila u toplom stanju

Cevi i šuplji profili od Al i Al-legura se danas industrijski u znatnoj meri istiskuju kombinovanim mostnim alatima. To su višedelni alati sastavljeni od trna (poz. 1.), prstena za istiskivanje (poz. 2.) i podmetača (poz. 3.) smeštenih u posebnoj nosaču slika 7.



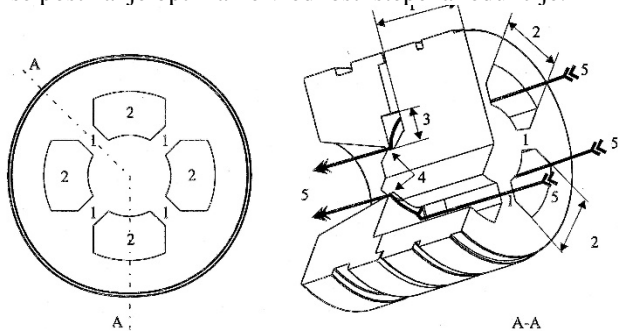
**Slika 7.** Mostni alat sa tri ulazne komore (levo); b) Mostni alat sa četiri ulazne komore (desno) [2].

Kao pripremi najčešće se koriste okrugli trupci, zagrejani na radnoj temperaturi, koji se na ulazu u zagrejani alat cepaju u dva ili više delova. Razdvojeni delovi metala optiču oko mosta trna, te se u posebno oblikovanom prostoru između prstena za istiskivanje i trna (komorama za svarivanje), ponovo spajaju (svaruju) i ističu iz alata kao šuplji profili.



**Slika 8.** a) Presek realnog trna i matrice, b) formiranje profila.

U ovom procesu matrica za istiskivanje oblikuje spoljašnji deo zida profila, a kalibrirajući deo trna unutrašnji deo zida. Broj ulaznih komora u kombinovanim mostnim alatima (i broj mostova) zavisi od geometrije profila i stepena redukcije, a najčešće se kreće od dva do šest, ređe i do deset (slika 8). Veći broj je pogodniji sa stanovišta sigurnosti alata u pogledu loma, a manji omogućuje veće brzine istiskivanja (manje je trenje) i lakše postizanje optimalne vrednosti stepena redukcije.



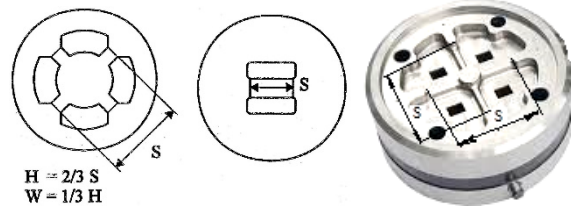
**Slika 9.** Alat za istiskivanje cevi. 1) mostovi 2) komore 3) komora za svarivanje 4) radna površina 5) protok Al.

#### • Mostovi

Mostovi su elementi trnova i koriste se za povezivanje kalibrirajućeg dela trna (jezgra) za njegovo telo. Usled visokog pritiska u toku istiskivanja jezgro može da se pomeri ili savije, što će dovesti do poremećaja dimenzija radne površine. Povećanjem širine mostova smanjuje se veličina komora, čime se povećava pritisak na prednjoj strani trna. Između optimalnog protoka aluminijuma (bez mostova) i optimalnog obezbeđenja jezgra (bez komora) treba uspostaviti ravnotežu.

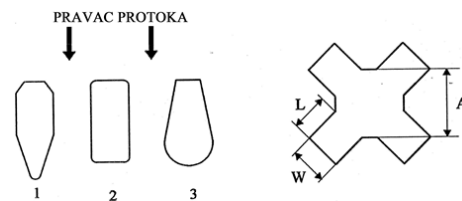
Osnovni konstrukcioni princip je dimenzionisanje mostova prema rasponu. Raspon mostova je maksimalno rastojanje na trnu na kome se most trna ne oslanja na oslonce matrice

direktno. Uobičajeno je da se pri konstrukciji počinje od standardne dužine mosta koja zavisi od geometrije profila, pa pošto se odrede lokacije i uglovi, onda se raspon detaljnije izračuna. Širina i visina mostova zavise od raspona. Ukoliko se očekuje da krutost mostova bude problematična (matrice sa jednim mostom) odnos visine prema rasponu može biti povećan do oko 1:1 (sl.10).



**Slika 10.** Konstrukcija mosta na osnovu raspona  $S$ . ( $H$ =visina mosta;  $W$ =širina mosta).

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



**Slika 11.** Oblici preseka mosta.

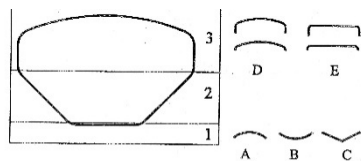
Prema teoriji savijanja nosača, njegova defleksija je funkcija spoljašnjih sila koje deluju na nosač, dužine nosača, modula elastičnosti i momenta inercije. Dužina mosta se obično konstruktivno odredi, modul elastičnosti je karakteristika materijala i na taj podatak ne može se mnogo uticati. Ostalo je jedino da se preko pritiska i otpornog momenta preseka reguliše savijanje mosta. Teško je uporediti ove faktore analitički usled njihove interakcije. Na sl. 11. predstavljena su tri različita oblika mosta sa istim momentom inercije.

#### • Komore

Komore ili otvori za punjenje (napajanje) su otvori ograničeni mostovima i vode aluminijum do radnih površina trna i matrice. Količina primljenog aluminijuma kroz komore treba da bude proporcionalna delu preseka koji treba da se napuni. Kada su komore locirane simetrično oko centra matrice onda ovo konstrukciono pravilo glasi da površina komora treba da bude proporcionalna površini dela koji one treba da napune. Kod nesimetričnih slučajeva treba uzeti u obzir neravnomerni protok aluminijuma koji dolazi iz kontejnera[3].

Stvarni oblik komora može da se podeli u 3 dela (sl. 12.). Uglovi i dužine mostova definišu dužinu i smer dela 2. Oblik dela 1 prati figuru profila što je više moguće. Kada se vrši istiskivanje cevi, cevna strana komore treba da bude tip A. Konačno, biraju se dimenzije trećeg dela, tako da je ukupna

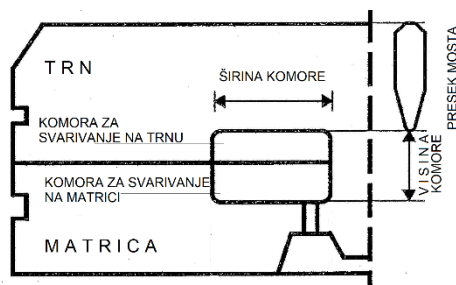
površina komore proporcionalna površini preseka koji treba da se napuni.



Slika 12. Osnovni oblici za definisanje komora.

### • Komore za svarivanje

Mostovi kod trnova dele protok aluminijuma. Iza komora, aluminijum se ponovo svaruje u komori za svarivanje. Lokacija gde se aluminijum svaruje na profilu zove se linija šava. Ukoliko uslovi svarivanja nisu optimalni ova linija šava će obrazovati liniju sa lošijim osobinama materijala na profilu. Sama komora za svarivanje je najčešće podeljena na dva dela. Na deo koji pripada trnu i deo koji pripada matrici. Postoje slučajevi gde komora za svarivanje pripada samo trnu ili samo matrici.



Slika 13. Dimenzije komore za svarivanje.

Kod istiskivanja profila od aluminijuma mogu postojati dva tipa pritisaka svarivanja; šavni varovi kod šupljih profila i uložni varovi (varovi između trupaca) kako kod šupljih tako kod punih profila. Defekt kod ovih varova nastaje usled smanjene sjedinjenosti vara. Najbolji uslovi za svarivanje kod longitudinalnih šavnih varova su zagarantovani ukoliko se mrtva zona metala obrazuje iza mostova trna i ukoliko se svarivanje vrši između svežih površina. Ove sveže površine se obrazuju sečenjem. U slučaju uložnih varova niski presački odnosi dovode do manje zatezne čvrstoće uložnog vara.

U slučaju longitudinalnih šavnih varova mostovi dele protok metala. Nakon prolaska mostova, individualna strujanja aluminijuma se ponovo spajaju u komori za svarivanje, upravno u odnosu na pravac protoka, predstavljaju kompromis između čvrstoće matrice i kvaliteta šava. Zbog postizanja optimalne čvrstoće, komore za svarivanje treba da budu što je moguće uže, a zbog optimalnog punjenja i optimalnih uslova

pritisaka što je moguće šire. Pritisak napona protoka je neophodan kako bi se deformisala strujanja aluminijuma i potpuno ispunila komora za svarivanje. Visoke vrednosti napona protoka prisutne su kod niskih vrednosti temperature aluminijuma i niskih presačkih odnosa. Ukoliko se očekuju visoki naponi protoka, treba preduzeti nekoliko mera kako bi se povećao pritisak u komori za svarivanje. Te mere obuhvataju između ostalog oblik mostova, broj ulivnih komora, oblik komora za svarivanje (kompresione komore za svarivanje) i dimenzije radne površine.

### 3. ZAKLJUČAK

Protok Al-legure kroz alat je kompleksan proces. Temperatura, naponska stanja i ukupna deformacija variraju u materijalu konačnog proizvoda. Evidentno je da na tok metala jednog dela matrice utiču tokovi ostalih segmenata. Veština konstruktora je najvažniji uslov za pravilnu preraspodelu protoka kroz matricu i dobru geometriju profila.

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

### LITERATURA

- [1] M. Bauser, G. Sauer and K. Siegert, *Strangpressen*, Aluminium-Verlag Düsseldorf, 2001.
- [2] T. Marinković, *Istraživanje međusobnog uticaja faktora procesa i konfiguracije alata u tehnologiji izrade profila od Al-legura istosmernim istiskivanjem*, Doktorska disertacija, Niš 2000.
- [3] W. Sautter, *Gefügeabzeichnungen beim Glänzen und Anodisieren von Aluminium*, Z. Metallkunde, Bd. 59 (1968), H. 7, 527ff.
- [4] A. Teubler, "Beitrag zur Herstellung von stranggepresstem Aluminium in Glänzerqualität," *Aluminium*, 44. Jahrg. (1968), 4, 211ff.
- [5] *Proceedings 5th International Aluminum Extrusion Technology Seminar*, Chicago, USA, 1992.



UPRAVLJANJE OTPADOM KOJI SADRŽI PCB  
PCB WASTE MANAGEMENT

Biljana Mlutinović, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*  
Petar Đekić, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*

**Sadržaj** - Polihlorovani bifenili (PCB) su organsko-hlorna jedinjenja koja su zbog svojih osobina veoma opasna za životnu sredinu i zdravlje ljudi. Zbog toga su međunarodnim propisima zabranjena za upotrebu i zamenjuju se materijalima koji imaju slične karakteristike, ali ne utiču negativno na zdravlje ljudi i životnu sredinu. Imajući u vidu da se otpad koji sadrži PCB tretira kao opasan otpad, neophodno je sprovesti odgovarajuće korake u upravljanju ovom vrstom otpada. Ovaj rad predstavlja analizu mesta porekla otpada koji sadrži PCB, kao i do sada razvijenih metoda tretmana ove vrste otpada. Dalje je dat pregled procenjenih količina i glavnih generatora ove vrste otpada nastalog u Republici Srbiji.

**Ključne reči:** Polihlorovani bifenili. Opasan otpad. Upravljanje otpadom.

**Abstract** - Polychlorinated Biphenyls (PCB) isorgano-chlorine compounds that by its properties are very dangerous for environment and human health. For a long time it phased out from use and replaced with materials that have similar use characteristics, but does not adversely affect human and environment. Bearing in mind that PCB waste is treated as a hazardous waste, it is necessary to implement the appropriate steps in PCB waste management. This work presents analysis of place of origin as waste material as well as the estimated amount of PCB waste generated in Serbia. Methods of PCB waste treatments developed so far are presented. Furthermore, an overview of the estimated quantities and major generators of this type of waste generated in the Republic of Serbia are given.

**Key words:** Polychlorinated Biphenyls. Hazardous waste. Waste management.

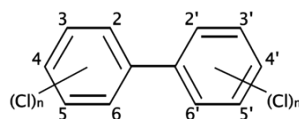
## 1. UVOD

Dugotrajne organske zagađujuće supstance (POPs) predstavljaju dugotrajne organske zagađujuće supstance, odnosno organska jedinjenja koja su toksična po ljude i ostali živi svet, bioakumulativna i perzistentna u životnoj sredini. POPs supstance predstavljaju široku grupu materija koja se pojavljuje i koristi u svetu i kod nas: POPs pesticidi (aldrin, hlordan, DDT, dieldrin, endrin, heptahlor, heksahlorobenzen (HCB), mireks, toksafen, lindan, hlordekon, pentahlorobenzen, endosulfan itd.), industrijske POPs (polihlorovani bifenili (PCB), PFOS, heksabromobifenil (PBDEs)) i ostale POPs (dioksini (PCDDs), furani (PCDFs), heksahlorobenzeni (HCB)). Svojstva koja imaju POPs supstance čine da one postanu jedna od glavnih tema u oblasti zaštite životne sredine za koje je prepoznata potreba za strateškom akcijom na globalnom nivou. Kao odgovor međunarodne zajednice za sistemsko globalno rešenje problema POPs hemikalija, doneta je Stokholmska konvencija o POPs hemikalijama koja je stupila na snagu 2004. godine.

U prvom delu ovog rada predstavljene su osnovne karakteristike polihlorovanih bifenila (PCB), kao i njihov uticaj na životnu sredinu i zdravlje ljudi. Dalje, predstavljena je analizu mesta porekla otpada koji sadrži PCB i dat je pregled do sada razvijenih metoda tretmana ove vrste otpada u svetu. Na kraju je dat pregled procenjenih količina i glavnih generatora ove vrste otpada nastalog u Republici Srbiji.

## 2. OSNOVNE KARAKTERISTIKE PCB

Polihlorovani bifenili (PCB) spadaju u dugotrajne organske zagađujuće supstance (POPs) koja se ne pojavljuju prirodno u okruženju. To su aromatska, sintetska, hemijska jedinjenja koja su toksična po ljude i ostali živi svet, bioakumulativna i perzistentna u životnoj sredini. PCB se sastoje od bifenil strukture, dva povezana benzenova prstena, u kojima su neki ili svi atomi vodonika zamenjeni atomima hlora [1]. Osnovna molekulska struktura prikazana je hemijskom formulom 1.



Hlorovanjem bifenila anhidrovanim gasovitim hlorom u prisustvu katalizatora dobijaju se PCB sa različitim udelom hlora, čime nastaje 209 kongenera različitih karakteristika. Međutim, samo 130 od ukupnog broja hlorovanih bifenila se javlja u fluidima kao komercijalnim proizvodima na bazi PCB. PCB su se upotrebljavali za fluide različite namene, pa je, u zavisnosti od namene, maseni udeo hlora od 21% do 68%. Komercijalni PCB su uglavnom smeše od 50 ili više kongenera.

PCB jedinjenja se mogu naći u rasponu od teških uljnih tečnosti, lepljivih smola, ili topljivih kristalnih materija u za-

visnosti od količine supstituisanog hlora. Ova veštačka jedinjenja su bez mirisa, bezbojna do svetlo žute ili žute boje. Kongeneri PCB se međusobno razlikuju po fizičkim i hemijskim osobinama u zavisnosti od broja atoma i položaja atoma hlora u molekulu. Najvažnije karakteristike su [2]:

- Tačno agregatno stanje na sobnoj temperaturi, gustine: 1,182 – 1,566 kg/dm<sup>3</sup>,
- Mala rastvorljivost u vodi,
- Dobra rastvorljivost u organskim rastvaračima,
- Relativno visoka temperatura paljenja što ih svrstava u red nezapaljivih tečnosti,
- Visoka temperatura ključanja,
- Nije eksplozivan,
- Mala električna provodljivost, odnosno visoka dielektrična konstanta, odnosno slaba električna probojnost, što im omogućava primenu kao izolatorskog fluida u električnim uređajima,
- Velika termička provodljivost,
- Velika termička i hemijska stabilnost, što obezbeđuje primenu u uređajima gde je potreban prenos toplote.

PCB jedinjenja takođe lako apsorbuju na organske čestice u zemljištu, sedimentu, biološkim ili vodenim sistemima. Ove organske čestice mogu lako da se prenose na velike razdaljine i to je jedan od razloga što su pronađeni svuda po svetu, uključujući i vrlo udaljene oblasti.

PCB imaju visok nivo hemijske inercije i veoma su otporni na mnoge hemijske agense kao što su kiseline, baze i oksidante. Ne utiču na metale, ali rastvaraju ili omekšaju određene vrste gume i plastike. PCB jedinjenja su praktično otporna na vatru zbog visoke tačke paljenja (170-380 °C).

Imaju velik stepen sorpcije u zemljištu pri čemu se sorpcija povećava sa porastom stepena hlorovanja i većim sadržajem koplarnih molekula. Tragovi PCB su pronađeni u zemlji na dubini od 1000 m ispod nadmorske visine. Sorpcija značajno raste sa postojanjem prethodne kontaminacije zemljišta: 3,5 puta je veća ako postoji kontaminacija uljima (na bazi oktanol) i 67 puta u slučaju prethodne kontaminacije PCB-om. Zbog toga je bitan problem pri uništavanju PCB-a njegovo uklanjanje i uništavanje iz zemljišta.

### 2.1. Uticaj PCB na ljudski organizam

Strukturne razlike PCB uslovljavaju njihovo ponašanje i određuju osnovne osobine. Iako se PCB lako apsorbuju u telo, oni se sporo metabolišu i izlučuju, a sve veći broj studija ističe ozbiljan uticaj PCB-ija na zdravlje ljudi [3]:

- Akutni toksični efekti: Ljudi koji su direktno izloženi direktno visokim koncentracijama PCB-a, bilo putem kože, hrane ili vazduha, iskusili su iritacije nosa i pluća, iritacije kože kao što su teške akne (hlorakne) i osip, i probleme sa očima.
- Rak: Međunarodna agencija za istraživanje raka (IARC), u okviru Svetske zdravstvene organizacije (SZO), meri kancerogeni rizik različitih hemikalija i PCB-ija i stavlja ih u grupu 2 B: verovatno kancerogene za ljude sa „slabije ustanovljenim“ naučnim dokazima.
- Bolesti srca: PCB uzrokuju povećani rizik od kardiovaskularnih bolesti, hipertenzije i dijabetesa.

- Uticaji na hormone: PCB utiču na sistem polnih i utvrđeno je da smanjuju doba kada devojčice dostižu pubertet i mogu smanjiti nivo muškog polnog hormona, testostetona.
- Astma: PCB uzrokuju povećani rizik od astme i drugih infektivnih bolesti respiratornih organa. Preciznije, deca imaju povećan rizik od astme i drugih infektivnih bolesti disajnih puteva kada su izložena trajnim organskim zagađivačima, uključujući PCB.
- Težina novorođenčadi i motoričke veštine dece: Žene koje su jele hranu kontaminiranu PCB rađaju decu koja postižu niže rezultate na testovima ponašanja odojčadi, i imaju motoričke probleme i smanjenje kratkoročne memorije.
- Sposobnost učenja: PCB su povezani sa kognitivnim problemima i smanjivanjem sposobnosti da se uči i pamti. Druge studije pokazuju da se PCB dovode u vezu sa smanjenom budnošću i povećanim umorom.

Zbog utvrđenog negativnog uticaja POPs, a time i PCB, na ljudsko zdravlje i životnu sredinu 2001. godine usvojena je Stokholmska konvencija o dugotrajnim organskim zagađujućim supstancama (POPs) [4] koja ima za cilj zaštitu zdravlja ljudi i životne sredine od POPs hemikalija. Države potpisnice ove Konvencije imaju obavezu da utvrde, zabrane ili ograniče proizvodnju, promet i korišćenje POPs, kao i obavezu da smanje, odnosno eliminišu emisije 12 POPs hemikalija (aldrin, hlordan, DDT, dieldrin, endrin, heptahlor, heksahlorbenzen (HCB), mireks, toksafen, PCB, PCDD/PCDFs) u životnu sredinu. Republika Srbija je potpisnica ove Konvencije od 2002. godine.

### 3. DOSADAŠNJA PRIMENA PCB

Smeša PCB ima dobre osobine u pogledu provođenja toplote, ali najveću primenu je našla osobina male električne provodljivosti, što ovu smešu čini izuzetno dobrim dielektričnim fluidom. U periodu od 1929. do 1989. godine, ukupna svetska proizvodnja PCB (uključujući i proizvodnju u SSSR) je bila 1,5 miliona tona, tj. prosečno 26.000 t godišnje. Pre nego što je zakonom regulisana proizvodnja i upotreba PCB, oni su bili korišćeni u širokom obimu posebno u industriji kao [5]:

- dielektrično sredstvo za transformatore, kondenzatore, reostate, u rasveti,
- sredstvo sa termoizolaciju,
- mazivo (hidraulička ulja, maziva za vakuum pumpe itd.),
- aditiv za plastične mase,
- dodatak za boje, lakove, štamparske boje, firmis, lepke, kablove, konac, tekstil, kaučuk, papiri idr,
- aditiv za formiranje pesticida i insekticida (DDT),
- dodatak kod različitih sredstava za impregnaciju.

#### 3.1. Materijali koji sadrže određene količine PCB

Materijali koji sadrže PCB se klasifikuju prema prisutnoj koncentraciji PCB [6] u sledeće kategorije:

1. PCB >500 ppm
2. PCB-kontaminiran i materijali (5-500 ppm)
3. Materijali koji ne sadrže PCB (< 5 ppm)



Sa aspekta regulisanja prometa predmeta koje sadrže ili su u kontaktu sa PCB izvršena je podela na dve grupe:

- PCB i
- PCB predmeti: PCB artikli, PCB kontejneri, kontejneri PCB artikala i PCB oprema.

Svi materijali koji sadrže PCB ili su dolazili u posredan ili neposredan kontakt sa PCB-om predstavljaju potencijalnu opasnost za okolinu. Nakon upotrebe postaju opasan otpad i moraju se tretirati u skladu sa zakonom propisanom procedurom. U slučaju požara na uređajima koji sadrže PCB materijal dolazi do stvaranja para dioksina i furana, koji su ekstremno toksične supstance. Isto tako iscurivanje ulja koja sadrže PCBs ima katastrofalne posledice, jer se ulje absorbuje u zemljištu i tako uključuje u promet materija, a najčešće svoj put nastavlja dalje kroz lanac ishrane.

#### 4. TRETMANI OTPADA KOJI SADRŽI PCB

Do sada su u svetu razvijene različite metode za tretman otpada koji sadrži PCB, koje u najvećem broju slučajeva imaju za cilj minimalizaciju njegovih opasnih karakteristika i smanjenje negativnog uticaja na ljudskog zdravlje i životnu sredinu. Sve metode za tretman otpada koji sadrži PCB mogu se svrstati u nekoliko grupa [5]:

- biodegradacija,
- termička razgradnja: spaljivanje, piroliza, plazma tehnologija,
- mikrobiološka razgradnja,
- stabilizacija i očvršćavanje,
- regeneracija otpadnog ulja koje sadrži PCB: katalitička dehalogenizacija i CDP proces.

##### 4.1. Biodegradacija

Postoji više načina biodegradacije PCB, ali svi ti procesi su spori i u nekom razumnom vremenu ne mogu dovesti koncentraciju PCB sa prihvatljiv nivo. Glavni načini biodegradacije su: fotohemijaska degradacija, mikrobna degradacija, termalna degradacija i metabolizam kod ptica i sisara. Fotohemijaska degradacija je uslovljena stepenom hlorovanja, pozicijom hlornog supstituenta u prstenu i rastvaračem u kome je PCB rastvoren. Utvrđeno je da u vodi u prirodi razlaganje PCB na ovaj način može da bude od 10 do 1000 g/km<sup>2</sup>/god. Istraživanja biodegradacije u zemljištu, sedimentima, jezerima i rekama su pokazala da i aerobni i anaerobni mikroorganizmi razlažu PCB. Mikrobna degradacija zavisi od stepena hlorovanosti i od pozicije hlorovog atoma u bifenilnom prstenu, a više faktora utiče na njenu brzinu i obim. U opštem slučaju, anaerobna dehlorinacija smanjuje toksičnost, aerobna degradacija ukupnu masu, a sorpcija kroz organske čestice biodostupnost zagađivača. Dosadašnja ispitivanja su pokazala da ptice i sisari mogu u određenoj meri da dehalogenizuju i izomerski transformišu molekul PCB. Nađeno je da se niži hlorovani izomeri značajno razlažu i izbacuju iz organizma, dok viši ostaju u masnim tkivima više od dve godine.

##### 4.2. Termička razgradnja

U skorije vreme se dosta pažnje poklanja razvoju tehnologije uništavanja PCB u kontrolišanim uslovima, pri čemu je bitna stavka uklanjanje i uništavanje PCB iz zemljišta. Standardna termička metoda uništavanja PCB je sagorevanje, ali samo kada sistem može da dostigne efikasnost destrukcije i uklanjanja od 99.99%.

Glavna odrednica postrojenja za spaljivanje opasnog otpada je da otpad razloži u krajnje produkte koji ne zagađuju okolinu i/ili se mogu bezbedno skladištiti. Da bi se to postiglo, postrojenje za sagorevanje mora da ispuni sledeće preventivne uslove:

1. ograničenje minimalne temperature prilikom termičkog procesa (oko 1100 °C),
2. vreme zadržavanja u komori za sagorevanje duže od 2 s,
3. višak kiseonika (oko 6% viška na ulazu u peć za sagorevanje)
4. efikasan sistem za prečišćavanje gasova koji napuštaju komoru za sagorevanje.

#### 4.3. Mikrobiološka razgradnja

Mikrobiološka razgradnja PCB je tehnologija koja je razvijena u novije vreme. Posebna vrsta plesni *Phanerochaete Crysosporium* može posredstvom snažnih enzima da razgradi molekul PCB. Eksperimenti koji su sprovedeni u Finskoj pokazali su da je potrebno 2 godine da se smanji koncentracija PCB u zemljištu sa 170 na 12 ppm. Primena plesni je bolja od primene bakterija, jer bakterije moraju doći u direktan kontakt sa PCB-om da bi ga razgradile, što je otežano u slučaju kontaminacije zemljišta uljima. Brzina ove biološke degradacije može se povećati dodatkom određenih jedinjenja, npr. bifenila ili H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, što održava troškove uklanjanja na prihvatljivom nivou.

#### 4.4. Stabilizacija i očvršćavanje

Zbog malih troškova (50 - 310 \$/t) u praksi se primenjuje i tehnologija stabilizacije i očvršćavanja. Ova tehnologija podrazumeva dodavanje vezivnih agenasa (Portland cement, cementna prašina, leteći pepeo) u otpad čime se zagađivači prevode u manje rastvorljive, mobilne ili manje toksične oblike.

#### 4.5. Regeneracija otpadnog ulja koje sadrži PCB

Za tretiranje tečnog PCB-om kontaminiranog otpada (PCB ulja ili ulja koja su kontaminirana PCB) koriste se i tehnologije regeneracije koje su bazirane na hemijskim, biološkim i radioaktivnim principima. Ove tehnologije omogućavaju da se matrix, u kome je rastvoren PCBs, sačuva i reciklira. Posebno se mogu istaći dve metode koje su našle komercijalnu primenu: katalitička dehalogenacija i CDP proces.

Postoji više varijanti ovog hemijskog procesa. Po jednoj varijanti se, uz pomoć kalijuma, hlorov atom supstituiše vodonikovim atomom pri čemu se dobija polibifenil. Druga varijanta koristi bazu (NaOH i NaHCO<sub>3</sub>), katalizator i alifatični ugljovodonik kao donor vodonika. Smeša se zagreva do 300 °C duže vreme da bi došlo do redukcije halogenih i njihovog prevođenja u odgovarajuće ugljovodonike.

### 5. PREGLED KOLIČINA I GENERATORA OTPADA KOJI SADRŽI PCB U SRBIJI

U cilju sprovođenja Stokholmske konvencije o dugotrajnim organskim zagađujućim supstancama (POPs), Republika Srbija je izvršila preliminarni inventar PCB u Republici Srbiji. Sagledani su sledeći aspekti:

- Uvoz fluida na bazi PCB
- Proizvodnja opreme koja sadrži PCB u RS i izvoz
- Oprema na bazi PCB fluida u upotrebi (transformatori, kondenzatori i rotorski otpornici)

- Oprema na bazi PCB fluida van upotrebe
- Ostali PCB otpad (kontaminirana ulja, zemlja, građevinski materijal, sudovi i ostalo)
- Izvezeni PCB otpad

Prilikom izrade preliminarnog inventara PCB evidentirano je 767 transformatora u upotrebi (ukupna masa fluida i uređaja je oko 3.300 t), 4.394 kondenzatora u upotrebi (ukupna masa fluida i uređaja je oko 172 t) i 41 rotorski otpornik, sa masom fluida od 3.253 kg.

Takođe prema podacima Nacionalnog implementacionog plana za sprovođenje Stokholmske konvencije (ažuriran 2014-2015. godine) [2], kao rezultat analize PCB inventara dobijene su količine otpada koje sadrže PCB u Republici Srbiji koje su prikazane u tabeli 1.

**Tabela 1** Inventar otpada koji sadrži PCB [2].

Vrsta uređaja	Ukupan broj (kom)	Masa fluida (kg)
Transformatori	27	23.065
Kondenzatori	4.003	121.294
Ostali otpad	160	49.982
<b>Ukupno</b>	<b>4.190</b>	<b>194.341</b>

Najveći generatori otpada koji sadrži PCB u Republici Srbiji su preduzeća koja se bave proizvodnjom i distribucijom električne energije.

Preliminarnim inventarom je ustanovljeno da se na mnogim mestima u Republici Srbiji nalaze transformatori i kondenzatori koji su van upotrebe i sa aspekta upotrebne vrednosti predstavljaju otpad. Veliki broj ove opreme je proglašen otpadom, i kao takvi su privremeno zbrinuti na koliko je to moguće bezbedan način. Uglavnom su preneti u deo preduzeća predviđen za skladištenje, blizu mesta gde su bili u funkciji (improvizovanim skladištima), s obzirom da u Republici Srbiji ne postoji deponija opasnog otpada. U pojedinim slučajevima procureli kondenzatori ili ulja kontaminirana fluidom na bazi PCB smešteni su u buradima i cisternama.

## 6. ZAKLJUČAK

Polihlorovani bifenili (PCB) spadaju u dugotrajne organske zagađujuće supstance. Zbog negativnog uticaja na ljudsko zdravlje i životnu sredinu proizvodnja PCB je zabranjena i oni se zamenjuju materijalima koji imaju slične karakteristike, ali ne utiču negativno na zdravlje ljudi i životnu sredinu. Međutim, nakon prestanka upotrebe javlja se problem tretmana

otpada koji sadrži PCB. Do sada su razvijene i u svetu se primenjuju različite metode tretmana PCB otpada.

U Republici Srbiji je u cilju sprovođenja Stokholmske konvencije o dugotrajnim organskim zagađujućim supstancama, urađen preliminarni inventar PCB, čime su utvrđene količine generisanog otpada koji sadrži PCB. Preliminarnim inventarom je ustanovljeno da se na mnogim mestima u Republici Srbiji nalaze otpadni transformatori i kondenzatori i otpadna ulja kontaminirana fluidom na bazi PCB, koja su privremeno zbrinuta kod generatora otpada, pošto u Srbiji ne postoji deponija opasnog otpada.

U cilju smanjenja negativnog uticaja na životnu sredinu i zdravlje ljudi, neophodno je ovaj otpad tretirati nekim od postojećih tretmana, kao i izgraditi deponiju za opasan otpad u Republici Srbiji.

## LITERATURA

- [1] I. Chan, J. Chan, R. Tsang and T. Chung, *The Environmental Aspects of Polychlorinated Biphenyls (PCBs)*, Web sajt: <http://bordeaux.uwaterloo.ca/biol447/assignment1/pcbs.html>.
- [2] Nacionalni implementacioni plan za sprovođenje Stokholmske konvencije (ažuriran 2014-2015. godine), Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine, Beograd, 2015.
- [3] S. Gavrančić i D. Skala, „Polihlorovani bifenili – Osobine, primena i tehnologije razgradnje,“ *Hem. ind.* 54 (2), pp. 53-63, 2000.
- [4] *Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs)*, United Nations Environment Programme (UNEP), 2009.
- [5] P. Formi, L. Prati and M. Rossi, “Catalytic dehydrohalogenation of polychlorinated biphenyls, Part II: Studies on a continuous process,“ *Applied Catal. B.: Environ.* 14, pp. 49-61, 1997.
- [6] LLNL Environmental Guidelines Document, Guidelines for Polychlorinated Biphenyls, Web sajt: [http://www.llnl.gov/es\\_and\\_h/guidelines/pcb/pcb.html](http://www.llnl.gov/es_and_h/guidelines/pcb/pcb.html).

## PRIMER DOBRE PRAKSE ISKORIŠĆENJA BIOMASE ZA DOBIJANJE ENERGIJE U “LAZAR” - BLACE

### EXAMPLE OF GOOD PRACTICE OF BIOMASS USE ENLARGEMENT OF ENERGY IN "LAZAR" – BLACE

Anica Milošević, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

**Sadržaj** - Potragu za novim izvorima energije podstakla je i ograničenost drugih resursa, poput fosilnih goriva koja se masovno eksploatišu. Energetski potencijal obnovljivih izvora energije u Srbiji je značajan i procene govore o preko 4 miliona tona ekvivalenta nafte (ten) godišnje, što odgovara gotovo polovini godišnje potrebe zemlje za energijom. Najvećim potencijalom u Srbiji se smatra biomasa. Primer dobre prakse proizvodnje energije iz biomase, dobre zarade kao i zaštite životne sredine je preduzeće „Lazar“ iz Blaca.

**Ključne reči:** Biomasa. Biogas. Obnovljivi izvori energije.

**Abstract** – The quest for new energy sources has also fueled other resources, such as fossil fuels that are massively exploited. The energy potential of renewable energy sources in Serbia is significant and estimates indicate over 4 million tons of oil equivalent (ten) per year, which corresponds to almost half of the country's annual energy requirement. The biggest potential in Serbia is considered biomass. An example of good practice of producing energy from biomass, good wages and environmental protection is „Lazar“ from Blace.

**Key words:** Biomass. Biogas. Renewable energy.

#### 1. UVOD

Upotreba energije iz obnovljivih izvora još je u razvoju i u svetu, osim u nekim razvijenim zemljama, i najveći izazov predstavlja prelazak na čistije tehnologije uz postizanje ekonomske isplativosti. Pored tehnoloških izazova, nerazvijenog tržišta i nedostaka iskustva u Srbiji, veće korišćenje obnovljivih izvora energije otežavaju i zakonske i administrativne prepreke koje odbijaju investitore. I pored mnogih izazova, cilj Srbije je da poveća udeo energije iz obnovljivih izvora u potrošnji, što je i njena obaveza koja proističe iz članstva u Energetskoj zajednici u jugoistočnoj Evropi kao okvira za integraciju u energetsko tržište EU.

Potragu za novim izvorima energije podstakla je i ograničenost drugih resursa, poput fosilnih goriva koja se masovno eksploatišu. Pored ekološkog, upotreba obnovljivih izvora energije ima i ekonomski značaj - može doprineti smanjenju uvoza fosilnih goriva, razvoju lokalne industrije i otvaranju novih radnih mesta, ali i omogućiti uštede domaćinstvima. U Srbiji još ne postoje projekcije kakvu bi ekonomsku korist mogao doneti razvoj takve industrije i u ovoj, početnoj fazi je glavno pitanje kako da se poveća proizvodnja i potrošnja energije iz obnovljivih izvora energije a da se, pošto je takva proizvodnja skupa, bitnije ne povećaju cene i opterete građani Srbije [1].

Energetski potencijal obnovljivih izvora energije u Srbiji je značajan i procene govore o preko 4 miliona tona ekvivalenta nafte (ten) godišnje, što odgovara, prema procenama

stručnjaka, gotovo polovini godišnje potrebe zemlje za energijom. Najvećim potencijalom u Srbiji se smatra biomasa.

#### 2. BIOMASA I NJENE KARAKTERISTIKE

Pod biomasom se podrazumevaju sve vrste biološkog materijala: ogrevno drvo, nus prerađevine drveta, energetske žitarice, ratarski i poljoprivredno-industrijski nusproizvodi, nusproizvodi životinjskog porekla. Razlozi za povećano interesovanje za upotrebu biomase globalno su:

1. Političke beneficije (povećana dobit, supstitucija najčešće uvozne nafte).
2. Otvaranje novih radnih mesta.
3. Očuvanje životne sredine usled smanjenja emisija gasova staklene bašte, kiselih kiša i poboljšanja kvaliteta zemljišta.

Energetski potencijal biljnih ostataka je 108 000 TJ/god., odnosno:

- = 40 000 TJ/god. ostataka ratarskih kultura,
- = 25 000 TJ/god. ostataka u voćarstvu i vinogradarstvu,
- = 43 000 TJ/god. u šumarstvu i drvnoj industriji (1 TJ=1012 J=277 777 kWh),

Proizvodnja bioenergije, energije dobijene iz biomase, u svetu je ograničena. Udeo energije proizvedene iz biomase u industrijskim zemljama je oko 4 % dok je u zemljama u razvoju učešće oko 22 % ali je najveći deo proizveden u

termički neefikasnim i tradicionalnim uređajima. Ovi uređaji se odlikuju oslobađanjem velikih količina toksičnih gasovitih produkata koji su česti uzrok bolesti korisnika [1].

Biomasa predstavlja jedan od značajnijih izvora obnovljive energije. Pod pojmom biomasa podrazumeva se živa ili doskora živa materija, biljnog ili životinjskog porekla, koja može da se koristi kao gorivo ili za industrijsku proizvodnju. U Srbiji se biomasa uglavnom upotrebljava na tradicionalan način i to u vidu energije za grejanje, kuvanje ili zagrevanje tople vode. Pored ovih vidova upotrebe, biomasa se može koristiti i u kogeneracijskim postrojenjima za proizvodnju električne i toplotne energije, potom kao sirovina za proizvodnju biogoriva, a može se koristiti i u industriji za proizvodnju vlakana i hemikalija.

Kao izvor obnovljive energije, biomasu delimo na:

- Drvenu biomasu (piljevina, ostaci prilikom orezivanja drveća i sl.)
- Žetveni ostaci (pšenična slama, kukuruzovina i sl.)
- Životinjski otpad i ostaci (životinjski izmet, lešine životinja i sl.)
- Biomasa iz otpada (zelena frakcija kućnog otpada, mulj iz kolektora prečišćivača vode ...)

Od svih navedenih oblika biomase, trenutno se u energetskom smislu najviše eksploatiše drvena biomasa. Takođe, vrlo važan izvor biomase u Srbiji [1] predstavlja biljna biomasa u poljoprivredi. Kada se govori o biomasu u poljoprivredi, onda se, pre svega, misli na biljne ostatke iz biljne, voćarske i vinogradarske proizvodnje. Procenjeno je da se svake godine u Srbiji proizvede ukupna količina od 12,5 miliona tona biomase, od toga u Vojvodini 9 miliona tona (72%).

Imajući u vidu tendencije energetskog sektora u svetu, a uvažavajući činjenicu da Srbija poseduje značajne energetske resurse u biomasu (procenjuje se oko 2,7 miliona ten), izvesno je da bi se razvojem ovoga sektora mogao dugoročno obezbediti neophodan energetski izvor. [2].

### 2.1.1. Proizvodnja toplotne energije iz biomase

U zavisnosti od vrste, vlažnosti i krupnoće komada biomase razlikuju se tehnologije njene pripreme i sagorevanja – odnosno tipova (konstrukcija) ložišta kotlova u kojima se vrši sagorevanje. Za sagorevanje se, uglavnom koriste klasične tehnologije sagorevanja na rešetci (nepokretnoj, pokretnoj, kosoj i stepenastoj). Kotlovi na biomasu se koriste za generaciju toplotne energije za potrebe tehnoloških procesa u industriji ili za grejanje stambeno-poslovnih objekata.

### 2.1.2. Kombinovana proizvodnja toplotne i električne energije iz biomase

Istovremeno dobijanje toplotne i električne energije postiže se primenom Organskog Rankin-ovog Ciklusa (ORC). ORC je primer efikasnijeg i pouzdanijeg oblika kogeneracije, koji se već uveliko primenjuje u Evropi, u širokom opsegu dobijenih snaga od 0,2 do 5 MW i više. Implementacija ovakvog sistema je najisplativija u područjima koja su bogata šumom, gde bi se istovremeno proizvodila neophodna biomasa.

ORC koristi međukrug termalnog ulja, koji služi kao posrednik za prenos toplote sa dimnih gasova na radni fluid, koji je u ovom slučaju nije voda već organski fluid.

Prednosti ORC sistema jesu visok stepen efikasnosti ciklusa (posebno u slučaju primene kogeneracije), fleksibilnost sistema, velika inercija sistema, automatska i bezbedna kontrola i rad, niži pritisak u kotlu, visok stepen efikasnosti turbine (do 85%), niski mehanički stres turbine, nema erozije lopatica turbine, veoma dug radni vek mašine (nema erozije i korozije cevovoda, ventila, lopatica turbina), nije potreban sistem za prečišćavanje vode, jednostavna START-STOP procedura, miran rad.

## 3. BIOGAS POSTROJENJE NA FARMI KRAVA U MLEKARI „LAZAR“ BLACE

Ovaj projekat je iniciran od predstavnica Mlekare „Lazar“ iz Blaca i kompanije GHD iz Viskonsina (SAD) za izgradnju biogas postrojenja na farmi muznih krava u Blacu. Vrednost investicije je 1,5 miliona dolara, a ugovorena je uz podršku Agrobiznis projekta Američke agencije za međunarodni razvoj (USAID)[6].



Slika 1. Mlekara

Postrojenje predstavlja jedan od najznačajnijih transfera tehnologije u sferi poljoprivrede i obnovljivih izvora energije i njegova realizacija jedne od najvećih lokalnih investicija na jugu Srbije, koja ujedno predstavlja šansu za dalji razvoj stočarske i mlekarske industrije, kao i regiona. Uz primenu ove tehnologije, Mlekara Lazar je rešila problem biorazgradivog otpada sa farme i proizvodnog procesa mlekare (stajnjak i surutka) koristeći otpad kao energent za proizvodnju biogasa i struje. Očekivana otplata investicije je tri godine i primena odgovarajućih tehnologija u tretiranju otpada izuzetno bitna za poljoprivredu, jer ne samo da predstavlja ekološki odgovornu praksu, već omogućuje i velike uštede, a samim tim i veće prihode. Mlekara Lazar je prepoznala prednost korišćenja takozvanih „zelenih“ tehnologija.



Slika 2. Postrojenje elektrane na biogas

Osnovni ciljevi projekta su povećanje izvoza srpskih poljoprivrednih proizvoda i kreiranje novih radnih mesta u poljoprivredi. Aktivnosti projekta su usmerene ka povećavanju efikasnosti i konkurentnosti preduzeća iz šest poljoprivrednih sektora.

Preduzeće „Lazar“ počelo je sa radom 1994. godine sa dva radnika. Danas ovo preduzeće prerađuje oko 50.000 litara mleka dnevno a kapaciteti su 80.000 litara. 160 radnika tre-



nutno radi u mlekari Lazar a preko 2.500 gazdinstava proizvodi mleko za potrebe proizvodnje. Mlekara otkupljuje mleko iz Topličkog i Rasinskog okruga. U okviru Lazar d.o.o. posluje i farma sa 400 muznih krava (Slika 3).



**Slika 3.** Farma krava.

Očekuje se da predstavlja jedan od najznačajnijih transfera tehnologije u sferi poljoprivrede i obnovljivih izvora energije. Ozvaničenjem ugovora, počela je realizacija jedne od najvećih lokalnih investicija na jugu Srbije, koja ujedno predstavlja šansu za dalji razvoj stočarske i mlekarske industrije, kao i regiona.

Ovo postrojenje je primer zaokruženog ciklusa proizvodnje i iskorišćenja otpadnih nus produkata sopstvene proizvodnje u dodatni finansijski efekat D.O.O. Lazar, Blace. Preduzeće se bavi proizvodnjom, preradom i otkupom poljoprivrednih proizvoda. U sklopu firme funkcionišu tri sektora proizvodnje:

- proizvodnja mleka (stočarstvo, farma),
- prerada mleka (mlekara),
- ratarstvo (pretežno proizvodnja siliranog kukuruza i ostalih poljoprivrednih kultura potrebnih za ishranu),
- Biogazna elektrana,



**Slika 4.** Prijemna jama.

Četvrti sektor je biogazna elektrana. Polazne sirovine za proizvodnju biogasa, odnosno električne i toplotne energije na Postrojenju za proizvodnju biogasa i električne energije od obnovljivih izvora energije u Gornjoj Dragusi (Blace) su stajnjak, kukuruzna silaža i surutka. Stajnjak sa farme koja broji oko 1000 grla od čega oko 400 muznih krava, sabirnicima (cevovodima i kanalima) se dovodi do prijemne jame (Sl. 4).

Dnevna količina stajnjaka je oko 40t. Iz mlekare koja je udaljena oko 6 km od postrojenja, kamionskim cisternama doprema se surutka koja se takođe ubacuje u prijemnu jamu. Dnevna kolicina surutke je oko 30t. Iz kruga farme transportnim mašinama (Slika 5.) do prijemne jame se doprema silaža sa dnevnom količinom oko 25t.

U prijemnoj jami se vrši priprema materijala i homogenizacija smeše. Smeši se dodaje delom čista voda, a delom i tečna faza iz lagune da bi se postigao sastav smese sa određenim procentom suve materije, koji daje najbolje rezultate

fermentacije (digestije). Materijal zapremine oko 160 m<sup>3</sup> se svakog dana pumpom ubacuje u digestor (Slika 6.)



**Slika 5.** Transport silaže.



**Slika 6.** Pumpa za ubacuje materijala u digestor.

Ubacivanje je uglavnom kvazi-kontinualno (unos svaka 2h). Materijal pre ubacivanja prolazi i kroz seckalicu zbog usitnjavanja krupnijih odrezaka silaze. U digestoru se odvija proces anaerobne digestije koja kao rezultat ima dobijanje biogasa. Ovakav način proizvodnje biogasa, koji je urađen po američkom modelu, daleko je ekonomičniji u odnosu na evropske sisteme, jer ne zahteva mehaničko mešanje supstrata, odnosno troškovi proizvodnje su svedeni na minimum. Mešanje supstrata koje je preduslov za kvalitetnu digestiju i metanogenezu vrši se delom biogasa, koji se centralnim kompresorom ponovo vraća u digestor. Digestor ima tri komore, a svaka ima svoj sistem grejanja (Slika 7.) kao i sistem mešanja.



**Slika 7.** Sistem digestora.



**Slika 8.** Sigurnosni ventil i baklja.

Ovakav način proizvodnje ne zahteva rezervoar, odnosno zalihu gasa. Digestor je obezbeđen i sigurnosnim ventilima kao i postojanjem baklje za slučaj viška gasa ili porasta pritiska (Slika 8.).

Zadržavanje materijala u digestoru je oko 21 dan. Iskorišćeni materijal se pumpom izbacuje iz digestora do separatora koji odvaja čvrstu fazu od tečne laguna (Separator čvrste faze i tečna faza) i jedna i druga faza su visokokvalitetno đubrivo (Slika 9.)



**Slika 9.** Laguna.



**Slika 10.** Sistem za prečišćavanje.

Dobijeni biogas se cevovodom, posle obrade, odnosno prečišćavanje i otklanjanje kondenzata, dovodi do motora sa unutrašnjim sagorevanjem kojim se mehanička energija obrtanja kolenastog vratila dobijena sagorevanjem gasa pomoću generatora pretvara u elektricnu energiju koja se elektrodistributivnom mrežom prodaje državi.

Deo energije se uzima i koristi za sopstvene potrebe, odnosno rad postrojenja. Parametri digestora se prate na komandnom ormaru digestora.

Parametri rada motora i generatora, njihovo praćenje kao i upravljanje se prate na displeju odnosno računaru.

Ovo postrojenje je projektovano za proizvodnju 1000kW/h električne i 1200kW/h toplotne energije. Zbog udaljenosti postrojenja od naseljenog mesta (6 km od Blaca), iskorišćenje toplotne energije je veoma malo, odnosno 30% i to za potrebe rada postrojenja i digestora. Sledeća faza u razvoju ovog postrojenja je razmatranje mogućnosti za najefikasnije iskorišćenje toplotne energije [9].

#### 4. PREDNOSTI I NEDOSTATCI KORIŠĆENJA POLJOPRIVREDNE BIOMASE

Prednosti primene u korišćenju poljoprivredne biomase kao energenta pokazuju opravdanost sa privrednog i ekološkog aspekta. Ekološki aspekti korišćenja biomase: biorazgradivost biomase u tlu je izvršna jer gotovo 95% materije biomase se razgradi za 28 dana, biogoriva sadrže neznatne količine sumpora pa u produktima nema sumpor-dioksida (to je neizbežan produkt sagorevanja fosilnih goriva), prilikom sagorevanja biomase dobija se tzv. čisti pepeo nema emisije ugljovodonika. Kao produkt nepotpunog sagorevanja poljoprivredna biomase spada u obnovljivi izvor energije, koji je od presudnog značaja za zaštitu čovekove sredine.

Međutim, pored mnogih prednosti koje poseduje biomasa kao izvor energije u eksploataciji biomase postoje i određene nepogodnosti za primenu. Neka od njih su: manipulacioni i ekonomski problemi sa sakupljanjem, pakovanjem i skladištenjem biomase, periodičnost nastanka biomase, mala zapreminska masa i toplotna moć biomase svedena na jedinicu zapremine, razućenost u prostoru, nepovoljan oblik i visoka vlažnost biomase, visoke investicije za postrojenja za preradu, pripremu, sagorevanje biomase, itd. Privredni aspekti korišćenja biomase: prevencija erozije, smanjenje opasnosti od požara, zaštita životinjskog i biljnog sveta i drugih komponenti njihovih raznolikosti, manja emisija štetnih materija iz generatora električne energije koji koriste biomasu kao gorivo, u poređenju sa sličnim tehnologijama koje koriste fosilna goriva, redukcija gasova koji proizvode efekat staklene bašte, otvaranje novih radnih mesta, ekonomske koristi u ruralnim sredinama.

#### 5. ZAKLJUČAK

I ako u Srbiji postoji visok potencijal za energetske iskorišćavanje biomase, u ovom trenutku je ono na nedopustivo niskom nivou. Razlozi za ovakvo stanje u ovom sektoru su brojni, a neki od najznačajnijih su nedostatak podsticajnih mera, nizak nivo svesti šire zajednice, slaba ekonomska moć potencijalnih zainteresovanih za ulaganje u sektor biomase i dr. Radi poboljšanja stanja u sektoru obnovljivih izvora energije može se preporučiti sledeće:

*Ostvariti bolju saradnju na nivou nadležnih ministarstava osnivanjem Kancelarije ili Agencije za korišćenje biomase* - Imajući u vidu da je eksploatacija biomase za proizvodnju energije na državnom nivou multidisciplinarni problem koji dotiče neposredno najmanje dva ministarstva - za energetiku i poljoprivredu, a posredno i ministarstva za nauku i obrazovanje, neophodno je osnivanje Kancelarije. Poseban cilj ovakvog tela bio bi izrada Strategije korišćenja biomase i donošenje posebne uredbe koja bi se odnosila samo na biomasu.

*Predvideti direktna podsticajna sredstva za korišćenje biomase* - Nedavnim usvajanjem "Uredbe o merama podsticaja za proizvodnju električne energije korišćenjem obnovljivih izvora energije i kombinovane proizvodnje električne i toplotne energije" otvorena je mogućnost da takozvani "povlašćeni proizvođači energije" koriste biomasu ili biogas pod povoljnim uslovima i da tako ostvaruju dobit na tržištu. Još uvek ne postoje direktne mere podsticaja subvencionisanim ili namenskim kreditima za poljoprivredne proizvođače.

*Podsticati istraživanja i sveobuhvatnih pilot programa uzgoja energetskih biljaka u Srbiji* - Cilj ovih podsticajnih sredstava, koji se mogu obezbediti delimično iz domaćih fondova, ali i mahom iz fondova EU, bio bi s jedne strane preneti iskustva iz razvijenijih zemalja, a sa druge strane razumeti specifične probleme na terenu.

*Razmotriti mogućnosti školovanja neophodnog stručnog kadra za korišćenje biomase* - U najskorijem mogućem periodu, neophodno je odškoloovati veći broj stručnjaka koji će se baviti problemom efikasnijeg korišćenja biomase u Srbiji. Da bi se ovo efikasno uradilo, neophodno je uvođenje odgovarajućih stručnih programa u srednjim poljoprivrednim stručnim centrima i školama, kao i na poljoprivrednim fakultetima u većim regionalnim centrima. Potrebno je razmotriti mogućnost školovanja i obuke kadrova u inostranstvu.

Iskorišćenje fosilnih goriva neće večno trajati i da su rezerve fosilnih goriva pri kraju, a svesni smo da života na Zemlji nema bez transformacije energije, zaključak je da se čovečanstvo mora okrenuti obnovljivim izvorima energije i to u dalekoj većoj meri nego što je to danas. Obnovljivi izvori energije, među kojima spada i biomasa, ne samo da su ekološki podobniji, nego i ekonomski isplativiji.

#### LITERATURA

- [1] D. Šljivac, Z. Šimić, *Obnovljivi izvori energije s osvrtom na štednju*, Elektrotehnički fakultet Osijek, 2007.
- [2] M. Radakovic, *Biodizel, Biogas, Biomasa*, AMG knjiga, Beograd, 2009.
- [3] B. Jovanović, M. Parović, *Stanje i razvoj biomase u Srbiji*, Jefferson Institute, Beograd, 2009.
- [4] M. Martinov i sar., „Studija o proceni ukupnih potencijala i mogućnostima proizvodnje i korišćenja biogasa na teritoriji AP Vojvodine,” Pokrajinski sekretarijat za energetiku i mineralne sirovine Autonomne Pokrajine Vojvodine, 2011.
- [5] M. Kaltschmitt, D. Thran, K.R. Smith, *Renewable energy from biomass*, In: Encyclopedia of physical science and technology, ed: Meyers, R.A., Springer, 2007.
- [6] <http://www.ekapija.com/website/sr/page/403448>.
- [7] <http://zorg-biogas.com/about?lang=rs>.
- [8] <http://www.green-group.rs/index.php?r=1760>.
- [9] <http://www.poslovni.hr/tag/bioelektrane-i-izgradnja-bioelektrana-u-rh-14508>.
- [10] <http://www.hrastovic-inzenjering.hr/primjena-energije/energetski-clanci/item/194-isplativost-bioelektrana>.

## PROCEDURA ZAŠTITE OD POŽARA NA DEPONIJAMA FIRE PROTECTION PRECEDURE AT LANDFILLS

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 su prezentovani uzorci nastanka požara koji se mogu javiti na deponijama. Takođe, prikazuje se način i mere koje je potrebno preduzeti u cilju njihovog lokalizovanja i suzbijanja. Klasifikacijom požara na deponijama dolazi se do podataka na koji način se požarom može upravljati. Nekontrolisani požari na deponijama, kako podzemni tako i površinski mogu proizvesti velike količine dima i zagađivača vazduha. Velika toplota dovodi do stvaranja pirolitičkih ulja koja, u kombinaciji sa agensima za gašenje vatre, zagađujući okolnu zemlju, površinske i podzemne vode Metan, kao najzastupljeniji i najopsaniji gas predstavlja najveći problem pri deponovanju otpada.

**Ključne reči:** Požar. Deponija. Metan. Preventiva.

**Abstract** - This paper presents examples of the occurrence of fires that can be found at the landfills. Also, shows the way and measures that need to be taken in order to localize and suppression. Classification of the fire at the landfills provides information on how the fire can be upgraded. Uncontrolled fires at landfills, both underground and surface, can produce large amounts of garbage and air pollutants. High heat leads to the creation of pyrolytic oils that, in combination with warming colors, contaminate the surrounding land, surface and groundwater Methane, as the most abundant and hardest gas, is the biggest problem in the waste disposal.

**Key words:** Fire. Landfill. Methane. Prevention.

### 1. UVOD

Na globalnom nivou, trenutno, najzastupljeniji metod upravljanja otpadom je odlaganje otpada na deponije. Nacionalna strategija integralnog upravljanja otpadom za period od 2010. do 2019. godine predstavlja osnovni dokument kojim se obezbeđuju uslovi za racionalno i održivo upravljanje otpadom. Takođe, u okviru procesa pridruživanja EU, Srbija treba da ispuni i uslove iz poglavlja 27 koji se tiču zaštite životne sredine. Veliki ideo u ispunjavanju tih uslova ima i projekat Wamppp koji se realizuje u okviru programa Erasmus +, finansiranog od strane EU. Cilj projekta jeste da se što veći broj mladih ljudi edukuje kako bi se na nivou države uticalo na jačanje sektora za upravljanje otpadom, a samim tim i da se radi na ispunjavanju uslova iz poglavlja 27 [1].

Glavni problem odlaganja otpada na deponijama jeste što može dovesti do zagađenja površinskih i podzemnih voda, zagađenja zemljišta, zdravstvenog rizika radnika, različitih tipičnih i netipičnih infektivnih bolesti, požara i eksplozija, efekata staklene bašte.

Iako veća gustina odloženog otpada smanjuje mogućnost ulaska vazduha u unutrašnjost deponije, ukoliko je sabijanje preveliko ograničava se gubitak toplote prema okolini i dolazi do povećanja temperature unutar deponije što može predstavljati prvi korak ka nastanku unutrašnjeg požara. Zagrevanje unutrašnjeg dela deponije ima loš uticaj na sigurnost i izdržljivost sistema za sakupljanje i odvođenje deponijskog plina i deponijskog filtrata, sistema za zaštitu dna i gornje površine de-

ponije [2]. U ovom radu predstavljani su uzroci nastanka požara, sa kakvim vrstama požarima se možemo susresti na deponijama i na koji način ih treba sanirati.

Iako procenat nastanka požara i eksplozija na deponijama, u odnosu na druge fenomene, nije dosta visok, oni i dalje podrazumevaju najveći rizik i najozbiljnije posledice po životnu sredinu, što zahteva poseban pristup i analizu svih njihovih relevantnih parametara i uzroka. Ozbiljna priroda ovog pitanja ogleda se u podacima koje je izveo Sektor za vanredne situacije u Republici Srbiji, prema kojima je u Srbiji u 2015. godini bilo 877 požara na deponijama [3].

Dalja organizacija rada je predstavljena kroz uzroke nastanka požara na deponijama, klasifikaciju nastanka požara na deponijama, primenu procedure i preventivnih mera za zaštitu od požara na deponijama.

### 2. UZROCI NASTANKA POŽARA NA DEPONIJAMA

Požari koji se javljaju na deponijama su tekući, složeni problemi koji postoje već decenijama. Oni ugrožavaju životnu sredinu kroz toksične zagađujuće materije koje se emituju u vazduh, vodu i zemlju. Predstavljaju i opasnost sve koji su izloženi opasnim hemijskim jedinjenjima koja oni emituju. Stepen rizika delom zavisi od sadržaja otpada na deponiji, geografije deponije i prirode vatre. Može biti velikih poteškoća u otkrivanju i gašenju požara na deponijama, jer ovi požari često traju nedeljama pod površinom deponije pre nego što ih otkriju.

Postoje različiti problemi koji se mogu javiti na mestima na kojima se otpad ne selektuje na pravi način ili se ne odlaže



po propisima. Najveći problem jeste neprijatan miris koji se može primetiti na svakoj deponiji, usled nagomilavanja različitih vrsta otpada. Prašina i buka su takođe problemi sa kojima se možemo susresti, ali između ostalog i požari i eksplozije, koji mogu da ostave za sobom najveće posledice po životnu sredinu. Na Slici 1. je dat prikaz faktora koji najviše utiču na stvaranje problema na deponijama.



Slika 1. Faktori koji negativno utiču na deponije [4].

Izvore i uzroke nastanka požara na deponijama vrlo je teško utvrditi, jer postoje brojni faktori koji doprinose njihovom nastanku. Od ukupnog procenta faktora paljenja na deponiji, poreklo od oko 40% nije moguće utvrditi. Poznato je da 20% požara nastaje zbog taloga koji se sastoji od materijala sa različitim tačkama paljenja. Takođe je poznato da oko 5% požara na deponiji prouzrokuje spontano sagorevanje, oko 7% reagovanja prethodno potisnute vatre, a oko 8% je zbog nedovoljne kontrole otvorenih požara [5].

Požari na deponijama se najčešće javljaju od marta do avgusta. Ovo je verovatno zbog većih temperatura, kada postoji veća šansa za spontano sagorevanje i tinjanje proizvoda bačenih na deponije. Deponijski gas koji se često može naći na deponijama, predstavlja jedan od najčešćih uzroka nastanka požara. Nedovoljno usaglašeni inertni materijal može omogućiti da kiseonik iz vazduha prodre u deponiju, ubrza oksidaciju ili doprinese potpunoj oksidaciji delimično oksidovanog gasa. Oksidacija je praćena oslobađanjem toplote u telu deponije, a čak i nešto viši stepen oksidacije predstavlja rizik od požara. Prodor ambijentalnog vazduha u telo deponije takođe se može povećati zbog razlike u pritisku između tela deponije i ambijentalnog vazduha. Ovi procesi, koji su posebno izraženi u proleće ili kasnoj jeseni, uzrokovani su snažnim vetrovima i atmosferskim promenama koje zagrevaju i hlade površinu deponije [3].

Međutim, na deponijama se mogu javiti i drugi uzroci nastanka požara koji uključuju, vozila za reciklažu i druga vozila koja se najčešće nalaze na deponijama. Takođe požari mogu nastati i od objekata koji se mogu naći uz same deponije.

### 3. KLASIFIKACIJA POŽARA NA DEPONIJAMA

U zavisnosti od tipa deponije i vrste vatre, požari na deponijama mogu predstavljati jedinstvene izazove kako za industriju tako i za vatrogasnu službu. Iz tog razloga se posebna pažnja mora posvetiti posebnim vrstama požara na deponijama, njihovim karakteristikama i uzrocima nastanka.

Prema količini zapaljivog materijala, otpada, koji se može naći na deponijama, požari se mogu svrstati u četiri kategorije [6]:

- Kategorija 1 - lako ugašeni požari, uključuju požare na vozilima, opremi ili zgradama na deponiji;
- Kategorija 2 - požar na ravnim površinama ili kosinama za odlaganje otpada, koji pokriva manje od 200 m<sup>3</sup> zapaljivog otpada;
- Kategorija 3 - požari koji pokrivaju 200-5.000 m<sup>3</sup> zapaljivog otpada i zahtevaju gašenje do nedelju dana;
- Kategorija 4 - požari koji pokrivaju više od 10.000 m<sup>3</sup> zapaljivog otpada i zahtevaju gašenje više od dve nedelje.

Najčešća podela koja se može naći u literaturi je podela požara prema površini nastanka plamena i to na [3]:

- Površinske požare i
- Podzemne požare.

#### 3.1 Površinski požari na deponijama

Površinski požari uključuju nedavno zakopan ili nekompatan otpad, smešten na ili blizu površine deponije u sloju aerobnog raspada, uglavnom od pola metra do metar i po u dubini. Ovi požari mogu se intenzivirati od deponijskog gasa (metana), što može dovesti do širenja požara na celu deponiju.

Površinski požari uglavnom gore na relativno niskim temperaturama i karakteriše ih emitovanje gustog belog dima i proizvoda nepotpunog sagorevanja. Kada površinski plamen zapali materijale kao što su gume ili plastične mase, temperatura u zoni gorenja može biti prilično visoka. Požari na višim temperaturama mogu izazvati razgradnju isparljivih jedinjenja, koja emituju gusti crni dim. Površinski požari se mogu klasifikovati kao slučajni ili namerni. Površinski požari nastaju [7]:

- Odlaganjem neotkrivenih tinjajućih materijala u deponiju gde toplotno opterećenje izaziva odlaganje otpada koji još uvijek gori prilikom dolaska na deponiju;
- Ljudskom greškom od strane operatora ili korisnika deponija. Takođe, operateri moraju voditi računa da spreče odlaganje reaktivnih materijala u deponiju.
- Nezadovoljavajućim sistemom za kontrolu i odvođenje deponijskog gasa. Gas deponije može se zapaliti ukoliko izađe iz otvora ili iz curenja u mrežu za prikupljanje cevi. Prekomerna ekstrakcija plina takođe može biti uzrok požara.

Vakuum koji stvara preterana ekstrakcija može povećati protok vazduha i time povećati nivo kiseonika na deponiji, što može dovesti i do podzemnih požara

#### 3.2 Podzemni požari na deponijama

Podzemni požari na deponijama nastaju duboko ispod površine deponije i uključuju materijale koji su tu odloženi i par meseci ili godina. Ove požare je generalno teže ugasiti od površinskih požara. Oni proizvode zapaljive i otrovne gasove (kao što je ugljen monoksid) i mogu oštetiti obloge za odvod vode za prečišćavanje i sisteme za sakupljanje deponijskog gasa.

Najčešći uzrok požara podzemnih deponija je povećanje sadržaja kiseonika na deponiji, što povećava aktivnost bakterija i podiže temperaturu (aerobno raspadanje). Ove tzv. "Vruće tačke" mogu doći u kontakt sa uskladištenim metanskim gasom, rezultirajući vatrom. Ovi požari imaju tendenciju trajanja od nekoliko nedelja do nekoliko meseci. Ovo može prouzrokovati izgradnju podzemnih proizvoda sagorevanja u zatvorenim područjima, kao što su zgrade deponije ili okolne kuće, što dodatno doprinosi opasnosti po zdravlje [7].



**Tabela 1. Prikaz mera za ublažavanje podzemnih požara [9].**

	<b>LOKACIJA POŽARA</b>	<b>METODE UBLAŽAVANJA</b>	<b>LOKALIZACIJA POŽARA</b>
1.	Požari u cevi za skladištenje deponijskog gasa blizu površine deponija	Stvaranje vakuuma u cevi najbližoj požarnoj zoni	Lokalizacija bez velikih poteškoća
2.	Požari duboke lokacije u cevi za sakupljanje deponijskog gasa	Smanjenje vakuuma u cevi i nadgledanje stanje deponijskog gasa	Mogu postojati značajni problemi
3.	Požari unutar tela deponije	Smanjiti vakuum u cevi koji ima najveći uticaj	Mogu biti veoma značajani, teški za gašenje i mogu postojati godinama
4.	Požari blizu površine deponije	Popraviti nastale pukotine, smanjiti vakuum u cevi,	Moguća lokalizacija uz kontrolu lokacije

Podzemni požari često se detektuju samo dimom koji se emituje iz nekog dela deponije ili prisustvom ugljen monoksida (CO) u deponijskom gasu. U slučaju podzemnog požara, CO može biti prisutan na toksičnim nivoima blizu površine deponije.

Generalno, prisustvo podzemog požara se može detektovati kroz [8]:

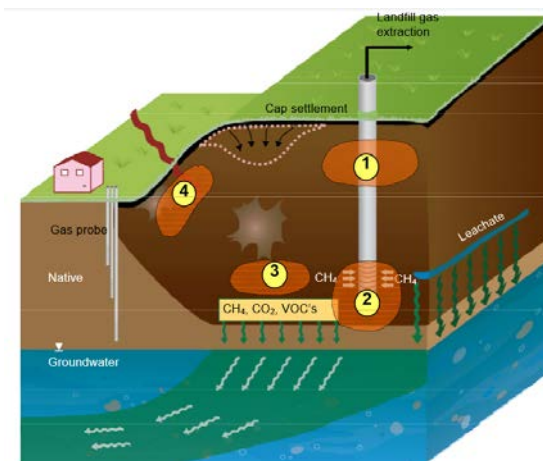
- Značajno poravnanje u kratkom vremenskom periodu.
- Neprijatan miris ili tinjanje mirisa koji potiču iz sistema za odvođenje gasa ili deponije.
- Povećanje nivoa CO iznad 1.000 delova na milion (ppm).
- Ostatke sagorevanja u bunarima za izvlačenje ili zaglavlja.
- Povećanje temperature gasa u sistemu za ekstrakciju (iznad 60°C).
- Temperature veće od 75°C

Prema tački porekla, podzemni požari se mogu klasifikovati u četiri kategorije:

- 1) Požari u cevi za skladištenje deponijskog gasa blizu površine deponije
- 2) Požari duboke lokacije u cevi za sakupljanje deponijskog gasa;
- 3) Požari unutar tela deponije;
- 4) Požari blizu površine deponije

Na Slici 3 su prikazane tačke gde je moguć nastanak podzemnog požara na deponijama. Obzirom da je ove požare veoma teško detektovati pa samim tim i lokalizovati potrebno je znati na koji način se mogu primeniti mere za svođenje nastanka ove opasnosti na prihvatljiv nivo.

Primenom ovih mera za ublažavanje nastanka, a i posledica podzemnih požara, velika je verovatnoća da će se smanjiti rizik od narušavanja života i zdravlja ljudi, kao i životne sredine.



**Slika 3. Tipovi podzemnih požara na deponijama [9].**

#### **4. PRIMENA PROCEDURA I PREVENTIVNIH MERA ZAŠTITE OD POŽARA NA DEPONIJAMA**

Prevenција je ključna za upravljanje požarima na deponijama, a može se postići inženjeringom deponije sa tehnologijom za suzbijanje požara, koja funkcioniše na način koji se fokusira na praćenje potencijalnih izvora vatre i na alate potrebne za upravljanje požarom. Na svakoj deponiji mora postojati kontrola izdvajanja, koja se sastoji od praćenja sastava i količine posebno metana, ugljen dioksida i kiseonika. U objektima na deponiji postavlja se sistem za detekciju prisustva eksplozivne količine metana [10]. Prilikom pristupanja gašenju požara na deponijama, važno je znati da različita dinamika, karakteristike i propisi deponija i požara koji se javljaju u njima ukazuju na to da taktiku treba određivati od slučaja do slučaja u zavisnosti od:

- Materijala koji je odložen,
- Materijala koji je zapaljen,
- Dubine vatre,
- Izvora vatre.

Sprečavanje požara može smanjiti oštećenja imovine, povrede, zdravstvene i ekološke opasnosti od požara na deponiji. Troškovi prevencije su obično mnogo jeftiniji od troškova borbe i čišćenja vatre. U mnogim slučajevima, naročito za veće deponije, zakonima se zahteva poštovanje propisa u cilju zaštite od požara.

##### **4.1 Izbor sredstva za gašenje požara na deponijama**

Upotreba vode za suzbijanje požara na deponijama može da ima različite uticaje na samu deponiju. Primena velikih količina vode može pogoršati vatru doprinoseći procesu aerobnog raspada. Takođe, dodavanje vode deponiji može dovesti do preplavlivanja sistema za sakupljanje procednih voda u deponiji. Preopterećenost sistema vodom može zagaditi zemlju i površinske vode koje okružuju deponiju. U slučaju da nema izvora napajanja vodom u blizini, može doći do potrebe da se uspostavi vodosnabdevanje iz okolnih statičkih izvora [7].

Pena gasi požar efektima izolacije i rashlađivanja. Oba ova efekta se ispoljavaju istovremeno i u jednakoj meri. U zavisnosti od uslova odvijanja požara prevladuje jedan ili drugi efekat. Efekat hlađenja je dominantan kod gašenja tinjajućih požara čvrstih materijala (drvo, tekstil, papir) a i prilikom gašenja tečnosti koje su sklone pregrevanju. Efekat izolacije nastaje formiranjem sloja koji sprečava pristup kiseonika gorivoj materiji. Takođe, sloj pene odvaja paru od tečne

faze zapaljive tečnosti i sprečava dalje isparavanje zapaljive tečnosti.

Postoje dva osnovna tipa vatrogasne pene. Pena klase A je specijalna formulacija ugljovodoničnih tenzida. Ovi tenzidi smanjuju površinski napon vode, što omogućava bolji prodor vode i povećanu efikasnost. Pena klase A funkcioniše tako da pri njenom kontaktu sa gorivom, vrši izolaciju istog i štiti ga od paljenja. Pena klase B se koristi za gašenje požara koji uključuju i zapaljive tečnosti. Takođe se koristi za suzbijanje isparenja od uništenih izlivanja ovih tečnosti. Kao i kod svih požara, postoje prednosti i nedostaci korišćenja pene tokom operacija supresije vatre na deponijama. Komandant incidenta na sceni donosi odluku da koristi penu zasnovanu na specifičnoj taktičkoj situaciji [11].

#### 4.2 Pristup i izloženost požaru na deponiji

Vetar i loše mogu direktno uticati na širenje vatre. Požari, posebno oni pod zemljom, mogu ugroziti integritet deponije, što bi moglo prouzrokovati kolaps pod težinom zaposlenih u deponiji, vatrogasaca ili opreme.

Za rad deponije je neophodno da postoje saobraćajnice za odvijanje transporta vozila, materijala i radne snage. Unutar tela deponije su predviđeni interni radni putevi za kretanje vozila smečara i mehanizacije. Radni putevi se formiraju od ulaza u kompleks deponije do najnižih delova deponije. Ovi putevi su privremenog karaktera i rade se prema etapama deponovanja otpada [12].

Za pristup otpadu ispod površine deponije ili pokretanje otpada dalje od deponije, možda će biti potrebno koristiti tešku opremu kao što su buldožeri. Operatori deponije mogu već posedovati ovu opremu i imati osoblje obučeno za njegovu upotrebu. U suprotnom, ova oprema će morati da se dovede do vatre. Ako požar utiče na strukturnu stabilnost deponije, radna teška oprema na površini deponije bi bila opasna. Konačno, u zavisnosti od lokacije i dizajna deponije, rad teške opreme na lokaciji bi mogao biti prilično otežan [7].

#### 4.3. Preventivne mere zaštite od požara na deponijama

Efikasno upravljanje deponijama je vitalni ključ za efikasnu taktiku za sprečavanje požara. Mere upravljanja obuhvataju:

- Zabranu svih oblika namernog sagorevanja,
- Temeljni nadzor i kontrolu dolaznih otpadaka,
- Sabijanje otpadaka ukopanih radi sprečavanja stvaranja vrućih tačaka,
- Zabranu pušenja na licu mesta i
- Održavanje dobre sigurnosti lokacije.

### 5. ZAKLJUČAK

Požari na deponiji nisu možda česte pojave, međutim, kada se pojave, imaju tendenciju da privlače veliku pažnju javnosti i predstavljaju velike izazove za vatrogasnu službu. Požari na deponiji se možda ne mogu sprečiti, ali se mogu svesti na prihvatljiv nivo čime se mogu zaštititi zemljište, vazduh, voda kao i ljudi koji su u konstatnom kontaktu sa otpadom.

Kao što je već rečeno, nije moguće predvideti nastanak požara na deponijama ali je moguće analizirati uzroke i najčešće periode pojave i klasifikovati požare. Ako dođe do požara, period njegovog trajanja može se razlikovati, kao i niz

dominantnih događaja. Gde je požar nastao najbolje se određuje praćenjem indikatora vatre kao praćenje promena koncentracija komponenta deponijskog gasa i promena temperature unutar tela deponije.

Veoma je bitno dobro odrediti pristup savladavanju požara, kako bi rizik po okolinu bio što manji. Trebalo bi biti upoznat sa tim koju vrstu požara kojim sredstvom treba lokalizovati i kako sprečiti širenje štetnih dejstava kako podzemnih tako i površinskih požara.

### LITERATURA

- [1] Waste management curricula development in partnership with public and private sector, WamPPP, 561821-EPP-1-2015-EPPKA2-CBHE-JP
- [2] J. Sredojević, „Obrada i deponije otpada, Univerzitet u Zenici,” *Mašinski fakultet*, Zenica, 2003.
- [3] L. Milošević, E. Mihajlović, A. Đorđević, J. Radosavljević, “General Principles and characteristics of formation and outbreak of sanitary landfill fires,” Vol 5, No. 2, pp 91-95, 2015.
- [4] S. B. Abdullah, “Study on the Awareness of Consumer Relating to Landfilling as a Waste Disposal Alternative,” *Faculty of Civil Engineering*, Universiti Teknologi Malaysia, 2007.
- [5] National estimates are based on data from the National Fire Incident Reporting System.
- [6] S. Y. Moqbel, “Characterizing Spontaneous Fires in Landfills,” *College of Engineering and Computer Science*, University of Central Florida, Florida, 2009.
- [7] “Landfill fires, their magnitude, characteristics, and mitigation,” May 2002/FA-225, Federal Emergency Management Agency United States Fire Administration National Fire Data Center.
- [8] Response to Landfill Fires Guidance Document, California Integrated Waste Management Board, Internal Bulletin 2001.
- [9] [http://www.projectnavigator.com/downloads/Landfills\\_Enhanced\\_Oxidation\\_Conditions\\_3-4-10.pdf](http://www.projectnavigator.com/downloads/Landfills_Enhanced_Oxidation_Conditions_3-4-10.pdf).
- [10] *Uredba o odlaganju otpada na deponije*, Službeni glasnik RS, br. 92/2010.
- [11] *Essentials of Firefighting*, International Fire Service Training Association, 4th Edition, pp. 500, 2001.
- [12] M. Denić, “Waste management in the urban areas,” *1st International Conference ECOLOGICAL SAFETY IN POST-MODERN ENVIRONMENT*, Banja Luka, RS, BiH, pp. 26-27. June 2009.

## OSNOVNI ELEMENTI TEHNOLOGIJE ZA ISTISKIVANJE PROFILA OD AL-LE- GURA U TOPLOM STANJU

### BASIC ELEMENTS OF TECHNOLOGY PROFILE EXTRUSION OF ALUMINIUM AL- LOYS IN THE HOT STATE

Nada Stojanović, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*  
Tomislav Marinković, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

**Sadržaj** - U ovom radu dat je prikaz osnovnih parametara istiskivanja profila od Al-legura u toplom stanju. Ova tehnologija spada u red najproduktivnijih i najprofitabilnijih, a zbog uticaja velikog broja parametara i najsloženijih proizvodnih tehnologija. Značaj ove tehnologije je u sve većoj primeni proizvoda koji se dobijaju u pogonima gde se ona primenjuje.

**Ključne reči:** Istiskivanje, Profili, Al-legure.

**Abstract** - In this paper we give an overview of the basic parameters of extrusion of Al-alloy profiles in the warm state. This technology is among the most productive and profitable due to the influence of a large number of parameters and the most complex production technologies. The significance of this technology is the increasing application of products that are obtained in the plants where it is applied.

**Key words:** Extrusion, Profile, Al-alloys.

#### 1. UVOD

Istiskivanje aluminijuma je industrijski proces koji se koristi za izradu dugačkih poluproizvoda sa konstantnim poprečnim presekom po celoj dužini.

Zbog velikog stepena deformacije, potrebno je da se trupci od AL-legure zagrevaju u peći, kako bi se smanjio njihov deformacioni otpor. Trupac od Al-legure će dospeti u plastično (ne tečno) stanje koje je neophodno za proces istiskivanja profila. Posle procesa zagrevanja, trupci se seku na tehnološku dužinu (koja zavisi od mase profila po metru dužnom) i na taj način se dobijaju pripremi koji se posebnim mehanizmima dopremaju u kontejner. Kontejner je cilindričnog oblika, opremljen grejačima i služi za održanje temperature trupca prilikom procesa. Alat za istiskivanje sa izlazne i radni klip sa ulazne strane zaptivaju oba kraja kontejnera. U zavisnosti od geometrije profila, u alatu su urađeni otvori koji u radnom delu imaju približan oblik profila koji zahteva kupac. Pumpe visokog pritiska, šalju ulje u glavni cilindar prese sa kojim je povezan radni klijp koji ima zadatak da potiskuje pripremak kroz cilindar tako da se on sabija između alata i radnog klipa. Zagrejani pripremak može izaći iz kontejnera jedino kroz otvor u alatu obrazujući na taj način profil.

Profili koji se mogu proizvesti ovom vrstom procesa istiskivanja obično se dele u dve grupe: puni i šuplji profili. Puni profili sadrže samo spoljnu konturu i u većini slučajeva oni nastaju upotrebom ravnih alata. Ravan alat predstavlja jedan disk, koji sadrži otvor u obliku željenog profila. Šuplji profili sadrže, pored spoljne konture, jednu ili više unutrašnjih kontura (rupa). Ovi profili mogu se istiskivati upotrebom komornih alata. Komorni alati se sastoje od dva diska, trna koji definiše sve unutrašnje površine profila (rupe) i matrice, koje će definisati spoljnu površinu profila [1].

U radu se daje kratak istorijski pregled razvoja tehnologija istiskivanja Al-legura, prikazani su osnovni elementi linije za istiskivanje profila od Al-legura kao i proces istiskivanja.

#### 2. ISTORIJA TEHNOLOGIJE ISTISKIVANJA ALUMINIJUMSKIH LEGURA

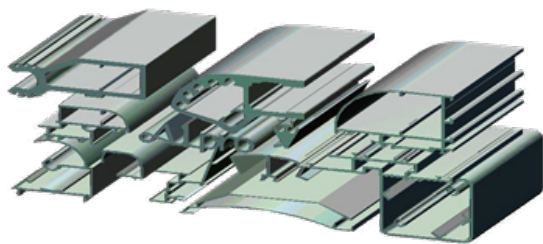
Aluminijum je metal koji ima sve veću primenu u svim sferama. G-din H.Davu (UK) je 1808.god. prvi otkrio postojanje aluminijuma i dao mu ime. Dvadeset god. kasnije, P.Berthier (Francuska), 1828. je otkrio, tvrdi, crvenkasti material nalik na glinu koji je sadržao 52% aluminijum oksida, blizu sela Les Baux u južnoj Francuskoj. On je taj materijal nazvao boksit, najuobičajenija ruda aluminijuma.

Od tada, počeo je razvoj postupaka za proizvodnju aluminijuma iz boksita. Ovi veoma neefikasni procesi doveli su do toga, da je aluminijum postajao cenjeniji od zlata ili platine. Tokom 1886.god., dva mlada naučnika, Paul Louis Toussaint Heroult (Francuska) i Charles Martin Hall (USA), radeći odvojeno i ne znajući jedan za drugog, istovremeno su otkrili novi elektrolitički proces, Hall-Heroult-ov proces, koji predstavlja osnovu za modernu proizvodnju aluminijuma danas. Oni su otkrili da, ukoliko rastvore aluminijum oksid (aluminu) u kadi od tečnog kriolita i puste električnu struju, onda će tečni aluminijum ostati na dnu kade. Na ovaj način je bitno povećana proizvodnja i poboljšan kvalitet proizvodnje primarnog aluminijuma.

Za početak razvoja procesa istiskivanja kao tehnološkog procesa smatra se 1810.god. Kada je počela proizvodnja olovnih cevi za jednu fabriku gasa i vode. Već 1890.godine, nemac A.Dick je koristio pres disk ispred radnog klipa tako da su otpadni deo (presostatak) i pres disk posle svakog priprema uklanjani sa prese zajedno. Zbog jednostavnosti ovo rešenje



posmatrano s današnje tačke gledišta, bilo je prvi odlučujući pronalazak koji je omogućio istiskivanje i drugih metala osim olova. Sledeći problem koji je trebalo rešiti kod istiskivanja teže deformabilnih metala bio je da se pronađu materijali za izradu alata koji bi bili dovoljno jaki da izdrže visoke pritiske u toku procesa istiskivanja. Ovaj problem je prevaziđen 1920.god. Od tog perioda počinje razvoj široke lepeze AL-legura i aluminijum nalazi sve veću primenu u metalnom sektoru usled njegove male specifične težine, velike čvrstoće, proizvodne fleksibilnosti i trajnosti. Poslednja glavna faza napredka u industriji aluminijuma učinjena je kasne 1980.god., kada su visoke cene goriva bile razlog za povećanu primenu lakših materijala zbog smanjenja potrošnje. Ovom prilikom je počelo bitno povećanje procenta učešća aluminijuma u ukupnoj masi vozila.



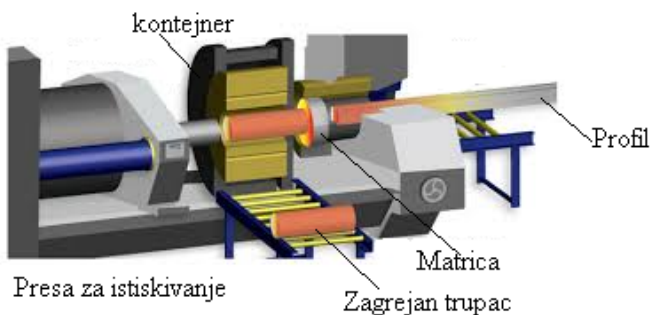
Slika 1. Primeri različitih oblika profila.

Danas, automobilska industrija predstavlja još uvek glavno tržište za aluminijumsku industriju. Prema podacima Aluminijum association, uočeno je povećanje od 40% u količini aluminijuma upotrebljenog za izradu automobila između 1995. i 1998. Savremena sredstva transporta koriste aluminijum za izradu točkova, ramova, glava cilindara, kućišta prenosnih kutija, klipova, anti-kočionih komponenta kočnice, transmisionih delova, hladnjaka i amortizera. U 1999. god., 32,2% aluminijumskih proizvoda u Americi korišćeni su u transportnom sektoru. Takođe u Americi, je 1997. god. bilo upošljeno ukupno 144000 ljudi u industriji aluminijuma.

### 3. OSNOVNI ELEMENTI LINIJE ZA ISTISKIVANJE PROFILA OD AL-LEGURA

Osnovni elementi linije za istiskivanje profila od Al-legura u toplom stanju su:

- Presa (pumpna stanica, glavni cilindar sa tiskačem, transporter pripremača, kontejner, nosač alata sa alatom, nož za odsecanje presdiska...);
- Izlazni sto (uzdužni i poprečni) sa pulerom, testerama, sistemom za termičku obradu profila, uređajem za štrekovanje profila;
- Peći za grejanje trupaca, alata i za starenje profila.



Slika 2. Glavne komponente kod istiskivanja okrugle cevi.

### 3.1. Presa

Presu uz pomoć pumpi visokog pritiska obezbeđuje neophodnu silu za proces istiskivanja. Prese se mogu klasifikovati prema pravcu njihovog glavnog cilindra, na horizontalne i vertikalne, ili tipu njihovog pogona, mehaničke i hidrauličke (voda ili ulje). Kod direktnog presovanja aluminijuma najuočajaniji plan (layout) je horizontalna hidraulična presa. Kod ove prese radni pritisci su do 250 bara, sa kapacitetom prese do 200 MN i brzinama radnog klipa do 400 mm/sec (24m/min) [3].



Slika 3. Snimak linije za istiskivanje profila od Al-legura.

#### a) Kontejner pripremača

Kontejner pripremača drži pripremak u toku procesa istiskivanja i održava temperaturu pripremača. Da bi izdržao visoke pritiske, kontejner je napravljen od nekoliko cilindara, od čelika za rad u toplom stanju. Sklop između cilindara je čvrst sa određenim preklapom. Kontejner je najskuplji deo alata za istiskivanje jer sadrži veliku količinu legiranog čelika za rad na toplo koji je jako skup. Unutrašnji cilindar kontejnera u koji se stavlja pripremak, zove se čaura i on je urađen od specijalnog čelika koji ima najveću otpornost na habanje. Konačno, da bi se predhodno zagrejeni trupci održali na temperaturi istiskivanja, neophodno je konstantno zagrevanje kontejnera.

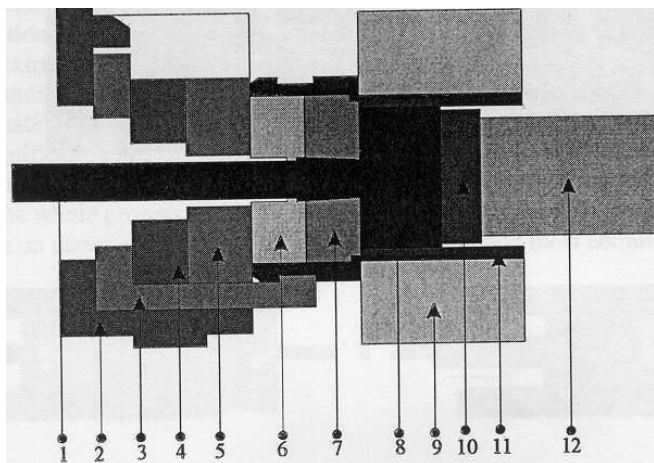


Slika 4. Kontejner pripremača sa indukcijom grejanjem.

#### b) Jaram ili kontejner alata

Jaram drži nosač matrice i neke druge alatne diskove kao što su: dopunski podmetač, pod-dopunski podmetač i potisni prstenovi. U nosaču matrice se montira matrica i njen podmetač, predkomora ili ploča za predoblikovanje pripremača. Na slici 7. je prikazana moguća varijanta jednog ovakvog sklopa.





**Slika 5.** *Komplet alata za puni profil: 1) profil; 2) jaram; 3) nosač matrice; 4) dopunski podmetač; 5) podmetač; 6) matrica; 7) predkomora; 8) trupac; 9) kontejner; 10) pres disk; 11) čaura; 12) radni klip.*

Najčešći elementi alata za istiskivanje punih profila su:

- *Ploča za proširivanje:* Koristi se za proširenje protoka u koliko je opisani krug profila veći od otvora cilindra.
- *Predkomora:* Služi za predoblikovanje priprema.
- *Matrica:* Služi za konačno oblikovanje profila. Za pune profile se koriste ravne matrice a za šuplje komorne matrice, koje se sastoje od trna i ploče matrice.
- *Podmetač:* Podmetač podupire matricu da ne bi došlo do njenog loma. Oblik otvora na podmetaču je često tesno povezan sa otvorom matrice. U većini slučajeva podmetači se mogu koristiti samo za jednu matricu.
- *Potisni prsten:* Služi za podešavanje sklopa produžavanje ukupne visine alata na potrebnu dimenziju koju definiše dužina nosača.

### c) Pres disk

Pres disk je smešten između radnog klipa i priprema i ima nezatno manji prečnik od priprema i kontejnera. Priprema neće biti istisnut ceo; poslednji deo od 5 do 10 % priprema se ne koristi. Na ovom pres ostatku priprema, akumulira se materijal oksidovane površine i prljavština. Centralni deo priprema se deformiše u profil a spoljašni deo priprema se akumulira u mrtvim zonama metala ispred matrice. Na kraju, pres ostatak se odbacuje zajedno sa pres diskom. Nakon što se pres ostatak i pres disk odbace, novi trupac može da se dopremi ispred kontejnera i pritiskom tiskača pripoji predhodnom, čime se obrazuje kontinualni proces istiskivanja. Ako oksidirani deo priprema uđe u profil onda on bitno narušava kvalitet profila.

### 3.2. Izlazni stolovi sa opremom

U toku procesa istiskivanja, priprema prolazi kroz transformaciju oblika kako bi se dobio željeni profil. Količina priprema ostaje konstantna, ali usled redukcije poprečnog preseka priprema dužine od jednog metra može se transformisati u profile od nekoliko desetina metara. Za obezbeđivanje geometrije, mehaničkih karakteristika i dekorativnog izgleda profila, oni se prihvataju pulerima (roboti koji vode profil duž uzdužnog transportera) na izlazu iz prese, transportuju se ho-

rizontalnim transporterima gde se najpre hlade do sobne temperature a zatim se poboljšava pravost istežanjem na štrek klupama. Veliki ventilatori, smešteni iznad prvog dela uzdužnog transportera i služe za intezivno hlađenje (kaljenje) profila. U polju uzdužnog i poprečnih transportera nalazi se nekoliko testera za kraćenje profila. Posle završnog kraćenja (obično na 6m), profili se smeštaju u korpe i transportuju u peći za starenje, gde im se poboljšavaju mehaničke karakteristike.

### 3.3. Peći za grejanje

Temperatura igra glavnu ulogu u tehnologiji istiskivanja Al-legura. U smislu kontrole temperature, mogu se identifikovati dva područja: održavanje temperature Al-legure i alata za istiskivanje na nivo koji je pogodan za proces istiskivanja i kontrolisanje temperature profila tako da oni mogu dobiti željene mehaničke osobine.

#### a) Peći za grejanje alata

U peći za grejanje alata, alati se predgrevaju do radne temperature. Za čelike koji se koriste za alate koji se eksploatišu u toplom stanju, a koji se koriste za alate za istiskivanje aluminijuma, ova temperatura je skoro ista kao temperatura priprema koji se treba istiskivati (720-770°K). Ukoliko su alati previše hladni oni će ohladiti aluminijum, što će povećati neophodan pritisak za istiskivanje. Pregrevanje alata na većoj temperaturi od propisane će bitno umanjiti mehaničke osobine alata.



**Slika 6.** *Peć za grejanje alata.*

#### b) Peći za grejanje trupaca

Koriste se za predgrevanje trupaca do temperature istiskivanja (720-770°K). Najčešće se koriste peći na gas ili indukcijske peći. Za oko 10 minuta, priprema se može zagrejati sa pregrevanjem po zapremini do radne temperature.

#### c) Peći za starenje profila

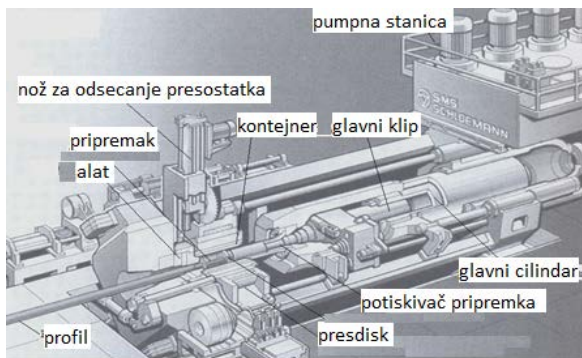
U peći za starenje profila se podvrgavaju toplotnoj obradi kako bi se poboljšali mehaničke karakteristike proizvoda. Vreme i temperatura na kojoj se vrši starenje određuje mehaničke osobine profila. Proces starenja se bazira na rastućoj rastvorljivosti magnezijum silicida sa rastućom temperaturom. Kaljenje legure aluminijuma od njene temperature istiskivanja do sobne temperature dobija se super zasićeni rastvor Mg i Si u Al matrici. Ponovno zagrevanje ovog superzasićenog rastvora na temperaturi starenja (440-520°K) dovodi do taloženja međumetalnog jedinjenja magnezijum silicida u obliku koji pruža efekat jačanja. Razlike u vremenu i temperaturi na kojima se vrši kaljenje dovešće do različitih mehaničkih osobina.



Slika 7. Peć za starenje profila.

#### 4. ISTISKIVANJE ALUMINIJUMSKIH LEGURA

Istiskivanje je proces u kome se pripremak (cilindrični blok aluminijuma) postavlja u kontejner i potiskuje pomoću radnog klipa, tako da materijal izlazi kroz otvor na matrici. Problem kod istiskivanja teško deformabilnih legura bio je da se pronadje materijal za izradu matrica koji ima takve mehaničke karakteristike da može izdržati visoke pritiske u toku procesa istiskivanja. Ovi problemi su prevaziđeni pojavom čelika za rad u toplom stanju. Od tada, ekonomski značaj procesa istiskivanja je nastavio da raste.



Slika 8. Plan horizontalne hidraulične prese za istiskivanje aluminijumskih profila.

Da bi se Al-legura mogla istiskivati, potrebno je sirovi materijal (pripremak) zagrevati do oko  $740\text{ }^{\circ}\text{K}$ , staviti ga u cilindrični kontejner i potom potiskivati kroz alat. Da bi se izbeglo hlađenje priprema, alat i kontejner se takođe zagrevaju do temperature istiskivanja. Pripremak se gura kroz kontejner pomoću diska sa neznatno manjim prečnikom (pres disk). Kao rezultat toga oksidirana kora trupca sa svim prljavštinama ostaje u kontejneru. Nakon što aluminijum napusti matricu on odlazi na adustazu (izlazni sto) i hladi se, potom se rasteže i seče na optimalne dužine. Nakon izbacivanja zaprljanog aluminijuma zajedno sa pres diskom iz kontejnera, novi trupac može da se istiskuje. Pošto se profili iseku na željene dužine oni prolaze kroz proces starenja kako bi se poboljšale mehaničke osobine[4], [5].

#### 5. ZAKLJUČAK

Istiskivanje profila predstavlja specifičan tehnološki proces, koji se realizuje u teškim temperaturno-brzinskim i tribo-loškim uslovima, na posebnim obradnim sistemima i alatima.

Profili (puni, šuplji) su najčešće složenog poprečnog preseka, konstantnog ili promenljivog po dužini. Ovakvi proizvodi se, po pravilu, ne mogu dobiti nekim drugim tehnološkim postupkom ili bi to bilo potpuno neracionalno.

Osim toga, procesom istiskivanja profila (naročito šupljih) od aluminijuma, Al-legura i drugih materijala postižu se značajni eksploatacioni parametri konstrukcija, smanjuje utrošak materijala i troškovi naknadne mehaničke obrade, jednom rečju postižu se značajni tehnološko-ekonomski efekti.

Moderna industrija (automobilska i avio industrija, železnica, građevinarstvo, industrija nameštaja i druge) traže sve složenije i razduženije forme Al-profila, sa veoma tankim zidovima, uskim tolerancijama i visokim kvalitetom površina. Ispunjavanje ovako oštrog zahteva proširuje polje primene Al-profila uopšte, a naročito u automobilskoj i avio industriji, gde je takozvani koncept lake konstrukcije (Lightweight Construction Concept; Leichtbaukonzept) postao realnost.

Uporedo sa tim usavršavaju se postojeće i osvajaju nove vrste legura na bazi aluminijuma, visokih pokazatelja plastičnosti i čvrstoće. Njihov značajan kvalitet ostaje i dalje mala specifična masa i visoka otpornost na atmosferske i druge uticaje.

Imajući sve ovo u vidu napredna preduzeća za izradu Al-profila svoju ekonomsku efektivnost i uspešnost na tržištu zasnivaju kako na povećanju produktivnosti proizvodnje, tako i na podizanju opšteg kvaliteta svojih proizvoda.

#### LITERATURA

- [1] M. Bauser, G. Sauer, K. Siegert, Strangpressen, Aluminium-Verlag Düsseldorf, 2001.
- [2] T. Marinković, „Istraživanje međusobnog uticaja faktora procesa i konfiguracije alata u tehnologiji izrade profila od Al-legura istosmernim istiskivanjem,“ Doktorska disertacija, Niš 2000.
- [3] W. Sautter, Gefügeabzeichnungen beim Glänzen und Anodisieren von Aluminium, Z. Metallkunde, Bd. 59 (1968), H. 7, 527ff.
- [4] A. Teubler, „Beitrag zur Herstellung von stranggepresstem Aluminium in Glänzerqualität,“ Aluminium, 44. Jahrg. (1968), 4, 211ff.
- [5] Proceedings 5th International Aluminium Extrusion Technology Seminar, 1992, Chicago, USA.

# KARAKTERISTIKE SVEŽIH MEŠAVINA SAMOUGRAĐUJUĆEG BETONA SA DODATKOM PEČENE GLINE

## CHARACTERISTIC OF FRESH PROPERTIES OF SELF-COMPACTING CONCRETE WITH CALCINED CLAYS ADDED

Jelena Bijeljić, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

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

Ljiljana Čosić, *Građevinska tehnička škola "Neimar", Aleksandra Medvedeva 18, Niš.*

**Sadržaj** – U ovom radu je izložena mogućnost primene pečene gline u mešavinama samougrađujućeg betona. Ključne karakteristike betonskih mešavina baziraju se na svežim karakteristikama betona i ispitivanjima. Rezultati ispitivanih ispitivanja moraju biti u skladu sa standardom EN 206-9:2010. U prvo delu rada prikazan je uticaj cementa na životnu sredinu. U drugom delu rada prikazana je mogućnost upotrebe pečene gline kao dodatka betonu. U trećem delu rada prikazane su karakteristike pečene gline i promena hemijskog i mineralog sastava gline usled dejstva visokih temperatura..

**Ključne reči:** Samougrađujući beton. Sveže karakteristike. Pečena glina.

**Abstract** – In this paper is shown opportunity of using calcined clay in self-compacting concrete mixtures. The main characteristics of all concrete mixtures are based on fresh properties of concrete. The test results must be in accordance with EN 206-9:2010 standard. In the first part of the paper it was presented cement influence on the environment. In the second part of the paper it was presented the possibility of metakaolin use as partial substitute of concrete. In the third part of the paper characteristic of calcined clays calcined on high temperature and influence on chemical and mechanical characteristics of metakaolin were presented.

**Key words:** Self-compacting concrete. Fresh properties. Calcined clay.

### 1. UVOD

Samougrađujući beton spada u grupu inovativnih materijala iz oblasti građevinskih materijala. U glavne prednosti korišćenja ovog inovativnog materijala svrstavaju se: smanjena potrošnja električne energije potrebne za vibriranje betona pri njegovoj ugradnji kao i to da se ugradnja betona vrši usled sopstvene težine sveže betonske mešavine.

Prednosti očvrslag betona su: njegova homogena struktura, mehaničke karakteristike očvrslag betona koje su u rangu mehaničkih karakteristika standardnih "regularnih" betona.

Poznato je da je beton najkorišćeniji materijal na svetu, drugi jedino u odnosu na vodu [1]. I ako je veoma praktičan i koristan materijal, postoje brojni problem koji nastaju usled proizvodnje komponenti za spravljenje betonskih mešavina. Glavni problem je emisija CO<sub>2</sub> koja nastaje usled proizvodnje cementa. Neka od predviđanja vezana za emisiju CO<sub>2</sub> pri proizvodnji cementa su te da će ona do 2025. dostići vrednost 3.5 miliona tona godišnje [2] dok će zagađenje životne sredine porasti i usled proizvodnje sirovina potrebnih za proizvodnju 6 miliona tona betonskih mešavina na godišnjem nivou.

Standardna betonska mešavina, m<sup>3</sup> betona, sastoji se iz 20-30% masenog udela cementa, dok ostatak čine agregat, mineralni dodaci i voda [2].

Veliko procentualno učešće cementa u betonskim mešavinama, i njegov uticaj na životnu sredinu dovodi do zaključka da cement nije ekološki prihvatljiv materijal [3].

Dugogodišnja ispitivanja standardnih i samougrađujućih betona dokazuju da pečena glina ima izuzetan uticaj na održivost i mehaničke karakteristike očvrslag betona.

Pucolanska aktivnost jedna je od glavnih karakteristika za određivanje mogućnosti korišćenja materijala koji može da se koristi u svojstvu veziva. Pucolanska aktivnost zavisi od postignute temperature pri procesu kalcinacije gline. Pravilnom upotrebom i u odgovarajućoj razmeri u odnosu na agregat i cement, pečena glina može garantovati stabilnost i održivost betona.

### 2. UTICAJ PEČENE GLINE

Pečena glina u svoj sastavu sadrži mnoštvo minerala kao što su: kaolinit, montmorilinit, ilit, muskovit i drugi. Dosađajna naučna istraživanja dokazuju da pucolanska aktivnost pečene gline zavisi od hemijskih i mineralogih karakteristika finalnog proizvoda, nakon tretmana gline u peći za žarenje. Pečena glina, kao i drugi suplementi betonu, moraju pokazivati pucolansku aktivnost, kao i sposobnost vezivanja zrna agregata u betonu. Neki od najprimenljivijih suplementa betonu su: elektrofilterski pepeo, silikatna prašina, zgura iz visokih peći, škriljci i pečena glina [8].



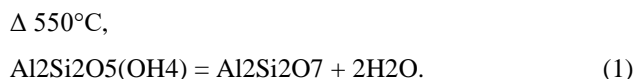
Najčešće dostupni sulementi cementu su gline. Hemijski sastav glina varira zaviso od lokacije pronalaska glina. Za pucolansku aktivnost glina, obavezno je veliko prisustvo kaolinita, minerala koji se usled dejstva visoke temperature transformiše u metakaolin. Temperaturni tretman kaolinita, dovodi transformacije materijala pogodnog da bude suplement i kod betona visokih performansi.

Pri upotrebi glina kao suplementa betonu, najbolji rezultati mehaničkih čvrstoća postižu se korišćenjem "čiste" glina koja se sastoji isključivo od kaolinita koja najbolje utiče na poboljšanje performansi betona. U grupu "nečistih" glina, spadaju škrljci [2], koji sadrže glinene minerale kao što su ilit, magnezijum, kvarc i dr. [6][4]. Zbog niže cene koštanja sirovine i šire dostupnosti "nečiste" glina u odnosu na "čistu" glinu u poređenju sa čistim kaolinitom, ove glina bi mogle postati konkurentni i održivi suplementi u betonu. Međutim, uprkos njihovoj dostupnosti, ove vrste glinenih materijala se ne koriste često u betonu prvenstveno zbog svoje slabije pucolanske aktivnosti i smanjenja mehaničkih čvrstoća očvrstlog betona u koliko se one upotrebe u svom izvornom obliku [5].

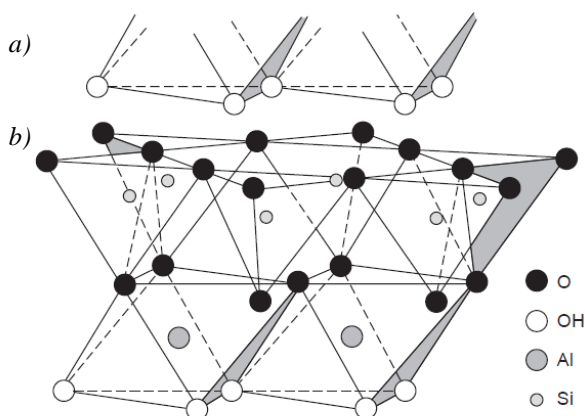
Dosadašnjim naučnim istraživanjima dokazano je da je bolju pucolansku aktivnost glina moguće dobiti temperaturnim tretmanom u pećima pri temperaturama od 500oC-1000oC, procesom nazvanim kalcinacija.

### 3. KARAKTERISTIKE KAOLINA

Temperatura pečenja glina zavisi od njene mineralne strukture. Termin Metakaolin i "meta" kao prefiks se koriste da označe nastale promene u materijalu. Kaolin je silikat jedinjenja  $Al_2Si_2O_5(OH)_4$ , tetraedarske i oktaedarske strukture, koji pri dejstvu temperature preko 500°C oslobađa slobodnu vodu kao u jednačini 1 [9]:

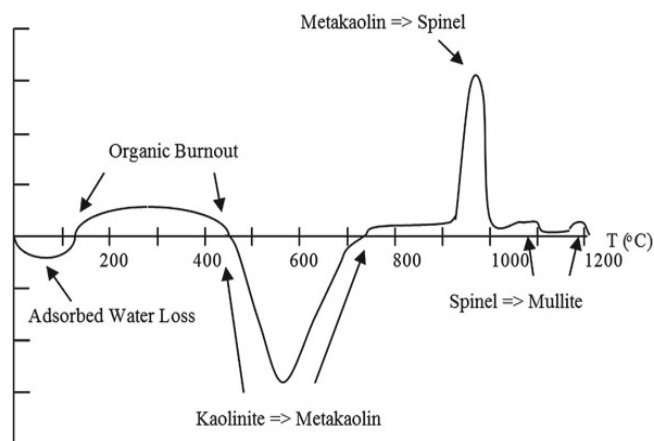


Struktura se sastoji od naizmeničnih atoma tetraedarskog  $SiO_4$  (sloj T) i oktaedarskog aluminijuma (sloj O) spojen sa atomima kiseonika (Slika 1). Na slici 1.a je prikazan + jedan atom kaolinitne strukture. Na slici 1.b prikazana je amorfna faza, nakon temperaturnog dejstva, odnosno fazu promene materijala iz oblika kaolina u metakaolin [10].



Slika 1. Struktura kaolina: a) jedan atom kaolina i b) amorfna faza kaolina.

Proces kalcinacije glina dovodi do promene fizičkih i hemijskih osobina materijala. Pri temperaturnom tretmanu, i temperature između 100 i 250°C dolazi do oslobađanja apsorbirane vode. Proces dehidracije počinje pri temperaturi od 300-400°C i završava se pri temperaturi 500-600°C. Sam proces dehidracije materijala dešava se u trenutku razaranja atomske strukture rešetke [10]. Aktivacija kaolina može biti usled temperaturnog ili mehanohemijskog dejstva. Termička aktivacija podrazumeva grejanje kaolinske glina do tačke dehidroksilacije. Temperaturna aktivacija temperaturom manjom od temperature potrebne za dehidroksilaciju dovodi do nedovoljno reaktivnog kaolinskog materijala. S druge strane, temperaturna aktivacija temperaturom višom nego što je potrebno dovodi do stvaranja beskorisnog – inertnog materijala, kod kojeg se očekuju efekti sinterovanja i formiranja nereaktivnog mulita [12]. Termogram kaolina prikazan je na slici 2.



Slika 5. Termogram kaolina.

### 4. KARAKTERISTIKE SVEŽIH BETONSKIH MEŠAVINA SA DODATKOM METAKAOLINA

Karakteristike, kako svežih tako i očvrstlih betonskih mešavina, variraju zaviso od uticaja metakaolina.

Referentni podaci o preciznom procentualnom učešću metakaolina u betonskim mešavinama ne postoje. Razlozi za to su različiti hemijski i mineraloški sastav polazne sirovine kaolina, što kasnije utiče na samu mešavinu. Isti o vodocementni faktor, i primenjene kaolinske glina sa različitim nalazišta, najčešće dovode do različitih mehaničkih karakteristika. Za određivanje kvaliteta sirovine metakaolina neophodno je prvo sprovesti ispitivanja na svežim betonskim mešavinama kako bi se pokazao optimalan procenat zamene cementa metakaolinom, što određuje kvalitet obradljivosti i reološke osobine betona.

Najvažniji testovi za određivanje obradljivosti su: Slump flow test; T500; V levak i L-boks test. Slump flow i T500 su testovi koji određuju ugradljivost betonske mešavine.

Slump flow test podrazumeva merenje prečnika rasprostiranja sveže betonske mešavine, dok se testom T500 određuje vreme tečenja potrebno da mešavina dostigne prečnik od 500 mm. V levak i L-boks test primenjuju se za određivanje viskoznosti spravljene betonske mešavine.



**Tabela 1.** Preporučene vrednosti testova za određivanje karakteristika betona.

Slump flow, viscosity and passing ability classes with respect to EFNARC [1].		
Class	Slump flow (mm)	
<i>Slump flow classes</i>		
SF1	550–650	
SF2	660–750	
SF3	760–850	
Class	$T_{50}$ (s)	V-funnel time (s)
<i>Viscosity classes</i>		
VS1/VF1	≤2	≤8
VS2/VF2	>2	9–25
<i>Passing ability classes</i>		
PA1	≥0.8 with two rebar	
PA2	≥0.8 with three rebar	

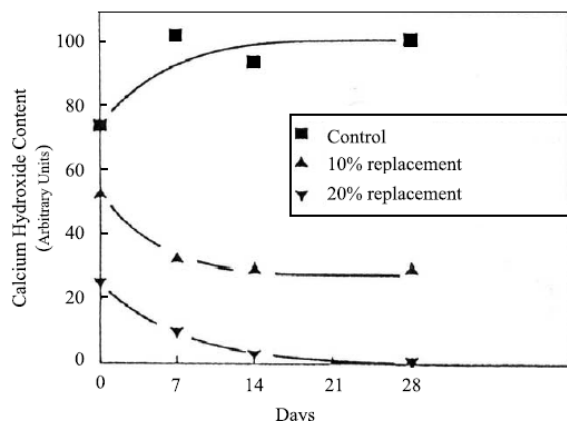
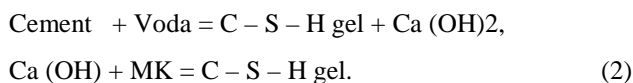
## 5. PUCOLANSKA AKTIVNOST

Pucolanska aktivnost materijala je sposobnost materijala da reaguje sa kalcijum hidroksidom u prisustvu vode. Metode za određivanje pucolanske aktivnosti mogu se podeliti u dve grupe i to na direktne i indirektne. Direktne metode baziraju se na merenju reaktivnog kalcijum hidroksida, koristeći poznate metode: TG / DTA, KSRD, FTIG, Chappelle metoda i dr. Indirektne metode baziraju se na merenju čvrstoće na pritisak i savijanje malterskih prizmi, sa sadržajem pucolanskog materijala [12].

### 5.1 Pucolanska aktivnost metakaolina

Ispitivanje pucolanske aktivnosti metakaolina otpočeto je od sredine 19. veka, prvi put za potrebe keramičke industrije [7]. Postoji nekoliko parametara koji utiču na pucolansku aktivnost metakaolina. Reakcija njegove hidratacije zavisi od: površine čestice, količina vode, postignute temperature tokom procesa kalcinacije i dr.

U malterskoj mešavini, usled cementne hidratacije, nastaje kalcijum hidroksid kao proizvod reakcije cementne hidratacije. Cement, kada je delimično zamenjen metakaolinom, formira se hemijska reakcija koja za rezultat ima C-S-H gel [10][11]. Jedinjenja  $Al_2O_3$  i  $2SiO_2$  reaguju sa kalcijum hidroksidom (koji potiču iz hidratacije cementa u prisustvu vode). Reakcioni oblik je u obliku C - S - H gela, nenosivog sloja u betonskim (malterskim) mešavinama. gel [7]. Hemijska reakcija je data u jednačini 2 [10][11]:



**Slika 3.** Efekat zamene cementa metakaolinom na nastanak kalcijum hidroksida [1].

Sadržaj kalcijum hidroksida u malterskim mešavinama etalona, mešavini sa 10% zamene cementa metakaolinom i mešavini sa 20% zamene cementa metakaolinom data je na sl. 3.

## 6. ZAKLJUČAK

Istraživanja Kaolin u formi metakaolina može se koristiti kao delimična zamena cementa kod samougrađujućih betona. Potrebno je pre početka ispitivanja mehaničkih čvrstoća ispitati njegove karakteristike u svežem stanju. Pucolanska aktivnost metakaolina zavisi od prisustva kvaliteta same polazne sirovine, ali i od procesa pripreme kaolina i temperature potrebne za ostvarivanje procesa kalcinacije. Pečenu glinu je moguće kombinovati i sa drugim mineralnim dodacima u betonu.

## LITERATURA

- [1] B. B. Sabir, S. Wild and J. Bai, "Metakaolin and calcined clays as pozzolans for concrete: a review," *Cement and Concrete Composites*, Elsevier Science, Ltd. 2001.
- [2] L'udovit Krajči, Marta Kuliffayova and Ivan Janotka, "Ternary Cement Composites with Metakaolin Sand and Calcined Clayey diatomite," *Procedia Engineering*, Elsevier Ltd. 2013.
- [3] Alejandra Tironi, Mónica A. Trezza, Alberto N. Scian and Edgardo F. Irassar, "Kaolinitic calcined clays: Factors affecting its performance as pozzolans," *Construction and Building Materials*, Vol. 28, pp. 276–281, March 2012.
- [4] Nathan A. Tregger, Margaret E. Pakula and Serendra P. Shah, "Influence of clays on the rheology of cement pastes," *Cement and Concrete Research*, Elsevier 2009.
- [5] Sarah Clare Tayore Lange, "Advancements in concrete material sustainability: Supplementary cementitious material development and pollutant interaction," *The University of Texas at Austin*, May 2013.
- [6] Xiaojian Gao, Shiho Kawashima, Xiaoyan Liu, Surendra and P. Shah, "Influence of clays on the shrinkage and cracking tendency of SCC," *Cement & Concrete Composites*, Elsevier 2012.
- [7] B. B. Sabir, S. Wild and J. Bai, "Metakaolin and Calcined Clays as Pozzolans for Concrete" DOI: 10.1016/S0958-9465(00)00092-5.
- [8] F. Khamchin, S. Rasiyah, and V. Sirvivatnanon, "Properties of Metakaolin Concrete – A Review," *Int. Conference on Sustainable Structural Concrete*, La Plata, Argentina, 15-18 September 2015.
- [9] A. A. Ramenianpour, "Cement replacement materials," Springer, ISBN 978-3-642-36720-5.
- [10] F. Pacheco-Torgal, C.L. Labrincha, A. Palomo and P. Chindarprasirt, *Handbook of Alkali activated Cements, Mortars and Concretes*, Elsevier, ISBN 978-1-78242-276-1.
- [11] S. Aiswarya, G. Arulraj, C. Dilip, „A review on use of metakaolin in concrete," *Iracst – Engineering Science and Technology: An International Journal (ESTIJ)*, Vol. 3, No.3, pp 592-597, ISSN: 2250-3498, 2011.
- [12] B. Ilić, „Uticaj termički i mehaničkim aktivirane kaolinske gline na mehanička svojstva i strukturu cementnih kompozita," Doktorska disertacija, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, 2016.

## NAJZNAČAJNIJE KARAKTERISTIKE SISTEMA REHABILITACIJE VOZAČA KOJIMA JE ODUZETA VOZAČKA DOZVOLA

### MOST IMPORTANT CHARACTERISTICS OF REHABILITATION SYSTEMS FOR DRIVERS WHOSE DRIVING LICENSE HAS BEEN TAKEN AWAY

Dejan Bogičević, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*

Milan Stanković, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*

**Sadržaj** - Zakonom o bezbednosti saobraćaja na putevima, iz 2009. godine (ZoBS), uveden je sistem kaznenih poena. U tom sistemu saobraćajna policija je zadužena da vodi odgovarajuću evidenciju saobraćajnih prekršaja i kaznenih poena, predviđeno je oduzimanje vozačke dozvole, a od juna 2012. godine, Agencija za bezbednost saobraćaja sprovodi seminare unapređenja znanja i ispite provere znanja vozačima kojima je oduzeta vozačka dozvola. U okviru ovog rada prikazani su rezultati istraživanja koje je imalo za cilj da sagleda postojeći sisteme u Srbiji, da prepozna najbolje prakse rehabilitacije vozača i analizira mogućnosti unapređenja sistema rehabilitacije u Srbiji. Na osnovu sprovedene analize, dat je predlog konkretnih mera za poboljšanje postojećeg sistema rehabilitacije vozača u Republici Srbiji.

**Ključne reči:** Rehabilitacija vozača. Mere rehabilitacije. Doobuka vozača. Oduzimanje vozačke dozvole. Lekarski pregled.

**Abstract** - The Law on Road Traffic Safety, which came into effect in 2009, introduced the system of penalty points. According to this system, the traffic police is in charge of keeping track of traffic offences and penalty points, and of the revocation of driving licenses. As of June 2012, the Road Traffic Safety Agency has been organizing seminars for the advancement of knowledge, as well as tests, for drivers whose license has been revoked. This paper discloses the results of a research aimed at reviewing the existing systems in Serbia, identifying the best practices for driver rehabilitation and analyzing the possibilities for improvement of the rehabilitation system in Serbia. On the basis of the conducted analysis, a proposal for concrete measures for the improvement of the existing driver rehabilitation system in the Republic of Serbia is given.

**Key words:** Rehabilitation driver. Rehabilitation measures. Re-training of drivers. License suspension. Medical examination.

#### 1. UVOD

Sistem rehabilitacije vozača jedan je od najvažnijih elemenata procesa unapređenja ponašanja vozača u saobraćaju. Ovaj sistem je usmeren na tačno definisane grupe vozača. Ciljne grupe mogu biti vozači koji često čine saobraćajne prekršaje, koji su bili izazivači saobraćajnih nezgoda itd. Najrazvijenije zemlje su prepoznale potrebu i veliki potencijal sistema rehabilitacije vozača, i primenjuju ga i unapređuju još od drugog svetskog rata.

Uspostavljanju i razvoju sistema rehabilitacije posebno je pogodovao koncept kaznenih poena/bodova. Kazneni poeni su preduslov za uvođenje kumulativnog sistema kažnjavanja, klasifikaciju vozača prema njihovom ponašanju u saobraćaju, izdvajanje vozača sa kojima treba raditi i definisanje mera koje će se primenjivati prema vozačima. U bivšoj Jugoslaviji je posle drugog svetskog rata bilo pokušaja uvođenja sistema rehabilitacije vozača (sistem tački koje se dobijaju kada se učini saobraćajni prekršaj), ali nije bio dosledno uveden. Devedesetih godina je, Zakonom o osnovama bezbednosti saobraćaja na putevima (ZOOBS, 1988.), bila predviđena mo-

gućnost da se vozači sa više saobraćajnih prekršaja upućuju na predavanja o bezbednom učešću u saobraćaju, ali ni ovaj sistem nije zaživeo u praksi. Konačno, Zakonom o bezbednosti saobraćaja na putevima iz 2009. godine (u daljem tekstu ZoBS, čl. 9, st.10, čl. 197-200 i čl. 323-324), uveden je sistem kaznenih poena. Saobraćajna policija je zadužena da vodi odgovarajuću evidenciju saobraćajnih prekršaja i kaznenih poena, predviđeno je oduzimanje vozačke dozvole, a od juna 2012. godine Agencija za bezbednost saobraćaja (ABS) sprovodi seminare unapređenja znanja i ispite provere znanja nesavesnih vozača (vozača kojima je zbog nesavesnog upravljanja vozilom i stečenih kaznenih poena oduzeta vozačka dozvola). Istraživanje koje je sprovedla Visoka tehnička škola strukovnih studija iz Niša, u okviru projekta urađenog za potrebe ABS-a, imalo je cilj da sagleda postojeće sisteme rehabilitacije u odabranim, razvijenim zemljama i u Srbiji, da prepozna najbolje prakse rehabilitacije vozača i analizira mogućnosti unapređenja sistema rehabilitacije u Srbiji.

## 2. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA I IZVORI PODATAKA ZA ANALIZU POSTOJEĆIH SISTEMA REHABILITACIJE VOZAČA

Istraživanje je sprovedeno detaljnom analizom raspoloživih propisa, stručne literature (priručnici koji se odnose na rehabilitaciju vozača), stručni i naučni radovi objavljeni u međunarodnim stručnim i naučnim časopisima i istraživačke studije koje su rađene u Evropi, SAD i u Australiji. Posebno se ističe evropski projekat ANDREA (Bartl et al, 2002), kojim su analizirani sistemi rehabilitacije na osnovu anketnog istraživanja stručnjaka i poznavaoaca prilika u pojedinim evropskim zemljama.

Istraživani su sistemi rehabilitacije vozača koji se primenjuju u Austriji, Nemačkoj, Švajcarskoj, Švedskoj, Holandiji, Belgiji, Francuskoj, Italiji, Sloveniji, Mađarskoj, Velikoj Britaniji i Australiji. U nastavku su prikazani najznačajniji projekti kroz koje su istraživani sistemi rehabilitacije vozača.

### 2.1. PROJEKAT DRUID (2012)

Projekat DRUID (Driving under the Influence of Drugs, Alcohol and Medicines) Quality Management Systems established along with Driver Rehabilitation Schemes (Klipp et al, 2012), se bavio rehabilitacijom vozača koji su upravljali motornim vozilom pod dejstvom alkohola (DUI – Driving Under Influence) ili droga (DUID - Driving Under Influence of Drugs). Konzorcijum DRUID je obuhvatao 36 partnera iz 18 članica EU. Projekat je finansirala Evropska Komisija i obuhvata 7 podprojekata (radnih paketa), i to: WP 1 – Metodologija i eksperimentalna istraživanja, WP 2 – Epidemiološka istraživanja i izračunavanje relativnog rizika, WP 3 – Primena propisa – metode i oprema, normativno uređenje prinude, WP 4 - Razvoj sistema klasifikacije za medicinske droge, WP 5 – Rehabilitacija – dobra praksa, WP 6 – Postojeća praksa i preporuke i WP 7 – Širenje (diseminacija) i uputstvo, mere obuke.

Projekat se sastoji od više izveštaja koji su detaljno analizirali rehabilitacione kurseve u svim aspektima od načina sprovođenja do sistema kvaliteta u zemljama Evropske Unije.

### 2.2. PROJEKAT SUPREME (2007)

Projekat SUPREME (Summary and Publication of Best Practices in Road Safety in the Member States), (SUPREME Project, 2007), je finansiran od strane Evropske komisije i KfV (Kuratorium für Verkehrssicherheit) i obuhvata 14 celina. Prvi deo projekta sastoji se iz pet delova i to: A – Metodologija, B - Lista sakupljenih i analiziranih mera, C - Najbolje prakse u Priručniku o bezbednosti saobraćaja za mere na nivou države, D - Najbolje prakse u Priručniku o bezbednosti saobraćaja za mere na nivou Evrope i E - Pregled primene na nivou države. Drugi deo projekta sastoji se iz devet delova koji čine Tematski izveštaj koji se odnose na: Obrazovanje i kampanje, Učenje i obuka vozača, izdavanje vozačkih dozvola, Rehabilitacija i dijagnostika, Vozila, Infrastruktura, Prinuda, Statistika i detaljne analize, Institucionalna organizacija bezbednosti saobraćaja i Nega posle saobraćajne nezgode. Najvažniji deo projekta za potrebe ovog rada je (Deo F3, Tematski izveštaj: Rehabilitacija i dijagnostika) koji se odnosi na rehabilitaciju vozača. Posebno su analizirani programi rehabilitacije vozača koji su upravljali motornim vozilom pod dejstvom alkohola ili droga.

### 2.3. PROJEKAT ANDREA (2002)

Projekat ANDREA (Analysis of Driver Rehabilitation Programmes), (ANDREA Project, 2002), je imao cilj da pruži informacije o pojedinačnim preventivnim merama koje pozitivno utiču na vozače visokog rizika. Opisani su i analizirani programi rehabilitacije vozača koji se primenjuju u EU. Posebno je analizirana efikasnost različitih programa. Rezultati ove studije mogu se posmatrati kao opšte uputstvo za projektovanje kurseva rehabilitacije vozača. Projekat je namenjen stručnjacima (psiholozima, instruktorima...) koji realizuju kurseve, u cilju ocene postojećih programa i prilagođavanja potrebama. Može biti korišćen i u cilju obuke osoblja, a posebno kao osnova za uvođenje novih kurseva u pojedinim državama.

Izveštaj može pomoći donosiocima odluka na državnom i na Evropskom nivou da odgovore na pitanja: 1) da li treba implementirati programe rehabilitacije vozača, 2) kako bi trebalo implementirati programe rehabilitacije vozača i 3) kako optimizovati postojeće programe rehabilitacije vozača. Sa druge strane, korsnici programa – većina vozača koji su načinili ozbiljnije saobraćajne prekršaje – mogu, na osnovu ove studije procenjivati da li je kurs rehabilitacije kvalitetan. Na ovaj način, studija bi trebalo da doprinese unapređenju kvaliteta rehabilitacionih kurseva.

## 3. ANALIZA SISTEMA REHABILITACIJE U REPUBLICI SRBIJI

Zakonska regulativa i Institucije koje sprovode rehabilitaciju. Rehabilitacija se sprovodi na osnovu Zakona o bezbednosti saobraćaja na putevima („Službeni glasnik RS“ br. 41/09, 53/10, 101/11, 32/13-US i 55/14, Članovi 9, 197, 198, 199, i 200) i Pravilnikom o unapređenju znanja iz bezbednosti saobraćaja za vozače kojima je oduzeta vozačka dozvola („Službeni glasnik RS“, broj 59/2011, od 10.08.2011. god.) i sprovodi je Agencija za bezbednost saobraćaja.

Odnos sistema prema polaznicima kursa. Članom 199. ZoBS-a definisani su uslovi koje mora ispuniti lice koje želi da prijavi i prisustvuje seminaru. Lice kome je nadležni organ oduzeo vozačku dozvolu može se prijaviti Agenciji i prisustvovati obaveznom seminaru. Prilikom prijave lice dostavlja: posebno uverenje o zdravstvenoj sposobnosti za upravljanje motornim vozilima, pisani dokaz da je izmirio obavezu plaćanja izrečene novčane kazne za prekršaje, odnosno da je izdržao izrečenu kaznu zatvora za navedene prekršaje, odnosno krivična dela, pisani dokaz da su izvršene sve mere zabrane upravljanja motornim vozilom koje su mu izrečene i dokaz o izmirenim troškovima za prisustvo seminaru, po tarifi Agencije. Lice kome je nadležni organ oduzeo vozačku dozvolu može prisustvovati obaveznom seminaru unapređenja znanja iz bezbednosti saobraćaja i polagati ispit iz provere znanja iz bezbednosti saobraćaja, kada prođe 90 dana od dana kada je ispunilo uslove u pogledu obaveze plaćanja izrečene novčane kazne i ako su izvršene sve mere zabrane upravljanja motornim vozilom koje su mu izrečene.

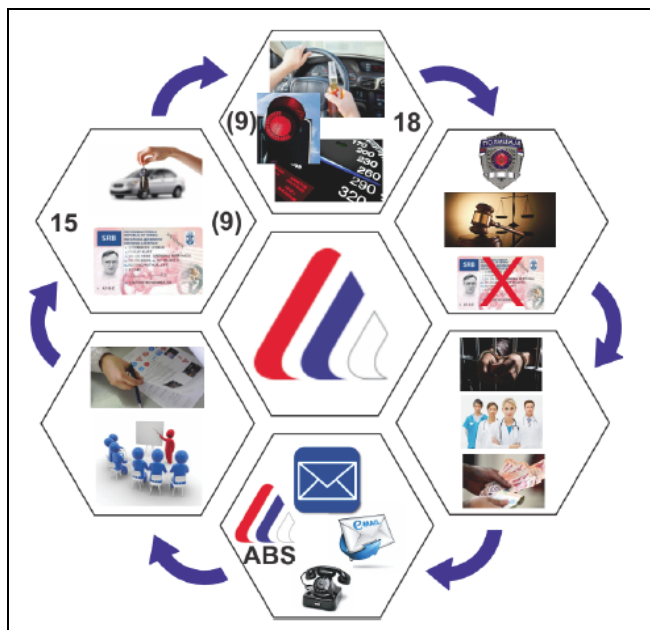
Vrste kurseva. Kursevi se sprovode od juna 2012. godine. Program i sadržaj seminarara je isti za sve vozače na seminaru. Seminar se sastoji iz tri celine. Prva celina seminarara se sprovodi u vidu razgovora na temu o uzrocima i posledicama ponašanja koja su dovela do oduzimanja vozačke dozvole, kod konkretne grupe polaznika. U okviru druge tematska celine seminarara obrađuje se poznavanje saobraćajnih propisa. Kroz

treću tematsku celinu, sa vozačima se obrađuju teme koje se odnose na značaj i način bezbednog ponašanja vozača u saobraćaju na putevima. Program seminara i teme koje se obrađuju na seminaru detaljno su navedeni i opisani u Pravilniku o unapređenju znanja iz bezbednosti saobraćaja za vozače kojima je oduzeta vozačka dozvola.

Ciljevi kurseva. Cilj kursa je unapređenje znanja iz bezbednosti saobraćaja, a ciljna grupa su vozači kojima je nadležni organ oduzeo vozačku dozvolu.

Trajanje kurseva i veličina grupe. Kurs traje ukupno 40 časova i realizuje se u okviru 14 radnih dana. U toku jednog radnog dana kursa polaznik može pohađati najviše 3 nastavna časa. Nastavni čas traje 45 minuta a pauze između časova 15 minuta. Veličina grupe je od 6 do 12 polaznika po jednom treneru.

Treneri. Kursevi se sprovode od strane posebno osposobljenih i sertifikovanih predavača iz oblasti bezbednosti saobraćaja. U Srbiji trenutno ima 74 sertifikovana predavača (zajedno sa trenerima-predavačima iz Agencije), i u većini su to saobraćajni inženjeri, a u manjem broju psiholozi, pravnici i inženjeri mašinstva. Predavači pohađaju dodatnu edukaciju iz oblasti psihologije primerenu radu sa vozačima kojima je oduzeta vozačka dozvola i radu sa malim grupama polaznika, po programu koji je prilagođen obimu i strukturi prekršaja zbog kojih je nadležni organ najčešće oduzimao vozačke dozvole. Agencija po potrebi organizuje jednodnevne seminare unapređivanje znanja predavača za postupak rehabilitacije vozača saglasno ciljevima, smernicama i zadacima.



Slika 1. Postupak rehabilitacije vozača.

Provera znanja, evaluacija i praćenje vozača. Agencija organizuje i sprovodi ispit unapređenja znanja iz oblasti bezbednosti saobraćaja. Ispit se polaže putem testa pismeno ili na računaru pred komisijom koju formira Agencija. Komisiju za polaganje ispita čine predsednik i dva ispitivača. O polaganju ispita unapređenja znanja iz oblasti bezbednosti saobraćaja vodi se zapisnik. Vozač je položio ispit ako je osvojio najmanje 3/4 od ukupnog broja predviđenih poena. Licu koje je položilo ispit, Agencija izdaje uverenje o položenom ispitu. Evaluacija seminara i predavača se sprovodi dva puta,

odnosno posle prve i druge nedelje tokom svakog seminara. Evaluacija se vrši putem anonimnog upitnika u kojem svi polaznici ocenjuju: sadržaj seminara, teme koje se obrađuju na seminaru, način rada na seminaru, predavači, raspored seminara i trajanje časova i pauza, kvalitet učionice u kojoj se sprovodi seminar. Na kraju upitnika polaznici daju svoje komentare i sugestije koje se odnose na seminar. Rezultati evaluacije koriste se za poboljšanje kvaliteta rada na narednim seminarima. Evidenciju kaznenih poena vodi Ministarstvo unutrašnjih poslova od 1. novembra 2010. godine. Ne postoji posebna evidencija kojom se prate vozači koji su prošli navedeni sistem rehabilitacije.

#### 4. ANALIZA SISTEMA REHABILITACIJE U REPUBLICI SRBIJI

Imajući u vidu Evropska iskustva sa prekršiocima u saobraćaju, odnosno analizirajući mere koje se sprovode tokom rehabilitacije vozača od strane država čije mere su analizirane, može izvesti zaključak da se uspešna primena modela rehabilitacije vozača sastoji od 4 koraka:

- Informaciona pisma i pisma upozorenja;
- Kursevi poboljšanja vozača;
- Zakonska regulativa i mere u vidu oduzimanja vozačke dozvole i
- Rehabilitacioni kursevi kojima se vraća oduzeta vozačka dozvola.

Zemlje Evropske Unije koje su prihvatile sistem negativnih poena, takođe su poslednjih godina revidirale sistem sprovođenja mera prema prekršiocima u zavisnosti od nivoa prekršaja i prikupljenog broja negativnih poena. Naime predlog modela 4 koraka može se svesti na dva nivoa. Prvi nivo podrazumeva sprovođenje srednjih mera koji se ogleda u informisanju prekršioca o trenutnom broju negativnih poena i načinjenim prekršajima putem informacionih pisama. Ukoliko vozač nakupi kritičan broj negativnih poena, ali nije načinio ni jedan prekršaj sa težim posledicama, upućuje mu se pismo upozorenja kojim se upućuje na neki od informativnih kurseva poboljšanja vozača koji su dobrovoljnog karaktera kako bi umanjio broj negativnih poena i time izbegao meru zabrane upravljanja motornim vozilom. Drugi nivo ovog modela se ogleda u sprovođenju rehabilitacionih kurseva nad vozačima kojima je oduzeta vozačka dozvola. Pored sprovođenja rehabilitacionih kurseva vrši se i individualna procena psihološkog stanja vozača, kao i teorijski i praktični testovi vožnje, a sve u zavisnosti od težine i broja prekršaja.

Prva dva koraka (prvi nivo) navedenog modela se u analiziranim zemljama Evropske Unije sa sistemom negativnih bodova sprovode u sprezi između državnih institucija - policije i institucije kojoj je poverena praksa sprovođenja rehabilitacionih programa. Preporuka je da se informaciona pisma i pisma upozorenja šalju po automatizovanom principu. Kada sistem evidentira granicu negativnih poena kojom se pokreće postupak slanja informacionog pisma, vozač putem E-maila ili poštanskog pisma biva obavešten o broju negativnih poena koji se vezuju za njegovu vozačku dozvolu. Kada sistem registruje granicu broja negativnih poena koji prete vozaču oduzimanjem vozačke dozvole, takođe putem E-maila ili poštanskog pisma on biva obavešten o mogućim volonterским informacionim kursovima koji vozaču omogućuju smanjenje broja negativnih poena.



Druga dva koraka, odnosno zakonska regulativa i mere u vidu oduzimanja vozačke dozvole i rehabilitacioni kursevi kojima se vraća oduzeta vozačka dozvola su već prikazani u analiziranim rehabilitacionim kursevima navedenih zemalja u trećem poglavlju. Detaljnom analizom svih rehabilitacionih programa zaključeno je da se svi programi, odnosno mere, u zavisnosti od uslova i mogućnosti primene u Republici Srbiji, mogu podeliti u četiri karakteristične grupe.

**Rehabilitacioni programi – mere koje se mogu odmah sprovesti:** Praćenje i analiza prekršaja vozača, Priprema i podela flajera, plakata i letaka i Obavezni modularni kursevi za vozače kojima je oduzeta vozačka dozvola.

**Rehabilitacioni programi – mere koje se mogu uz sprovesti uz izmenu ili donošenje pravilnika:** Poseban lekarski pregled za nesavesne vozače.

**Rehabilitacioni programi – mere za koje je neophodna izmena ZOBS-a i donošenje novih pravilnika:** Slanje informacionih pisama i pisama upozorenja, Obavezni individualni ili grupni razgovori, Dobrovoljni kursevi poboljšanja vozača, Obavezni kursevi za vozače koji su upravljali vozilom pod dejstvom alkohola, Kurs bezbedne vožnje, Obavezni kursevi za vozače koji ponovo pohađaju kurs za vozače kojima je oduzeta vozačka dozvola, Obavezni kursevi za vozače sa probnom vozačkom dozvolom i Dugoročno ili trajno oduzimanje vozačke dozvole.

Svi navedeni sistemi rehabilitacije, odnosno njihovi elementi koji su zastupljeni u zemljama koje su obuhvaćene istraživanjem, su detaljno analizirani u okviru Projekta rađenog za potrebe Agencije za bezbednost saobraćaja i tom prilikom je: definisan naziv programa, odnosno mere koja se predlaže, izvršena procena mogućnosti realizacije određenog programa / mere u R. Srbiji, definisani su preduslovi za njihovo uvođenje u R. Srbiji, predloženi su nosioci, odnosno

učesnici realizacije, dat opis mere / programa, navedeno da li su neophodne izmene pravnih akata koji regulišu ovu oblast i prikazana je dinamika realizacije mera / programa.

## LITERATURA

- [1] Bartl, G. et al, (2002). EU Project „ANDREA“ Analysis of Driver Rehabilitation Programmes.
- [2] Bartl, G. (2007). Analysis of Driver Rehabilitation Programmes.
- [3] SUPREME Project, (2002). Summary and Publication of Best Practices in Road Safety in the Member States.
- [4] Klipp, S., et al, (2012). Quality Management Systems established along with Driver Rehabilitation Schemes, DRUID – Projekat.
- [5] „Usporedna analiza sistema rehabilitacije vozača u Evropi i svetu sa preporukama unapređenja postojećeg sistema rehabilitacije vozača u republici Srbiji,“ Agencija za bezbednost saobraćaja Republike Srbije, Beograd, 2016.
- [6] Zakon o bezbednosti saobraćaja na putevima (2009), „Službeni glasnik Republike Srbije“ br. 41/2009, 53/2010, 101/2011, 32/2013 - odluka US, 55/2014, 96/2015 - dr. zakon i 9/2016 - odluka US.
- [7] Zakon o osnovama bezbednosti saobraćaja na putevima (1988), Službeni list SFRJ, br. 50/88, 63/88 - ispr., 80/89, 29/90 i 11/91 i Službeni list SRJ, br. 34/92, 13/93 -odluka SUS, 24/94, 41/94, 28/96 i 3/2002.

## NOVE MOGUĆNOSTI I PRIMENA AutoCAD-A 2017

### NEW FEATURES AND APPLICATION OF AutoCAD 2017

Milan Stanković, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Miloš Stojanović, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

**Sadržaj** - U ovom radu prikazan je značaj AutoCAD-a u procesu projektovanja, nove mogućnosti često korišćenih naredbi i njihova primena.

**Ključne reči:** Projektovanje. Unapređenje. Import PDF. 3D Print Studio.

**Abstract** - In this paper, the importance of AutoCAD in the design process is shown, as well as new features, frequently used commands and their use.

**Key words:** Design. Improvement. Import PDF. 3D Print Studio.

#### 1. UVOD

Uporedo sa razvojem personalnih računara razvijao se i CAD softver na PC platformi. Krajem 1982. godine grupa programera sa skromnim kapitalom formirala je kompaniju pod nazivom Autodesk, napisali su programski paket namenjen projektovanju i konstruisanju za tržište personalnih računara koje je tada bilo na početku svog razvoja.

Prva verzija pod nazivom AutoCAD predstavljena je na poznatom sajmu COMDEX u Las Vegasu (1982).

Dalji razvoj je iskorišćen na najbolji način, verzije AutoCAD-a su se ređale jedna za drugom, čineći pri tome sve efikasniji i složeniji alat u rukama korisnika. Najveći skok u razvoju AutoCAD-a je izlazak iz ravni tj. stvaranje mogućnosti projektovanja i modelovanja u prostoru i prelazak na Microsoft Windows operativni sistem što se pokazalo kao dobra, dugoročna i pravilna strategija [1-16].

AutoCAD najčešće koriste inženjeri i tehničari u mašinskoj, saobraćajnoj, građevinskoj, arhitektonskoj, geodetskoj, elektro i drugim strukama u skoro svim tehničkim oblastima.

Zadnjih nekoliko godina, Autodesk omogućava korišćenje Interneta/Intraneta za razmenu informacija, podataka, crteža... AutoCAD ima alatke kojima crteže postavljene na Internet drugi mogu gledati i preuzimati [17-21].

AutoCAD 2017 sa novim mogućnostima, na tržištu informacionih tehnologija je predstavljen krajem marta 2016. godine, pruža korisna poboljšanja u svim fazama projektovanja od koncepta do završetka.

Konačna projektna dokumentacija može da se završi brže nego ranije zahvaljujući alatima za ažuriranje i novim mogućnostima koje su uključene u funkcije ograničavanja čineći rad sa parametrima lakšim.

Jasnoća i preciznost dolaze do izražaja više nego ranije korišćenjem novih alata za modelovanje površina.

Autodesk objavljuje nove verzije AutoCAD-a svake godine. Deo te strategije je i uvođenje poboljšanja koja se odnose na određenu kategoriju mogućnosti programa.

AutoCAD 2017 nudi nove mogućnosti u raznim segmentima. Često korišćeni okviri za dijalog, sada su promenljive veličine ili su povećani da bi prikazali više informacija. Poboljšan je i kvalitet prikazivanja 2D crteža, zatim performanse i 2D crteža i 3D modela. Nove opcije štampanja podržavaju 3D štampanje. PDF datoteke sa vektorskim crtežima mogu se uvesti kao crteži. Osa simetrije i oznake centra sada se mogu menjati asocijativno [22].

U radu su prikazane osnovne prednosti primene AutoCAD-a u procesu projektovanja, poboljšanja u novijim verzijama programa kao i u verziji AutoCAD 2017 i naznačeni određeni značajni objekti projektovani u AutoCAD-u.

#### 2. AutoCAD U PROCESU PROJEKTOVANJA - OSNOVNE PREDNOSTI KORIŠĆENJA

Osnovne prednosti AutoCAD-a se mogu grupisati u sledeće celine:

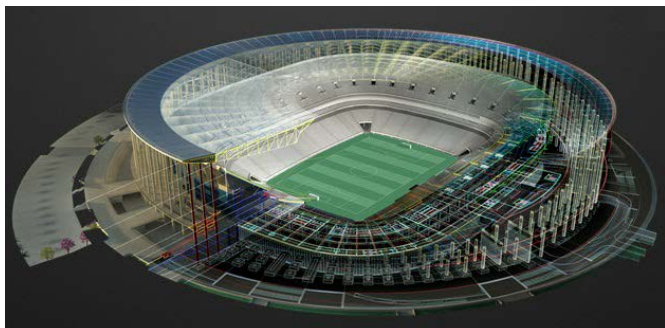
- AutoCAD je softverski paket koji se može upotrebiti za izradu svih vrsta tehničkih crteža.
- Tehnički crteži se mnogo brže prave u AutoCAD-u nego kada se rade ručno. Ako crteže radi uvežbani korisnik AutoCAD-a može čak i deset puta brže da ih uradi.
- Crtanje u AutoCAD-u je manje zamorno nego ručno crtanje – prikazivanje šrafure, dodavanje napomena itd., obavljaju se lakše i brže i mnogo preciznije.
- Crteži ili delovi crteža mogu se premeštati, kopirati, skalirati, rotirati, preslikavati i umetati u druge crteže bez potrebe da se ponovo crtaju.
- AutoCAD crteži mogu se sačuvati u fajl sistemu bez obaveze da se štampaju. Time se štedi veliki prostor potreban za čuvanje crteža.

- Isti crtež, ili deo crteža, ne mora nikada da se crta dva puta, jer može lako da se kopira i umetne u druge crteže. Osnovno pravilo kada se radi u AutoCAD-u je *nikada ne crtati dva puta isti deo*.
- Na crtež se mogu dodavati novi detalji ili se mogu menjati detalji unutar crteža bez potrebe da se stari detalji mehanički obrišu.
- Crtežima se mogu dodavati kote, sa preciznošću koja smanjuje mogućnost greške.
- Crteži mogu da se štampaju na štampaču ili ploteru u bilo kojoj razmeri bez potrebe da se ponovo crtaju.
- Crteži se mogu razmenjivati među računarima ili slati elektronskom poštom po celom svetu, bez potrebe da se crtež fizički pošalje.

U svim fazama projektovanja, 2D crteži ili 3D konstrukcije (ili i jedni i drugi) mogu da odigraju značajnu ulogu kao pomoć u timskom radu na projektu i u procenivanju rezultata rada u različitim fazama [1].

### 3. POBOLJŠANJA U NOVIJIM VERZIJAMA PROGRAMA KAO I U VERZIJI AutoCAD 2017 U FUNKCIJI POVEĆANJA EFIKASNOSTI

Prilikom razvoja nove verzije AutoCAD-a, Autodesk je imao za cilj povećanje produktivnosti korisnika. Autodesk već 35 godina doprinosi efikasnosti u procesu projektovanja. AutoCAD je program koji koriste milioni ljudi širom sveta i program je vodeće svetsko rešenje za projektovanje. Na Slici 1 prikazan je nacionalni stadion u Brazilu, dizajniran u AutoCAD-u 2013.

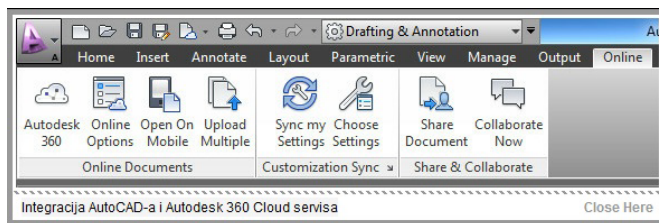


**Slika 1.** Nacionalni stadion u Brazilu, dizajniran korišćenjem AutoCAD-a 2013.

Program daje mogućnosti modelovanja i crtanja dokumentacije u preduzećima (malim i velikim) u sledećim oblastima: Arhitektura i visokogradnja, Mašinstvo, Saobraćaj, Industrijski dizajn, Projektovanje i tehničko crtanje, Niskogradnja i geodezija, GIS, Komunikacije, Komunalne delatnosti.

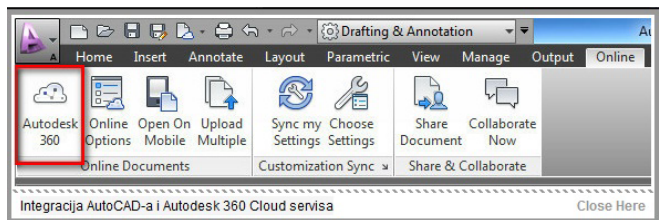
#### **Pristup i upotreba Autodesk 360 tehnologija**

Autodesk je nedavno pokrenuo svoj Cloud servis koji nam omogućava čuvanje i razmenu podataka i pristupanje istima sa bilo koje lokacije gde nam je dostupan internet, pa čak i sa mobilnih uređaja. Verzija AutoCAD-a 2013 omogućava potpunu integraciju sa Cloud servisom preko proširenog Online ribbon-a, Slika 2.



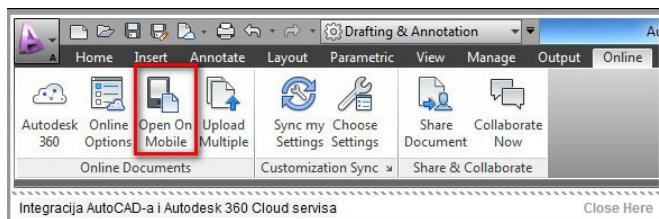
**Slika 2.** Prošireni Online ribbon u AutoCAD-u 2013.

Za korišćenje ove mogućnosti, potrebno je prvo logovati se sa Autodesk ID-om, koji se nalazi u gornjem desnom uglu AutoCAD-a. Nakon toga Online ribbon postaje potpuno funkcionalan i klikom na prvu ikonu, Slika 3., otvaramo Autodesk 360 u web pretraživaču.



**Slika 3.** Položaj ikone pomoću koje otvaramo Autodesk 360 u web pretraživaču.

Druga ikona sa ribbon-a otvara opcije Cloud-a. Zatim, postoji mogućnost direktnog slanja i otvaranja crteža na mobilnom uređaju ukoliko na njemu imamo instaliranu AutoCAD WS aplikaciju (Iphone, Android), prema Slici 4.



**Slika 4.** Mogućnost direktnog slanja i otvaranja crteža na mobilnom uređaju.

Ukoliko želimo da postavimo više datoteka u naš Cloud prostor, to možemo uraditi iz ribbon-a pomoću Upload Multiple ikone. Slede ikone za sinhronizaciju podešavanja, zatim ikona Share Document koja otvara prozor u kome se upisuje e-mail adresa korisnika sa kojima želimo deliti datoteke, zatim imamo opciju Collaborate Now kojom se otvara AutoCAD WS u web pretraživaču gde možemo dodatno online editovati datoteku i podeliti je sa ostalim korisnicima [18].

#### **3.1. Poboljšanja u 31. verziji programa AutoCAD 2017**

Autodesk je objavio AutoCAD 2017 21.marta 2016.Od inicijalne verzije iz 1982.godine, AutoCAD je jedan od najčešće korišćenih CAD programa zadovoljavajući potrebe inženjera, tehničara, arhitekata i drugih.

U svom najnovijem ažuriranju, AutoCAD 2017 je ispunio različite funkcionalne zahteve korisnika i uveo brojne funkcije koje poboljšavaju sve od workflow-a do obrade grafike.

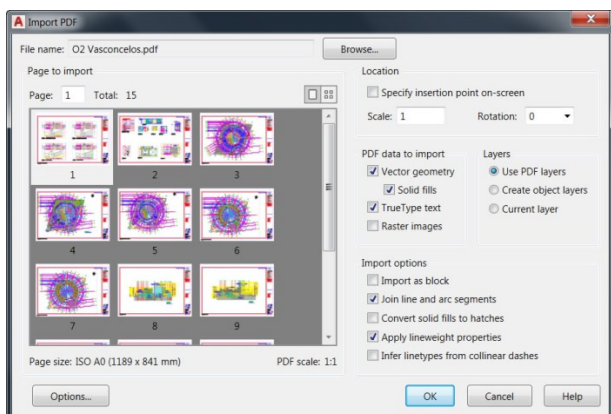
Generalno, novosti u odnosu na verziju AutoCAD 2016, u izvornom obliku, su sledeće:

- Improved 3D graphics (stability, fidelity, performance);

- Smart centerlines/center marks;
- New feature highlighting;
- Autodesk desktop app replaces Autodesk Application Manager;
- Migration tool enhancements;
- Design share;
- 3D Print Studio;
- Import PDF;
- Coordination model object snap.

### Uvoz PDF dokumenta u AutoCAD

Prvi veliki napredak dodan u AutoCAD 2017 je poboljšani alat za upravljanje PDF dokumentima. Korišćenjem novog dijaloga za uvoz PDF-a, korisnici će moći uvesti geometriju, True Type tekst i rasterske slike iz PDF-a direktno u AutoCAD kao objekte koji se mogu uređivati.

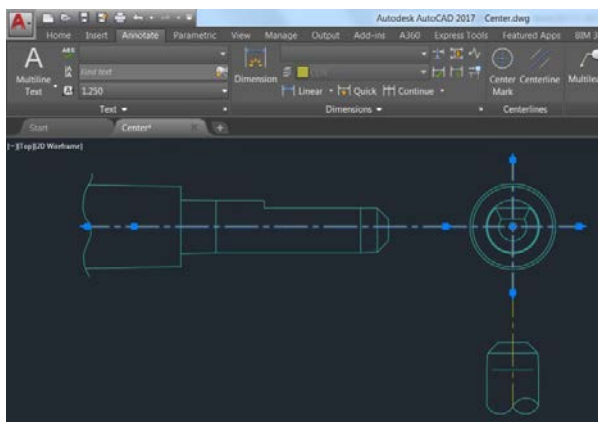


Slika 5. Usavršeni import PDF-a u AutoCAD-u 2017

U ranijim verzijama, način uvoza PDF dokumenata nije bio najspretnije rešen. Sada korisnici mogu jednostavno i pouzdano uvoziti podatke iz PDF dokumenata eliminišući potrebu za ponovnim iscrtavanjem geometrije.

### Novo rešenje "Pametnih simetrala"

Pri crtanju, AutoCAD 2017 pruža mogućnost poboljšanja rada sa simetralama. U novoj verziji AutoCAD 2017 zahvaljujući alatu "pametna simetrala", kada korisnik pomera povezane objekte, sve povezane simetrale će slediti taj pomak, što ubrzava i pojednostavljuje crtanje i izmene simetrala.

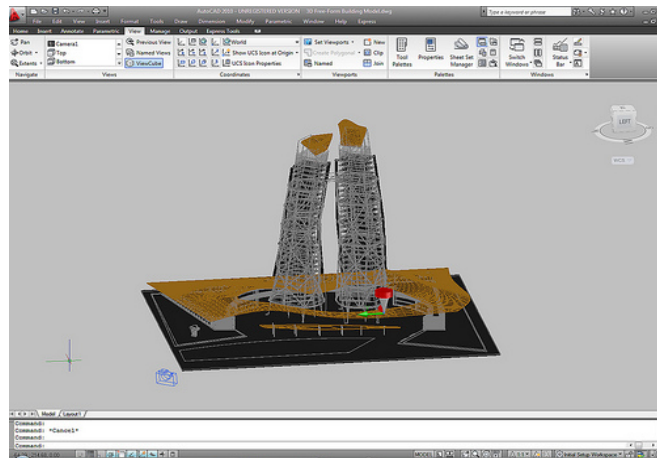


Slika 6. Poboljšano upravljanje simetralama u AutoCAD-u 2017.

### Poboljšano 3D štampanje

Novi AutoCAD 2017 ima nekoliko mogućnosti (načina) za 3D štampanje. Moguće je poslati 3D model na spoljašnju uslugu 3D štampanja ili instalirati alat Autodesk Print Studio pa, ili se spojiti na 3D printer ili kreirati datoteku za 3D za kasnije štampanje.

Dakle, AutoCAD 2017 podržava upotrebu 3D štampača preko posebnog modula Print Studio. Ukoliko nije na raspolaganju printer, objekat možemo da snimimo u obliku fajla prepoznatljivog od strane nekoliko popularnih 3D štampača. Stvorena je mogućnost slanja fajla sa objektom za štampanje nekoj kompaniji koja se bavi 3D štampom [22].



Slika 7. AutoCAD, primena u oblastima arhitekture i visokogradnje.

Na slici 7 prikazan je reprezentativni primer primene AutoCAD-a u oblastima arhitekture i visokogradnje u procesu projektovanja.

## 4. ZAKLJUČAK

Značaj i trajnost ovog programa je zasnovana na tome što je u pitanju kvalitetan proizvod čije se mogućnosti stalno proširuju saglasno željama krajnjih korisnika.

Kompanija Autodesk kao vodeći svetski proizvođač softvera u domenu CAD/CAM tehnologija za kućne računare svoj najpoznatiji proizvod oblikovala je različitim tempom saglasno trenutku kada je AutoCAD postao osnova za nadgradnju specijalizovanih CAD aplikacija namenjenih stručnjacima različitih profila. Pojava AutoCAD-a 2017 na tržištu informacionih tehnologija je potvrda aktuelnosti i kvaliteta programa.

Novi dizajn i inovativne opcije, olakšavaju rad i povećavaju produktivnost korisnika.

Autodesk se usmerio ka poboljšanju stabilnosti 3D grafike, ali i dalje poboljšava performanse svojih 2D grafičkih alata.

## LITERATURA

- [1] S. Lazić, *AutoCAD R14*, Univerzitet u Beogradu, Institut za nuklearne nauke "Vinča", Centar za permanentno obrazovanje, Beograd 1997.
- [2] S. Petrović, N. Stojanović, *Računarska grafika*, AutoCAD R14, Imprime, Niš 1999.



- [3] N. Stojanović, B. Stojanović, S. Petrović, S. Jovković, *Računarska grafika*, AutoCAD R14 - Primeri, Imprime, Niš 2000.
- [4] G. Omura, *AutoCAD 2000*, Kompjuter biblioteka, Beograd 2001.
- [5] S. Lazić, *AutoCAD 2002*, Institut za nuklearne nauke "Vinča", Centar za permanentno obrazovanje, Beograd 2002.
- [6] G. Omura, *AutoCAD 2004 i AutoCAD LT 2004*, Mikro knjiga, Beograd 2004.
- [7] Autodesk, *AutoCAD 2004 - osnove*, Zvanični priručnik za obuku, CET, Beograd 2004.
- [8] G. Omura, *AutoCAD 2006*, Kompjuter biblioteka, Beograd 2006.
- [9] Časopisi, Svet Kompjutera, 5/2003, 4/2004, 7/2005, 6/2006.
- [10] N. Stojanović, „Razvojni ciklusi AutoCAD-a,“ *Zbornik radova*, Visoka tehnička škola Niš, Niš, 2006.
- [11] G. Omura, *AutoCAD 2008*, Kompjuter biblioteka, Beograd 2007.
- [12] G. Omura, *AutoCAD 2007*, Kompjuter biblioteka, Beograd 2008.
- [13] Autodesk, *AutoCAD 2010*, Kompjuter biblioteka, Beograd 2009.
- [14] <http://usa.autodesk.com/>
- [15] N. Stojanović, „Značaj AutoCAD-a i poboljšanja u novijim verzijama programa,“ XXXIII – *Majski skup Održavalaca sredstava za rad Srbije*, Zbornik radova, Vrnjačka Banja, str. 191-195, Maj 2010.
- [16] N. Stojanović, „Nove mogućnosti AutoCAD-a 2012 i njihova primena,“ XXXIII – *Majski skup Održavalaca sredstava za rad Srbije*, Zbornik radova, Vrnjačka Banja, Maj 2011.
- [17] <http://www.teamcad.rs/pdf/2013/BDS2013sr.pdf>.
- [18] <http://www.intelika.hr/blog/item/20-novo-u-autodesk-revit-2013>
- [19] <http://www.intelika.hr/blog/item/21-novo-u-autocad-i-autocad-lt-2013-2-dio>.
- [20] <http://www.intelika.hr/blog/item/19-autocad-2013-1-dio>.
- [21] <http://cadpanacea.com/node/358>.
- [22] G. Omura and B. C. Benton, *Mastering AutoCAD 2017 and AutoCAD LT 2017*, 1080 pages, June 2016 Sybex.

## UPRAVLJANJE EFEKTIVNOŠĆU U DRUMSKOM TRANSPORTU – UPOREDNA ANALIZA

### MANAGING THE EFFECTIVENESS OF ROAD FREIGHT TRANSPORT – COMPARATIVE ANALYSIS

Dušan Radosavljević, Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.

Marjana Radosavljević, JKP Parking servis Niš, Orlovića Pavla 24, Niš.

**Sadržaj** - Postizanje održivog drumskog transporta zahteva postojanje metoda za ocenu njegove efektivnosti, odnosno za ocenu ukupne efektivnosti transportnog procesa, vozni parkova u drumskom transportu, vozila i vozača. Transportna preduzeća i preduzeća sa voznim parkom za sopstvene potrebe teže podizanju efektivnosti resursa kojima raspolažu kao i podizanju kvaliteta transportne usluge u cilju postizanja konkurentne pozicije na tržištu. Postizanje nivoa svetske klase prilikom ocenjivanja ukupne efektivnosti transportnog procesa je cilj države, vlasnika voznog parka, kao i obrazovne, stručne i naučne zajednice. U radu je izložen značaj istraživanja i upravljanja efektivnošću transportnog procesa, prikazan je pregled literature i predstavljen je metod za izračunavanje pokazatelja OVE Human koji se koristi kao alat za ocenu ukupne efektivnosti transportnog procesa, a koji se može primeniti u lokalnoj sredini. Ukazano je na probleme koji su uočeni prilikom primene sličnih pokazatelja i data su zaključna razmatranja.

**Ključne reči:** vozni park, raspoloživost, učinak, kvalitet, energetska efikasnost.

**Abstract** - Achieving sustainable road transport requires the existence of a method for assessing its effectiveness, namely, for assessing the overall effectiveness of the transport process, vehicle fleets in road transport, vehicles and drivers. Fleets operating for hire or reward, as well as for own account, aim to increase the effectiveness of the resources they have and to increase the quality of transport services in order to achieve a competitive market position. Achieving the world class level of service while managing the effectiveness of road freight transport is the goal of the government, the owner of the fleet, as well as the educational, professional and scientific community. The paper presents the importance of researching and managing the effectiveness of road freight transport and defining method for calculating effectiveness. OVE Human is indicator used as a tool for estimating the overall effectiveness in road freight transport, which can be applied in the local environment. It was pointed out to the problems that were observed in the application of similar indicators and final conclusions were given.

**Key words:** fleet, availability, performance, quality, energy efficiency.

#### 1. UVOD

Da bi rad i poslovanje voznog parka bilo uspešno potrebno je efikasno upravljanje sredstvima, a da bi se izmerila efektivnost potrebno je da se poredi sa radom drugih voznih parkova. Na osnovu poređenja moguće je primeniti mere koje bi dovele do poboljšanja efektivnosti rada voznog parka. U tu svrhu potrebno je imati merljive podatke o radu voznog parka. Za potrebe upravljanja efektivnošću drumskog transporta tereta razvija se skup indikatora, koji se dobija analizom ciljeva transportnog procesa, kao i relevantnih faktora lokalne sredine. Dobro razvijen sistem indikatora predstavlja podršku odlučivanju u procesu strateškog i operativnog planiranja. Izbor indikatora je postao sve složeniji jer je razvoj informacionih i komunikacionih tehnologija obezbedio pristup većem broju informacija koje se mogu koristiti u procesu upravljanja efektivnošću.

Ključni izazov u izboru indikatora je da podaci na osnovu kojih se izračunava budu raspoloživi, merljivi i laki za proveru (validni), kao i da budu prepoznatljivi u lokalnoj sredini. Zato treba utvrditi koje indikatore iz hipotetičkog skupa raspoloživih treba izabrati kao relevantne za upravljanje efektivnošću rada voznog parka. U ovom radu su prikazani indikatori efektivnosti u drumskom transportu tereta, kao i njihova uporedna analiza. Ukazano je na problem koji se odnosi na kompleksnost pristupa informacijama o radu voznih parkova. Analiziran je indikator ukupne efektivnosti rada voznog parka OVE Human i data su zaključna razmatranja

#### 2. INDIKATORI EFEKTIVNOSTI U DRUMSKOM TRANSPORTU TERETA

Istraživanje rezultata i ishoda transportnog procesa, a naročito izbor i definisanje indikatora je kompleksan zadatak kako za istraživače tako i za menadžere. Skup indikatora koji se koriste u različitim istraživanjima zavisi, pre svega, od

ciljeva istraživanja. U nekim istraživanjima se koriste jedan ili dva indikatora koji mere pojedinačne rezultate procesa, dok se u drugim koristi veći broj indikatora ili se definišu kompleksni sveobuhvatni indikatori koji se koriste da mere efekte primenjenih pristupa, mera, metoda, metodologija ili strategija. Izbor indikatora je često uslovljen raspoloživošću podataka. Tako se u literaturi mogu naći primene raznovrsnih indikatora, različito definisanih, prikupljenih i sistematizovanih tako da je rezultate istraživanja teško porediti. Chow i dr. [1] daje pregled 26 radova u kojima se istražuju indikatori transportne usluge. Konstatuju da su sve studije koje su rađene kratka procena indikatora u određenom vremenskom periodu i da je mali je broj radova koji se bave efektivnošću vozila.

Istraživanjem efektivnosti transporta su se bavili Donselaar i dr. [2]. Njihovo istraživanje je sprovedeno u 150 kompanija, a pregled obuhvata preko 100.000 podataka na osnovu kojih su formirali tri skupa indikatora. To su finansijski indikatori rada voznog parka, osnovni indikatori rada na nivou kompanije i indikatori rada na nivou transportnog procesa. Sveobuhvatnija istraživanja sprovedena su u Velikoj Britaniji gde je rađena serija benčmarking studija kojima se prate indikatori u drumskom transportu tereta na analitičan i detaljniji način. Prva studija je rađena 1997. godine u okviru programa Transport Energy Best Practice za potrebe Vlade Velike Britanije [3]. U studiji su definisani ključni pokazatelji realizacije transporta – KPI (Key Performance Indicators) za vozne parkove koji vrše distribuciju hrane. Praćenje rada vozila izvršeno je kroz pet indikatora: iskorišćenje tovarnog prostora, neproduktivni pređeni put, iskorišćenje vremena rada, poremećaji u vremenu isporuke i potrošnja goriva.

Studija je imala za cilj da promoviše metod proračuna učinka sredstava za rad u drumskom transportu tereta, da obezbedi informacije naručiocu studije o raspoloživosti i stepenu korišćenja sredstava u drumskom transportu i da ukaže na potencijal, mere za poboljšanje i energetske efikasnosti u drumskom transportu tereta. Na osnovu prikazanih rezultata studija je pokazala pravac daljeg delovanja za ostvarivanje viših ciljeva društvene zajednice.

Kasnije, u periodu od 1998. do 2009. godine su isti autori sprovodili istraživanja po istoj metodologiji u drugim sektorima drumskog transporta tereta, koja su finansirana od strane Ministarstva za transport Vlade Velike Britanije u okviru programa Freight Best Practices. Ove studije predstavljaju najobimnija benčmarking istraživanja u ovoj oblasti [3]. Sprovedenim istraživanjima su praćeni pokazatelji rada preko 310 voznih parkova sa preko 12.000 vozila koja su obavila 25.000 vožnji sa teretom i prešla preko 5,5 miliona kilometara. Studija je pratila indikatore rada na četrdesetomčasovnom nivou u sledećim sektorima: transport prehrambenih proizvoda u temperaturnom režimu, distribucija hrane i pića, distribucija mešovite robe, transport komercijalnog tereta na paletama, isporuka paketa (brza pošta), isporuka robe široke potrošnje na kućnu adresu, transport u automobilskoj industriji i građevinskom sektoru (za potrebe gradilišta).

U radu [4] prikazali rezultate sprovedenih istraživanja KPI indikatora u lancima snabdevanja i, po prvi put u literaturi, predstavili mogućnost formiranja jedinstvenog indikatora u transportnom procesu pod imenom OVE (Overall Vehicle Effectiveness). Razvoj OVE indikatora i metod njegovog izračunavanja nastavila grupa autora koja je doprinela formiranju sveobuhvatnog indikatora u drumskom transportu tereta

[5,6]. Oni u svojim radovima predstavljaju proračun primenjujući TPM pristup koji predstavlja osnovu za povećanje efektivnosti resursa, postavljanjem i održavanjem optimalnog odnosa između operatera i sredstava [7]. OVE je definisan da doprinese razvoju metoda benčmarkinga drumskog teretnog transporta u cilju podrške primeni strategiji održivog transporta Vlade Velike Britanije, ali i da pruži podršku vlasnicima voznih parkova kao alat koji podstiče unapređenja rada i utiče na profitabilnost [6]. Indikator efektivnosti transportne usluge OVE je okarakterisan kao složen i sa širokim opsegom primene. On ima za cilj da obezbedi jedinstveni indikator rada ukupne efektivnosti voznog parka i razvija se kao ukupan, obuhvatan i združen parametar koji treba da obuhvati vrednosti svakog od diskretnih KPI indikatora.

Unapređenja OVE-a rađena su u pravcu razvoja obuhvatnosti diskretnih indikatora. Prvo je razvijen indikator pod imenom MOVE (Modified Overall Vehicle Effectiveness) koji u proračunu uzima u obzir efikasnost [7]. Dalji razvoj indikatora ukupne efektivnosti detaljnije definiše strukturu OVE i predstavljen je pod imenom TOVE (Total Overall Vehicle Effectiveness) [8].

### **3. UPOREDNA ANALIZA POKAZATELJA KPI, OVE, MOVE I TOVE**

Kao što je prikazano u prethodnom poglavlju istraživači su vremenom razvijali i usavršavali indikatore efektivnosti u transportnom procesu. Indikatori ukupne efektivnosti obuhvata sve veći broj gubitaka u transportnom procesu. U tabeli 1 prikazani su indikatori: KPI, OVE, MOVE i TOVE sa gubicima na koje je usmeren njihov proračun. Tabela pokazuje da postoji samo jedan gubitak koga u računu koriste svi indikatori, a to je gubitak iskorišćenja korisne nosivosti vozila. TOVE kao indikator koji je poslednji predstavljen obuhvata sve prethodno definisane gubitke osim potrošnje energije. Sa druge strane indikator MOVE ima samo doprinosa koji se odnosi na efikasnosti rute kod problema kružnih vožnji. TOVE je za razliku od ostalih indikatora dao najveći doprinos u određivanju gubitaka koji predstavljaju raspoloživost, a što se naročito odnosi na uključivanje u proračun gubitka usled neangažovanja i održavanja vozila. Indikator OVE, MOVE i TOVE u svom proračunu ne uključuju gubitke koji se odnose na potrošenu energiju što je jedan od osnovnih KPI indikatora. MOVE i TOVE razmatraju utrošenu energiju u delu koji se odnosi na određivanje rute i rasporeda opsluživanja korisnika.

Potrebno je da podatak koji čini pokazatelj bude dostupan za preuzimanje (raspoloživi), merljiv (precizan prilikom odmeravanja), lak za proveru (validan) kao i da bude primenljiv u lokalnim uslovima. Nedostatak pokazatelja koji su prikazani (tabela T1) je u tome što su definisani, razvijeni i primenjeni u studijama za čiju svrhu su nastali. Kako bi podaci koji su korišćeni za proračun predstavljenih indikatora dalje koristili u obliku koji su predstavljeni potrebno je razmatrati njihovu osetljivost na nedostatke koji su uočeni. Raspoloživost, preciznost i validnost informacija koji služe za proračun indikatora, je razmatrana i rezultati su prikazani u tabeli T1.

**Tabela T1:** Gubici obuhvaćeni indikatorima KPI, OVE, MOVE i TOVE i raspoloživost, preciznost i validnost podataka za njihovo izračunavanje.

Gubici u transportnom procesu		Indikator				Podaci		
		KPI	OVE	MOVE	TOVE	raspoloživi	precizni	validni
Raspoloživost	Odmori vozača	+	+	-	+	NE	NE	NE
	Prekomeran utovara/istovar	+	+	-	+	NE	NE	NE
	Preventivno održavanje	-	-	-	+	DA	DA	DA
	Korektivno održavanje	-	-	-	+	DA	NE	NE
	Operativna	-	-	-	+	DA	NE	DA
	Administrativna	-	-	-	+	NE	NE	NE
	Neangažovana vozila	-	-	-	+	DA	DA	DA
Učinkak	Brzine	-	+	-	+	DA	DA	DA
	Potrošena energija	+	-	-	-	DA	NE	DA
	Efikasnost rute	-	-	+	+	NE	DA	DA
	Iskorišćenje korisne nosivosti vozila	+	+	+	+	NE	NE	NE
	Neproductivan pređeni put	+	-	+	+	NE	NE	DA
Kvalitet	Kašnjenja sa isporukom	-	+	+	+	NE	NE	DA
	Oštećenja tereta	-	-	+	+	NE	NE	DA
	Gubici količine tereta	-	-	+	+	NE	NE	DA
	Primedbe korisnika	-	-	-	+	NE	NE	DA

U tabeli se može lako uočiti da je mali broj podataka raspoloživ, precizan i validan. Preventivno održavanje, brzina i vreme neangažovanja vozila predstavljaju informacije do kojih se može lako doći i koji su merljive. Razlog je u tome što su ovo osnovni informacije o radu voznog parka, ovi podaci se mogu prikupiti sa tahografa što znači da su raspoloživi, precizni i lako je proveriti njihovu validnost. Postoji druga grupa podataka koji su raspoloživi, oni se prikupljaju ili su dostupni za prikupljanje samo manuelnim putem, ali je moguće proveriti njihovu tačnost (operativna raspoloživost i energetska efikasnost). Ovo je puno povoljnija opcija u odnosu na to da nije moguće proveriti njihovu validnost (korektivno održavanje) gde postoji mogućnost da se događaj ne evidentira precizno ili ne evidentira uopšte.

Naravno, najveći problem predstavljaju informacije koje nisu raspoložive, prikupljaju se samo manuelno i teško ih je ili nemoguće proveriti. Za informacije koje predstavljaju važno saznanje u daljem proračunu, mora se iznaći način da se omogući softversko evidentiranje i validnost (grupa indikatora koji predstavljaju kvalitet, iskorišćenje korisne nosivosti, vremena provedena na pauzi, odmoru, utovaru, istovaru i sl.) Jedan od podataka koji je korišćen samo kao KPI pokazatelj je energetska efikasnost. Nije raspoloživ ali je moguće doći do njega i vrednost se može proveriti (tabela T1). Ovaj važan podatak su MOVE i TOVE sagledali samo kao meru za proračun efikasnosti rute. Gubici koji su predstavljeni u tabeli, a koji čine osnovne informacije i koriste se u proračunu pokazatelja KPI, OVE, MOVE i TOVE su ne raspoloživi, većina se može evidentirati samo ukoliko vozač precizno vodi brigu o tome, a njihova vrednost se teško ili ne može proveriti.

#### 4. INDIKATOR EFEKTIVNOSTI RADA VOZNOG PARKA OVE HUMAN

Menadžment treba da upravlja efektivnošću rada voznog parka i da unapređuje performanse kako bi se zadovoljile potrebe tržišta, a samim tim se ostvaruje veća dobit. U cilju upravljanja efektivnošću u drumskom transportu tereta potrebno je izvršiti odabir indikatora koji će najbolje vrednovati rad voznog parka. Indikator rada voznog parka treba da bude raspoloživ, precizan, validan i da bude prepoznatljiv u lokalnoj sredini.

Energetska efikasnost je još jedan od važnih pokazatelja rada voznog parka, odnosno indikator realizacije transportnog procesa u celini. Potrebno je uključiti energetska efikasnost u metod za izračunavanje ukupne efektivnosti rada voznog parka. Indikatori energetske efikasnosti u drumskom transportu definisani su direktivama Evropskog parlamenta [9,10].

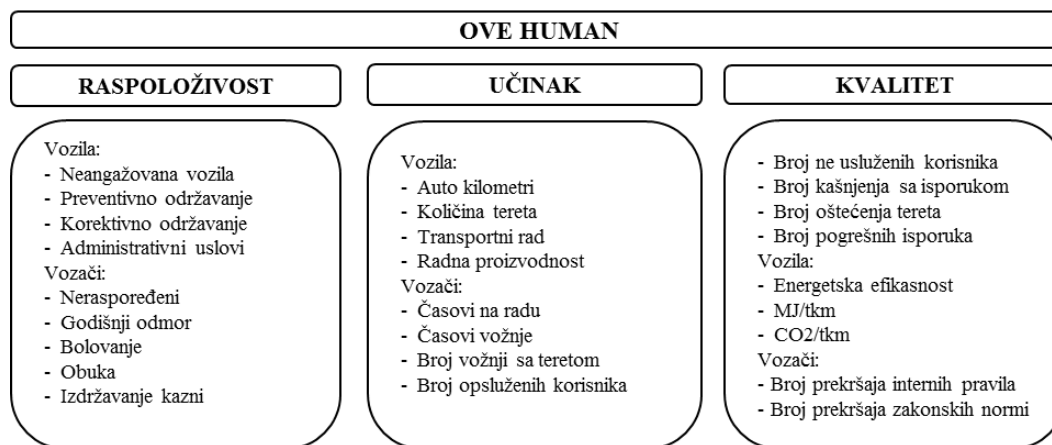
Takođe, prikazani indikatori ne vrednuju rad zaposlenih. Upravljanje ljudskim resursima je još jedan od važnih faktora upravljanja efektivnošću. Zaposlene je potrebno obučiti i motivisati da bi njihov učinak bio efektivniji. Prilikom vrednovanja rada voznog parka neophodno je uključiti u razmatranje i učinak zaposlenih, a naročito vozača koji su neposredni izvršioi transportne usluge i čine većinu zaposlenih.

Jedan od pokazatelja koji je obuhvata sve nedostatke koji su uočeni je OVE Human [11]. Ovaj indikator predstavlja matematički iskaz u kome figurišu vozila, vozači i energija, kao resursi voznog parka koji utiču na efektivnost transportnog procesa.

Struktura pokazatelj OVE Human uključuje iskorišćenje raspoloživosti vozila i vozača, učinak vozila i vozača kao i kvaliteta transportnog procesa koji se ogleda kroz kvalitet pružene usluge, energetska efikasnosti voznog parka i stepena poštovanja propisa i internih procedura od strane vozača u toku rada (slika S1).

Povećanje efektivnosti vozila i vozača, kao i ušteda energije povećavaju vrednost OVE Human i doprinose unapređenju transportnog procesa. OVE Human [11] može da se primeni u svim sektorima drumskog teretnog transporta, bez obzira na vrstu usluge koja se pruža. Cilj je da se OVE Human intenzivno koristi kao indikator upravljanja efektivnošću rada voznog parka u drumskom transportu tereta kako bi se povećala raspoloživost i učinak vozila i vozača, energetska efikasnost i kvalitet realizovane usluge. Ovaj indikator je sveobuhvatniji po pitanju gubitaka u odnosu na pokazatelje KPI, OVE, MOVE i TOVE i prilagođen lokalnim uslovima pri čemu se naročita pažnja posvećuje dostupnosti podataka (Tabela T1).





Slika S1: Struktura indikatora OVE Human.

Iskustva prikazana u radovima [5,6,7,8], a koja se odnose na nedostatak preciznosti, tačnosti i validnosti uticala su na strukturu indikatora OVE Human [11]. Značaj ovog pokazatelja je da ukaže na postojeće gubitke u voznim parkovima i na aktivnosti u transportnom procesu koja utiču na efektivnost.

## 5. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Indikatori imaju za cilj da aktivnosti voznog parka dele na one koje dodaju odnosno oduzimaju vrednost transportnom procesu. Prikazani indikatori pružaju mogućnost praćenja efektivnosti i produktivnosti vozila i vozača, omogućavaju jasne indikacije za poboljšanja u drumskom transportu tereta. Oni mogu da bude i indikator profitabilnosti, budući da prate upravljanje resursima i da ukazuju na gubitke u transportnom procesu.

Indikatori su usmereni na efektivnost transportnog procesa i mogu predstavljati katalizator za nove standarde efektivnosti vozila i vozača. Državi se pruža mogućnost da preko indikatora aktivnosti u transportnoj privredi, razume i sagleda: iskorišćenje kapaciteta, energetska efikasnost, zagađenje životne sredine, propuste vlasnika voznih parkova i sl., a pruža se i mogućnost dostizanja održivog transporta.

Potrebna su dalja istraživanja da bi se indikatori testirali i primenili u praksi. Primere dobre prakse nakon uspešne primene treba transparentno predstaviti i na taj način ukazati ostalim učesnicima u transportnom procesu na mogući potencijal.

## LITERATURA

- [1] G. Chow, T.D. Heaver and L. E.Henriksson, "Logistics performance: definition and measurement," *International Journal of Physical and Distribution Management*, Vol. 24, No 1, pp. 17–28, 1994.
- [2] K. Donselaar, K. Kokke and M. Alessie, "Performance measurement in the transportation and distribution sector," *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 28 No. 6, pp. 434–450, 1998.
- [3] A.C. McKinnon, *Vehicle Utilisation and Energy Efficiency in the Food Supply*, 1999.
- [4] N. Rich and M. Francis, "Overall supply chain performance measurement: focusing improvements and stimulating change," *Proceedings of the 2nd Annual Logistics Research Network Conference*, Cranfield University, pp. 442–455, 1998.
- [5] R. Mason, D. Simons and B. Gardner, "Translating the Overall Equipment Effectiveness from the Lean Manufacturing Paradigm to the Road Freight Transport Industry," *Proceedings of the Logistics Research Network 6th Annual Conference*, Heriot-Watt University, Edinburgh, pp. 362-367, 2001.
- [6] D. Simons, R. Mason and B. Gardner, "Overall Vehicle Effectiveness," *International Journal of Logistics: Research and Applications*, Vol. 7, pp. 119-135, 2004.
- [7] T. S. Guan, R. Mason and S. M. Disney, "MOVE: Modified Overall Vehicle Effectiveness," *8th International Symposium of Logistics*, Seville, Spain, 6-8th July, pp. 641-649, 2003.
- [8] B. Villarreal, "The transportation value stream map (TVSM)," *European J. Industrial Engineering*, Vol. 6, No. 2, pp. 216–233, 2012.
- [9] "Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council on the promotion of the use of energy from renewable sources," *Official Journal of the European Union*, L140, 5.6.2009.
- [10] "Directive 2009/33/EC of the European Parliament and of the Council on the promotion of clean and energy-efficient road transport vehicles," *Official Journal of the European Union*, L120, 15.5.2009.
- [11] D. Radosavljević, A. Manojlović, O. Medar i N. Bojović, "Ocena ukupne efektivnosti transportnog procesa," *Tehnika*, Vol. 72, br. 5, str. 717-724, 2017.

## PLANSKO UNAPREĐENJE URBANIH ZONA PLANNING IMPROVEMENT OF URBAN ZONES

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

**Sadržaj** - U ovom radu predstavljene su okolnosti za nastanak planiranih stambenih područja za stanovanje radnika i socijalno ugroženih lica krajem XIX i početkom XX veka. Problemi u formiranju socijalnih relacija koje sa sobom nose planska i neplanska naselja i refleksije koje tada primenjen način planiranja ima na savremeno stanovanje.

**Ključne reči:** Stambeno područje. Društveno stanovanje. Rast gradova.

**Abstract** - In this paper are presented circumstances surrounding the creation of planned residential areas for the housing of workers and socially vulnerable persons at the end of the XIX and the beginning of the 20th century. Problems in the formation of social relations that planned and unplanned settlements carry and reflections that planning of that period has on modern living.

**Key words:** Residential area. Public housing. Urban growth.

### 1. UVOD

Značajna demografska pomeranja uslovljena su stremljenjem ljudi ka boljem kvalitetu života. Izdašno poljoprivredno zemljište i bogata lovišta, u ranijim epohama, odnosno obilje poslova koji mogu doneti zaradu, u novije doba, privlačna su snaga kroz celu istoriju čovečanstva. U potrazi za kvalitetnijim životom, lakšim i bolje plaćenim poslovima stanovnici manjih mesta približavaju se većim urbanim područjima a i u savremeno doba svedoci smo pomeranja znatnog dela populacije iz siromašnih i ratom zahvaćenih zona u finansijski prosperitetnije. Nagli i veliki prilivi stanovništva predstavljaju izazov za gradsku upravu i institucije jer menjaju prostorne karakteristike, dinamiku i način funkcionisanja, a često i opšte higijenske uslove naselja – sve ovo može eskalirati u urbanističke, političke i ekološke probleme.

U ovom radu su analizirane okolnosti nastanka planiranih stambenih područja za stanovanje radnika i socijalno ugroženih lica, krajem XIX i početkom XX veka. Zaključak je izveden analizom relevantnih izgrađenih stambenih područja i sinteznim prikazom teoretskih stanovišta prisutnih u dostupnoj stručnoj literaturi.

### 2. NEPLANSKI NASTALA NASELJA

Neplanski (spontano) nastala naselja formiraju sami stanari tako što prisvoje deo zemljišta na odabranoj lokaciji i na njemu izgrade stambene objekte uz koje zatim funkcionalno organizuju privatne i zajedničke površine otvorenog prostora, po načelima lokalne kulture i važećim pravilima ponašanja u lokalnoj zajednici. Ljudi po prirodi teže da budu jedni u blizini drugih ali i da poseduju lični prostor – na balansu između zajedništva i privatnosti zasniva se cela istorija izgradnje stambenih područja. Povezanost svakodnevnih aktivnosti sa prirodnim okruženjem raznolika je i prostorno isprepletana a najčešće se ostvaruje preko malih, personalizovanih, delova

prirode – dvorišta, koja predstavljaju neodvojivi deo stambenog okruženja. Privatni otvoreni prostor, unutar i između stambenih jedinica, kroz istorijske periode ima pretežno praktičnu namenu – propuštanje svetlosti u enterijer, provetravanje i hlađenje unutrašnjih prostorija [1]. Javni otvoreni prostor u naseljima služi za komunikaciju između stambenih jedinica, putem ulica i prilaza, a prostranije otvorene površine namenjene su okupljanjima i međusobnim interakcijama stanovništva te su one, sa socijalnog aspekta, katalizatori društvenog života zajednice i imaju potencijal da kod stanovnika afirmišu zajedništvo, nastanak socijalnog kapitala i osećaj pripadnosti određenom mestu.

Tradicionalna naselja građena su sa premisama – praktičnosti (funkcionalnosti) i prilagodljivosti (fleksibilnosti). Njihova veličina određena je površinom koju pojedinac ili zajednica smatraju odbranjivom. Ograda oko privatnog poseda važna je zbog zaštite privatnosti i lične svojine. Tokom istorijskog razvoja naselja, oko grupe okućnica se formiraju utvrđenja sa odbrambenom funkcijom. Veličina i sadržaj tradicionalnih stambenih jedinica u skladu su sa potrebama stanovnika za odvijanje svakodnevnog života i promenama u strukturi porodice tokom generacija; dok su im konstrukcije uslovljene dostupnim materijalima, lokalnom klimom, konfiguracijom terena, kulturnim i društvenim kontekstom. Ipak, u različitosti formi prepoznaje se i zajednička karakteristika starih naselja, kompaktnost. Površina naseljenog područja zavisi od prostranosti svih privatnih i javnih prostora, dok je obimom i formom naselja određeno vreme potrebno da se pređu distance od stambenih jedinica do važnih tačaka. U ranijim primerima planski i neplanski izgrađenih naselja, pre perioda industrijske revolucije, najzastupljeniji način kretanja bilo je pešačenje. Ovo se u prostornoj organizaciji manifestuje tako što su rastojanja koja se svakodnevno višestruko prelaze primerena mogućnostima kretanja pešaka pa je veličina područja uslovljena vremenom potrebnim da se ona prepešače i ne prelazi znatno dužinu od

5,0 km u prečniku. Naselja čije je funkcionisanje uslovljeno pešačenjem po pravilu imaju veće gustine od onih dimenzionisanih prema rastojanjima ostvarivim vozilima.

## 2. PLANSKA IZGRADNJA SOCIJALNIH I STANOVA ZA RADNIKE

Sa industrijalizacijom, u drugoj polovini XIX veka dolazi do nagle urbanizacije. Menja se način kretanja, javni prevoz postaje dostupan i popularan jer se za kratko vreme može stići do udaljenih krajeva urbane matrice. Ovakva mogućnost brzog kretanja dovodi do proširenja gradova, onoliko koliko je to dopuštala infrastruktura linija javnog prevoza. U Velikoj Britaniji nastaje prototip industrijskih radničkih stambenih područja koja su nicala i nizala se na kratkim rastojanjima od fabričkih kapija – izgradnjom neuslovnih i nelegalnih višespratnica i zgrada u nizu. Svi organizacioni problemi ovih novih stambenih područja, kao što su dovod vode, kanalizacioni odvodi, neophodne institucije i sl., rešavani su nakon stihijskog naseljavanja. Populacija se naglo i mnogostruko uvećava, što dovodi do preopterećenosti postojećeg ali i novog stambenog fonda, epidemija i visokih stopa kriminala. Spontana naselja (salmovi) formiraju se po obodnim delovima ali i u centralnim, nadomak stambenih područja imućnijih građana.

Ovakvo stanje stambenog fonda stimulisalo je potrebu za korenitim redefinisanjem načina gradnje i za stvaranjem zdravijeg urbanog okruženja – kroz izgradnju dopuštenog broja novih stambenih jedinica u novoplaniranim stambenim područjima. Naizgled jedino rešenje za nastale probleme stanovanja predstavlja povratak na građevinsku regulativu iz ranijih perioda, prilagođenu savremenim tehničko-tehnološkim uslovima. Da bi se regulisao rast i gustina stambenih područja industrijskog perioda pribegava se uvođenju prostornih planova, koji se zasnivaju na srednjevekovnim planovima zaštite od požara. Ograničenjem visina zgrada, uz precizno definisanje položaja građevinske linije i pravila o izgledu uličnih fasada (sl. 3) kao i uspostavljanjem higijenskih standarda, dotadašnja nasumična stambena izgradnja radničkih područja ukalupljena je u formalni oblik preindustrijskih naselja [2]. Kao odgovor na neprimerenu urbanizaciju industrijskog perioda Hauard 1902. god. postavlja pravila za izgradnju Vrtnih gradova kao stambenog okruženja visokog standarda, dostupnog svima bez obzira na socijalni status. Prigradske industrijske zone, čija je dotadašnja populacija bila radnička klasa niskog socijalnog statusa, prepoznate su kao mesta pogodna za izgradnju ovakvih stambenih područja [2]. Ovakav vid planiranja zapravo predstavlja spajanje pozitivnih aspekata ruralnog i urbanog stila života kako bi se radničkoj klasi pružila alternativa radu na farmama i životu u prenaseljenim gradovima [3]. U ovaj koncept utkane su i ideje o društvenoj odgovornosti i uspostavljanju balansa između predviđenog stambenog fonda, broja stanovnika i dostupnih radnih mesta. Međutim, kod ovih planski izgrađenih naselja teoretske postavke u praksi daju neočekivane rezultate. Primećuje se nedostatak bliskih međususedskih veza i izostanak identifikacije stanovnika sa lokalnim karakteristikama područja, pa tako Šarp [4] smatra da Vrtni gradovi imaju stanovnike ali ne i zajednicu i da predstavljaju sociološki i estetski promašaj.

Iz perspektive istorijskog razvoja gradova, tri nivoa identifikacije su važna za urbanu regiju: kvart/blok, stambeno područje i opština. Proces rasta gradova donosi pripajanje predgrađa, okolnih ruralnih i manjih urbanih jedinica većim

urbanim celinama. Postajući deo gusto izgrađene urbane regije ove jedinice su, ipak, dugo zadržavale prepoznatljiva socio-ekonomska obeležja, reperne objekte i stare trgovačke ulice. Lokalni duh reflektovao se kroz identifikaciju stanovnika sa kvartom u kome žive. Tokom druge polovine XIX veka administrativnim pristupom se više stambenih područja spaja u opštine (distrikte) imajući obzir prema socio-ekonomskim osobenostima pojedinačnih kvartova. Stambena područja izvan teritorije grada, daljim rastom, pripajana su gradovima i transformisana u gradske opštine, koje su pored specifičnog društvenog imidža imale i svoje institucije i trgovačke zone [2]. Na taj način je formirana veća urbana regija koja sadrži nukleuse sa lokalnim odlikama.

U XIX i XX veku, a posebno posle I sv. rata i svetske ekonomske krize 30-tih godina, sa povećanjem broja stanovnika koji dolaze u gradove u potrazi za poslom, u žižu interesovanja dolazi problem nestašice stambenog prostora i postojanje velikog broja stambenih jedinica lošeg kvaliteta, bez osnovnih sanitarnih uslova (sl. 1 i sl. 5). Sveobuhvatno rešenje ovog problema nije postojalo – građenje individualnih stambenih zgrada smatrano je neracionalnom, zbog visoke cene izgradnje, održavanja i dovođenja infrastrukture [5], pa je nova izgradnja bazirana na ekonomičnijim projektima socijalnog stanovanja u višespratnicama (sl. 2 i sl. 6). Blokovi zgrada kolektivnog stanovanja vezuju se za gradska jezgra dok se porodične zgrade, u nizu ili dvojne, grade u predgrađima [5]. Zgrade za socijalno stanovanje iz ovog perioda najčešće su monolitnih formi, bez privatnih otvorenih prostora u vidu balkona (sl. 4 i sl. 8) a vremenom nestaju i dvorišta između objekata i ostaju samo površine zadnjih uskih prilaznih ulica do ulaza u zgrade (sl. 7).



Slika 1. Slam na mestu kasnije izgrađenih Douglas zgrada. Plan Londona iz 1879. godine.



Slika 2. Polu-zatvoreni blok Douglas zgrada po izgradnji ulice Maršal. Plan Londona iz 1896. godine.





**Slika 3.** *Daglas zgrade, fasada prema ulici.*



**Slika 4.** *Izgled fasada prema unutrašnjem dvorištu.*

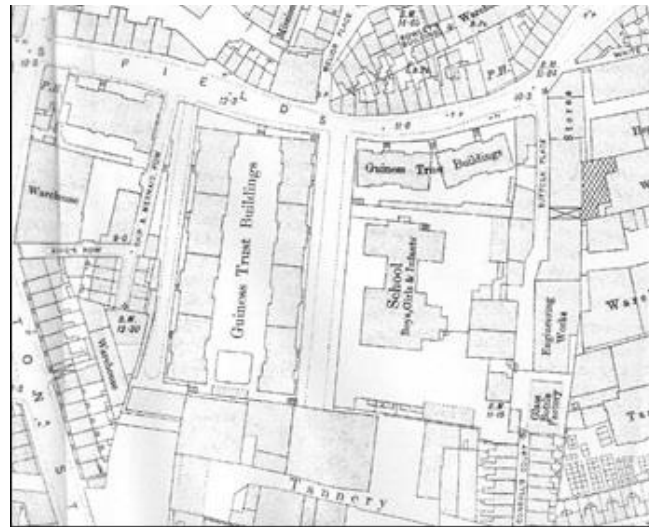
Blokovi stambenih zgrada grade se pod nadzorom državnih institucija i privatnih preduzetničkih firmi dok su porodični objekti socijalnog stanovanja građeni u Londonu subvencionirani od strane tela lokalnih vlasti. Kroz delovanje državnih i lokalnih institucija, i privatnih investicija uložениh u fondove za izgradnju socijalnih stanova na mestima postojećih slamova, na primeru Londona kao ekonomski i populaciono vodećeg grada ovog perioda [6], prepoznaje se težnja bogatih da siromašne usmere ka savremenijem načinu stanovanja: higijenski pravilnijem, prostorno komotnijem i moralno ispravnijem. Nastojanje da se građanima sa najnižim prihodima unapredi kvalitet života, iako prezenovano kao vid propagiranja filantropije, često ima isključivo praktične razloge: u gradovima postoji stalna potreba za lako dostupnom radnom snagom sa manirima društveno prihvaćenog ponašanja; cena nekretnina i privlačnost područja opadaju ako je okruženo neuglednim, neuslovnim i nebezbednim komšilukom; epidemije koje započinju u slamovima brzo se šire na sve delove grada; nezadovoljni radnici predstavljaju opasnost zbog mogućnosti formalnih i neformalnih udruživanja, sindikalnih štrajkova, izazivanja nereda i političkih previranja [7].

U Engleskoj, kao primeru vodeće države na polju razvoja urbanističke teorije i prakse, u kontinuitetu je vođena teorijska rasprava o primerenosti stanovanje visoke spratnosti kao preporučenog vida izgradnje stambenih područja. Zvanična stručna tela, udruženja praktičara i stručni časopisi bave se sagledavanjem potreba stanovnika, nastalih pomeranjima u tehničko-tehnološkom razvoju, pogodnostima koje su doneli novi materijali, elektrifikacija i povećana mobilnost, i stvaranjem uslova za veću ugodnost svakodnevnog života [8].

Sa stanovišta formiranja zajednice i međususedske povezanosti planska naselja su u praksi manje uspešna opcija od neplanskih, bilo da se radi o prostornoj razdvojenosti stambenih jedinica i na taj način ostvarenom višem stepenu privatnosti, što i jeste jedan od ciljeva projekatana ali koji skoro uvek stoji u suprotnosti sa pojmom zajedništva.



**Slika 5.** *Lokacija Snoufield sa individualnim stanovanjem. Plan Londona iz 1872. godine.*



**Slika 6.** *Blokovi zgrada na lokaciji Snoufield, građeni 1897/8. Plan Londona iz 1907. godine.*



**Slika 7.** *Daglas zgrade, fasada prema ulici i ulazna kapija.*





Slika 8. Izgled fasada prema unutrašnjem dvorištu.

### 3. ZAKLJUČAK

Lociranje radničkih i stambenih područja za socijalno ugrožena lica u delove urbane matrice na kratkim rastojanjima od centralnih urbanih zona i stambenih područja sa najvišim standardima planiranja i izgradnje ima dobre i loše posledice na stanje savremenih urbanih tkiva. Dobro je što su stanovnici ovih područja u fokusnom delu urbane regije a samim tim na kratkim rastojanjima od potencijalnih radnih mesta; i što se sistemskim angažovanjem na poboljšanju stambenih uslova stanovnika iz donjeg dela socijalne lestvice unapređuju opšti standardi stanovanja. Loša je što sa nekontrolisanom ekspanzijom urbanih regija državne i privatne institucije i stambeni fondovi ne mogu da održe korak sa populacionim prilivom pa je u velikim ekonomskim centrima i razvijenih i zemalja u razvoju, ponuda i dalje manja od potražnje, čemu ne doprinosi ni oklevanje novog stanovništva da prihvati ponuđene standarde stanovanja i često samoinicijativno formiranje neplanskih i ne-uslovnih stambenih područja u vidu slamova.

Jedan od najvažnijih zadataka prilikom projektovanja je da se u stambenom okruženju omoguće prostorno-fizički i ekono-socio-ekonomski uslovi za unapređenje kvaliteta života stanovnika. Kvalitet života ogleda se u pristupačnosti zdrave prirodne sredine, dostupnosti besplatnih kulturnih i rekreativnih sadržaja i prilikama za socijalizaciju. Poslednjih decenija XX veka stanogradnja metastazira u vidu suburbanih sprovola kod individualnog i stambenih kula kod višeporodičnog stanovanja, sa posledicama koje se pored umanjenja kvaliteta društvenog života u samim područjima oslikavaju i na degradaciju urbanih jezgara u pojedinim

gradovima i stvaranje geta. 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. Ovakav pristup doveo je do savremenih tendencija u stambenoj izgradnji prema kojima je preporučiva drugačija morfologija stambenih blokova od onih iz ranijih perioda. Blokova sa adekvatnom organizacijom prostora i sadržaja na zajedničkim površinama, što sa sobom nosi stanovanje niže spratnosti a veće gustine izgrađenosti.

### LITERATURA

- [1] T. Perényi, K. K. Theisler, M. Nagy, Z. André, A. Borbély, K. Halász, et al., *Low-Rise, High-Density Housing*, Budapest: Budapest University of Technology and Economics, Department of Residential Buildings 2013.
- [2] E. Lichtenberger, "The nature of European urbanism," *Geoforum*, IV, pp. 45-62, 1970.
- [3] S. E. Howard, *Garden Cities of Tomorrow*, London: Forgotten Books 2008.
- [4] T. Sharp, *English panorama*, London: Architectural Press, pp. 93-95, 1950.
- [5] J. A. Telling, "Banishing London's slums: the inter-war cottage estates," *Transactions of the London and Middlesex Archaeological Society*, Vol. 4, pp. 167-174, 1995.
- [6] T. Chandler, and G. Fox, *3000 Years of Urban Growth*. New York: Academic Press 1974.
- [7] A. Cox, "An example to others: public housing in London, 1840—1914," *Transactions of the London and Middlesex Archaeological Society*, pp. 145-166, 1995.
- [8] M. Glendinning and S. Muthesius, *Tower Block, Modern Public Housing in England, Scotland, Wales, and Northern Ireland*, New Haven, Connecticut: Yale University Press 1993.
- [9] M. Stilwell, "Social Housing History," 2015. <http://www.socialhousinghistory.uk/wp/>

# UTICAJ OBRADJE POVRŠINE ADHERENATA NA OBRAZAC LOMA I NOSIVOST ADHEZIONIH FASADNIH SPOJEVA OPTEREĆENIH NA ZATEZANJE

## INFLUENCE OF THE SURFACE PREPARATION ON THE FAILURE PATTERN AND TENSILE STRENGTH OF ADHESIVELY BONDED FAÇADE JOINTS

Nenad Stojković, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Dragan Perić, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*

**Sadržaj** – U ovom radu je analiziran uticaj pripreme površina adherenata na nosivost adhezivnih spojeva pocinkovanih fasadnih limova i "T" konektora. Za analizu su odabrana dva tipa pripreme površina: odmašćivanje bez mehaničke obrade i odmašćivanje kome prethodi sačmarenje površina. Eksperimentalno su određene nosivosti spojeva obrađenih pomenutim postupcima, kako pri normalnim tako i pri povišenim temperaturama. Rezultati su pokazali da postupak pripreme površina adherenata bez mehaničke obrade ne obezbeđuje adekvatnu adheziju, što dovodi do smanjenja nosivosti spojeva.

**Ključne reči:** Adhezivni spojevi. Fasadni spojevi. Nosivost. Priprema površina adherenata. Povišena temperatura.

**Abstract** - In this paper, the influence of surface preparation on the strength of facade joints that are manufactured by adhesively bonding galvanized steel sheet with the "T" connector. Two different surface preparation procedures were chosen for the investigation: solvent degreasing without mechanical treatment and shot blasting followed by degreasing. The strengths of facade joints at both normal and high temperatures were experimentally determined. The results showed that the surface preparation procedure without mechanical treatment does not provide good adhesion between adhesive layer and adherent, which leads to lower strength of joints.

**Key words:** Adhesive joints. Façade joints. Strength. Surface preparation. High temperature.

### 1. UVOD

Adhezivni spojevi se u praksi koriste dugi niz godina. Najširu primenu su našli u avio i auto industriji. U novije vreme se sve češće nameću kao alternativa klasičnim metodama spajanja u građevinskim konstrukcijama. Metalne konstrukcije mogu predstavljati obećavajuće polje primene adhezivnog spajanja zbog visokog stepena radioničke obrade pre montiranja konstrukcije. S obzirom na iskustva iz auto i avio industrije, nameće se zaključak da bi on najjednostavnije moglo implementirati pri izradi spojeva u lakim metalnim konstrukcijama. Pri tome se moraju uzeti u obzir sve specifičnosti postupka izrade ovakvih tipova konstrukcija, kao i uticaji različitih faktora na kvalitet izrađenih spojeva.

Obrada površine adherenata predstavlja veoma bitan faktor koji utiče na nosivost adhezivnih spojeva. Njena osnovna svrha je da obezbedi adekvatnu silu adhezije koja omogućuje da se lokacija loma premesti unutar samog sloja adheziva, ali i doprinese smanjenju prisustva šupljina u njemu. U literaturi se kod istraživanja adhezivnih spojeva metalnih adherenata najčešće može sresti primena mehaničkog tretiranja površine šmirglom različitih granulacija ili peskarenjem (sačmarenjem) [1,2]. Međutim, veoma dobre rezultate su dale i primene različitih hemijskih metoda, kao što su nagrizanje površine određenim kiselinama [3] ili tretiranje silanima [4].

Najčešće se rezultati primene nekog od tretiranja površine adherenata analizira kroz uticaj na hrapavost same površine. U [5] je istražen uticaj topografije površine čeličnih adherenata i registrovan visok stepen korelacije između nosivosti jednostrukih preklopnih spojeva i parametara hrapavosti površine. U [6] je eksperimentalno istražen uticaj različitih postupaka obrade površine čeličnih limova pre spajanja: brušenje, poliranje ili samo odmašćivanje. Zaključeno je da je samo odmašćivanje adherenata dalo najnepovoljnije rezultate u pogledu nosivosti jednostrukih preklopnih spojeva, odnosno da je za obezbeđivanje kohezivnog loma neophodno sprovesti neki od postupaka mehaničke obrade adherenata.

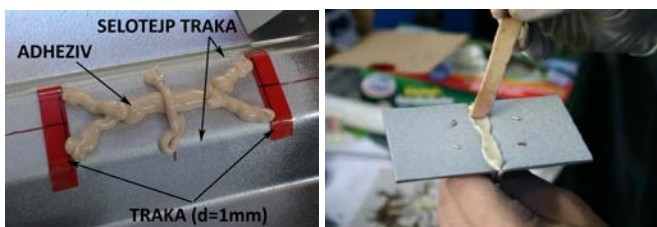
U ovom radu je istražen uticaj postupka obrade površine adherenata na nosivost adhezivnog spoja pocinkovanog fasadnog lima i "T" konektora kojim se postiže veza sa nosećom konstrukcijom. S obzirom da je u [7] preporučeno da se kod pripreme površina pocinkovanih limova izbegnu mehaničke metode obrade, u ovom radu je istraženo da li se takvim postupkom pripreme površine adherenata od pocinkovanog lima obezbeđuje dovoljna adhezija, neophodna za izradu kvalitetnih spojeva. Ispitana je nosivost spojeva pripremljenih od adherenata čije su površine obrađene različitim postupcima, sa i bez mehaničke obrade. Uzorci su ispitani na sobnoj temperaturi i pri maksimalnoj temperaturi koja se javlja u fasadnim konstrukcijama [8].



postavljanja "T" konektora (slika 3). Više detalja o izboru načina nanošenja adheziva se može naći u [11]. Radi obezbeđivanja dimenzija sloja adheziva, na međusobnom rastojanju od 100mm u pravcu rebra, postavljene su samolepljive trake debljine 1mm. Na kosim stranama trapezastog lima su zalepljene selotejp trake, koje onemogućavaju njegov kontakt sa viškom adheziva istisnutim prilikom montiranja spoja. Debljina adheziva je dodatno osigurana postavljanjem sitnih komada žice debljine 1mm na površinu T-profila (slika 4 - desno), što je jedan od standardnih postupaka pri izradi eksperimentalnih uzoraka adhezivnih spojeva [12,13].

Serije uzoraka su izrađene pomoću adheziva navedenih u tabeli 2. Nakon montiranja, uzorci su fiksirani teretom i ostavljeni na sobnoj temperaturi do završetka perioda očvršćavanja, prema uputstvima proizvođača.

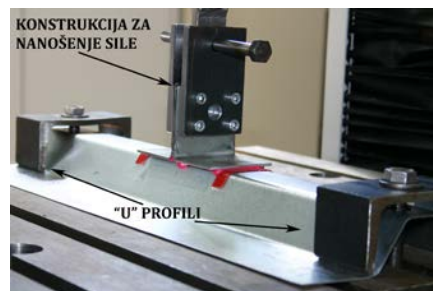
Nakon očvršćavanja, određeni broj uzoraka je pre ispitivanja kondicioniran na temperaturi od 80°C. Kondicioniranje je obavljeno tako što su uzorci postavljeni u klimakomoru, zagrejanu na temperaturu od 80°C, u kojoj su bili izloženi konstantnoj temperaturi u trajanju od 24č.



Slika 3. Nanošenje adheziva: levo - trapezasti lim; desno - "T" konektor.

## 2.5 Eksperimentalno ispitivanje uzoraka

Ispitivanje uzoraka je sprovedeno pomoću univerzalne kidalice Shimadzu Autograph, maksimalnog opsega sile 250kN, sa kompjuterskom akvizicijom podataka. Fiksiranje trapezastog lima na oba kraja je izvršeno pomoću U-profila, pričvršćenih zavrtnjevima za konstrukciju kidalice (slika 4). Da bi se omogućila upotreba zavrtnjeva, na oba kraja trapezastog lima su izbušene rupe prečnika 20mm. Nanošenje opterećenja je izvršeno preko pomoćne konstrukcije, povezan sa čeljusti kidalice. Opterećenje je nanošeno u pomeranju čeljusti konstantnom brzinom od 10mm/min. Brzina pomeranja čeljusti je određena prema standardu za ispitivanje adhezivnih čeonih spojeva zatezanjem [14], koji propisuje da ispitivanje zatezanjem treba sprovediti tako da lom spoja nastane nakon 60±20s.



Slika 4. Dispozicija pri ispitivanju uzoraka fasadnog spoja.

Ispitano je 10 serija po 3 uzorka. Kondicionirani uzorci su ispitani neposredno nakon vađenja iz klima-komore. Pri tome je posebna pažnja posvećena tome da se ova ispitivanja sprovedu što je brže moguće, kako ne bi došlo do značajnog gubitka temperature u adhezivu. U slučaju Kōrapur 842 adheziva, ispitivanje nije sprovedeno na uzorcima kod kojih je primenjen postupak pripreme površina PP1, jer je već bilo poznato da taj postupak ne daje adekvatne rezultate.

## 3. REZULTATI I DISKUSIJA

Prilikom ispitivanja uzoraka beleženi su u sila i pomeranje glave kidalice u toku vremena. S obzirom na dimenzije konstrukcije za nanošenje opterećenja i intenzitet sila koje su tokom ispitivanja delovale na uzorke, podrazumeva da je pomeranje glave kidalice jednako pomeranju rebra „T“ konektora, odnosno tačaka u kojima je podrazumevan prenos opterećenja na njega.

Kao nosivost pojedinačnih uzoraka usvajane su maksimalne vrednosti sila na dijagramima sila-pomeranje, premda je kod nekih uzoraka zabeležen lokalni pad sile u pojedinim trenucima. Srednje vrednosti nosivosti spojeva su prikazane u tabeli 2. Oznake ispod vrednosti čvrstoća spojeva predstavljaju obrazac loma prema standardu [15], koji je registrovan kod ispitanih uzoraka, pri čemu je: A – adhezioni lom; K – kohezioni lom; SK – specijalni kohezioni lom; S – lom adherenta. Mehanizmi loma koji su registrovani na ispitanim uzorcima pripremljenim postupkom PP2 prikazani su na slici 5.

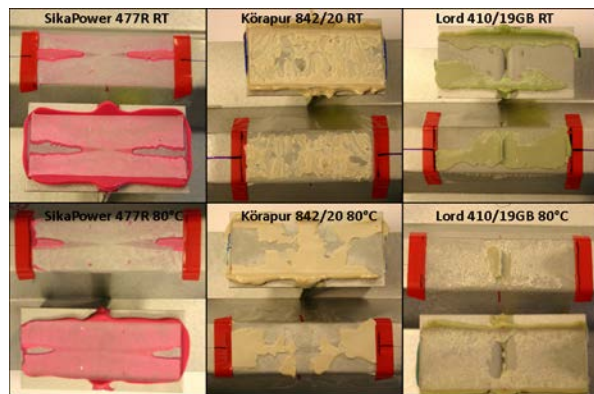
Svi uzorci čiji su adherenti pre spajanja obrađeni postupkom PP1 doživeli su adhezioni lom. Imajući u vidu ovu činjenicu, jasno je da samo odmašćivanje pocinkovanog lima, bez mehaničke obrade, nije dovoljno da obezbedi adekvatnu adhezionu vezu između adheziva i adherenta. Iz tog razloga u slučaju Kōrapur adheziva nisu ispitivani uzorci pripremljeni ovim postupkom. U slučaju sačmarenih uzoraka (postupak PP2), uzorci su uglavnom doživljavali kohezioni lom unutar sloja adheziva. Ova činjenica se može pripisati većoj hrapavosti površina adherenata. Međutim, kod uzoraka kondicioniranih na 80°C došlo je do promene mehanizma loma i to: iz kohezionog u adhezioni u slučaju Kōrapur adheziva i iz spe-

Tabela 2. Srednje vrednosti čvrstoća i mehanizmi loma ispitanih uzoraka fasadnih spojeva.

Adheziv	Lord 410GB		Sika Power -477		Kōrapur 842		
	ST	80°C	ST	80°C	ST	80°C	
Temperatura							
Priprema površina	PP1	1,92kN A	1,62kN A	0,97kN A	0,64kN A	-	-
	PP2	5,66kN SK+S	6,68kN K	6,3kN SK	5,35kN SK	4,84kN K	2,52kN A



cijalnog kohezionog u kohezioni u slučaju akrilnog adheziva Lord.



**Slika 5.** Obrasci loma spojeva pripremljenih postupkom PP1.

Analizom eksperimentalnih rezultata se može primetiti da su uzorci pripremljeni postupkom PP1 imali znatno manju nosivost u odnosu na uzorke pripremljene postupkom PP2. Nosivost uzoraka kod kojih je primenjen postupak PP1 je bila jednaka 15% i 35% nosivosti uzoraka čiji su adherenti pripremljeni postupkom PP2, u slučaju adheziva SikaPower i Lord respektivno. To se, takođe, može pripisati pojavi adhezionog loma, odnosno ostvarivanju nedovoljno jakih adhezijskih veza, neophodnih za prenošenje sile koja je dovoljna za iskorišćenje punog kapaciteta materijala adheziva. Pored toga, opaženo je da, usled dejstva povišene temperature, dolazi uglavnom do smanjenja nosivosti ispitanih spojeva.

#### 4. ZAKLJUČAK

Ispitani su uzorci fasadnih spojeva pocinkovanog lima za noseću konstrukciju pomoću „T“ konektora, adhezivno spojenog za sam lim. Uticaj pripreme površina adhezenata pre spajanja na njihovu nosivost i opaženi obrazac loma je ispitan pri normalnim i povišenim temperaturama

Na osnovu rezultata ispitivanja može se zaključiti da postupak obrade PP1 ne obezbeđuje dovoljnu adheziju između adheziva i adhezenata, što je rezultovalo adhezionim lomom u svim slučajevima.

Adhezioni lom je uzrokovao veoma nisku nosivost spojeva, višestruko manju nego kod uzoraka koji su doživeli kohezioni lom.

Na osnovu gore navedenog, preporučuje se da se u slučaju adhezijskih spojeva pocinkovanog lima opterećenih na zatezanje, uprkos preporukama datim u stručnoj literaturi, adherenti ipak obrade nekom od mehaničkih metoda. U ovom slučaju je sačmanjenje uzoraka dalo zadovoljavajuće rezultate.

#### LITERATURA

[1] L.D.R. Grant, R.D. Adams, L.F.M. da Silva, "Experimental and numerical analysis of single-lap joints for the automotive industry", *International Journal of Adhesion and Adhesives*, Vol.29; 2009: pp. 405–13. doi:10.1016/j.ijadhadh.2008.09.001.

[2] L.D.R. Grant, R.D. Adams, L.F.M. da Silva, "Effect of the temperature on the strength of adhesively bonded single lap and T joints for the automotive industry", *International Journal of Adhesion and Adhesives*,

Vol.29; 2009: pp. 535–42. doi:10.1016/j.ijadhadh.2009.01.002.

[3] L.M. Gan, H.W.K. Ong, T.L. Tan, "Surface Treatment of Cold Rolled Steel by Phosphating", *The Journal of Adhesion*, Vol.16; 1984: pp. 233–44. doi:10.1080/00218468408074918.

[4] G. Critchlow, P. Webb, C. Tremlett, K. Brown, "Chemical conversion coatings for structural adhesive bonding of plain carbon steels", *International Journal of Adhesion and Adhesives*, Vol.20; 2000: pp. 113–22. doi:10.1016/S0143-7496(99)00036-6.

[5] W. Zielecki, P. Pawlus, R. PerŁowski, A. Dzierwa, "Surface topography effect on strength of lap adhesive joints after mechanical pre-treatment", *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, Vol.13; 2013: pp. 175–85. doi:10.1016/j.acme.2013.02.005.

[6] A. Rudawska, "Selected aspects of the effect of mechanical treatment on surface roughness and adhesive joint strength of steel sheets", *International Journal of Adhesion and Adhesives*, Vol.50; 2014: pp. 235–43. doi:10.1016/j.ijadhadh.2014.01.032.

[7] S. Engineers, "Guide to the Structural Use of Adhesives", *The Institution of Structural Engineers*, London, 1999.

[8] L. Ledecký, N. Stojković, H. Pasternak, C. Mette, E. Stammen, K. Dilger, "Adhesively bonded facade joint under cyclic service loading", *Proc. 15th Int. Sci. Conf. VSU'15*, Vol 1, Sofia, 2015, p. 103–8.

[9] N. Stojković, "Ispitivanje ponašanja adhezijskih spojeva metalnih konstrukcija pod dejstvom statičkog i cikličnog opterećenja", *doktorska disertacija, Univerzitet u Nišu, Građevinsko-arhitektonski fakultet*, 2017.

[10] S. Sahellie, "Study on the Temperature Effect on Lap Shear Adhesive Joints in Lightweight Steel Construction", *Ph.D. thesis., Brandenburg University of Technology Cottbus-Senftenberg*, 2015.

[11] J. Meinz, "Kleben im Stahlbau-Betrachtungen zum Trag und Verformungsverhalten und zum Nachweis geklebter Trapezprofilanschlüsse und verstärkter Hohlprofile in Pfosten-Riegel-Fassaden", *Ph.D. thesis., BTU-Cottbus*, 2010.

[12] A.D. Crocombe, G. Richardson, "Assessing stress state and mean load effects on the fatigue response of adhesively bonded joints Vol.19; 1999: pp. 19–27.

[13] N.V. Datla, A. Ameli, S. Azari, M. Papini, J.K. Spelt, "Effects of hygrothermal aging on the fatigue behavior of two toughened epoxy adhesives", *Engineering Fracture Mechanics*, Vol.79; 2012: pp. 61–77. doi:10.1016/j.engfracmech.2011.10.002.

[14] SRPS EN 15870:2009: Adhezivi - Određivanje zatezne čvrstoće čeonih spojeva.

[15] SRPS EN ISO10365:2011: Adhezivi - Označavanje glavnih obrazaca lomova.

## PROSTORNA ORGANIZACIJA DVORIŠTA VRTIĆA U NIŠU SPATIAL ORGANISATION OF KINDERGARTEN YARDS IN NIŠ

Bojana Lilić, *student specijalističkih studija, Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*  
Aleksandra Marinković, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

**Sadržaj** - U ovom radu analizirana je prostorna organizacija dvorišta vrtića. Za potrebe završnog rada detaljno je obrađeno 9 vrtića u gradu Nišu koji su u državnom vlasništvu. Dvorišta su sagledana kroz deset aspekata.

**Ključne reči:** Dvorišta vrtića. Aspekti bezbednosti. Uređenje dvorišta. Bezbednost dece.

**Abstract** - In this paper spatial organization of the kindergarten yards is analyzed. For my graduate paper I did comparative analysis of 9 local kindergartens in the city of Niš, all of them state owned. Courts were examined through ten aspects.

**Key words:** Kindergarten yards. Security aspects. Courtyard decoration. Children's safety.

### 1. UVOD

Raspored aktivnosti u vrtićima je takav da deca određeni deo vremena u danu obavezno provode u dvorištima i na igralištima [1], kad god im vremenski uslovi to dozvoljavaju. S obzirom na značaj fizičke aktivnosti za kognitivni i razvoj motoričkih sposobnosti kod dece, za njihovo fizičko zdravlje i razvoj komunikacionih sposobnosti nužno je da se posebna pažnja posveti uređenju dvorišta. Imperativ prilikom planiranja lokacije i projektovanja dvorišnih površina je stavljanje akcenta na ostvarenju sigurnosti i bezbednosti dece [2] kao korisnika ovih prostora. Kroz ovaj rad vrši se istraživanje o tome koliko su deca bezbedna u dvorištima niških vrtića i na njihovim igralištima.

**Metodološki pristup.** Istraživanje je vršeno na 9 niških vrtića, u državnom vlasništvu [3]. Uporedna analiza prostorne organizacije dvorišta vrtića urađena je prema deset aspekata sa osvrtom na bezbednost dece/korisnika. Primenjeni aspekti su: položaj; pristupačnost; ograđenost; diferencijacija pešačkog i motornog saobraćaja; organizacija prostornih celina; materijalizacija; uređenje; održavanje; dostupnost; nadzor. Autor sagledava sigurnost i bezbednost dece u dvorištima vrtića sa stručnog gledišta ali i sa ličnog stanovišta: osobe koja je u kao dete pohađala vrtić i roditelja čije dete trenutno pohađa vrtić.

### 2. ASPEKTI PROSTORNE ORGANIZACIJE DVORIŠTA VRTIĆA

**Položaj** – lokacija, deo grada, gde je vrtić značajna je za procenu broja korisnika koji gravitiraju ka njemu. Položaj zgrade na parceli, njena orijentacija, površina zgrade i površina dvorišta, odnosno procenat dvorišta koje zauzima zgrada važni su za sagledavanje raspoložive površine za formiranje dvorišta. Dvorište treba da bude udaljeno od ulice, od neograđene vodene površine, ili slobodne površine sa pristupom ulici, i treba da ima ogradu po celom svom obodu.

Vrtić „Neven“ se nalazi u centralnom delu grada, Katićevoj ulici, u najvećoj i najgušće naseljenoj niškoj opštini.

S obzirom na to ovaj vrtić nema veliko dvorište već je ono skromne veličine i bez ikakve podele na celine. U dvorište se ulazi direktno sa ulice kroz glavnu kapiju, koja se ne zaključava, često i ne zatvara.

**Pristupačnost** - kroz ovaj aspekt prikazuju se raspoloživi vidovi pristupanja dvorištu vrtića. Razmatra se mogućnost pristupa pešačenjem, javnim prevozom i personalnim vozilom, kao i kakvim tipovima ulica se dolazi do vrtića. Uzima se u obzir da li je prisutan parking prostor za automobile i bicikle, koliko i kakvih pristupnih delova objektu vrtića i dvorištu postoji: a) da li se iz javnog prostora ulazi direktno u zgradu, ili b) ispred glavnog ulaza postoji prednje dvorište u koje se ulazi preko kapije za pešake / motorna vozila. Sagledava se i mogućnost pristupa osobama sa invaliditetom, u zgradu i dvorište vrtića. U domaćim redovnim vrtićima deca sa invaliditetom nemaju mogućnost boravka. Borave u posebnim vrtićima predviđenim za decu sa invaliditetom. Mogućnost pristupa osoba sa invaliditetom objektu vrtića i dvorištu u radu razmatrano je sa stanovišta pristupa za roditelje / staratelje dece, odnosno osobe koje dovode i odvođe dete iz vrtića.

Neophodno je da okolina vrtića bude adekvatno obezbeđena i razdvojena od saobraćajnih tokova i da postoji jasan protok pešačkog saobraćaja od parkinga do ulaza u zgradu. Važno je da postoji bezbedna staza kojom se od parking prostora dolazi do ulaza u dvorište vrtića. U slučaju domaćih vrtića to je trotoar ukoliko je parking prostor na strani vrtića ili pešački prelaz ukoliko je parking sa druge strane ulice. Ispred svakog Niškog vrtića postoji pešački prelaz što čini prilaz dvorištu sigurnijim. U mnogim slučajevima parking prostor je ispred samog vrtića. Ipak, automobile često parkiraju ispred vrtića, ponekad i na trotoaru, što ne može biti potpuno bezbedno za decu.

Dvorištu vrtića „Leptirčić“ se može pristupiti iz stambene, dvosmerne ulice Južnomoravskih Brigada u kojoj je saobraćaj umerenog intenziteta, gde se nalazi i glavna kapija; i iz pravca Bulevara Nemanjića, gde se nalazi sporedna kapija za ulaz u

dvorište. Objektu se pristupa preko prednjeg dvorišta u koje se ulazi kroz glavnu kapiju, dok je sporedni ulaz iz dvorišta iz pravca juga. Postoji i pristup parceli iz pravca bedema Gabrovačke reke. Do vrtića se može doći automobilom, javnim prevozom, biciklom i pešačenjem. Privremeni parking prostor se nalazi ispred vrtića a najbliža stanica javnog prevoza udaljena je ok 200,0 m i nalazi se na Bulevaru Nemanjića. Prostor je prilagođen osobama sa invaliditetom.

**Ograda, zaklonjenost** - ograda služi kao fizička barijera koja sprečava decu da neopaženo izađu iz dvorišta ali i spreči neželjene fizičke kontakte prolaznika na ulici sa malim korisnicima. Površina dvorišta treba da bude sigurnosno adekvatno obezbeđena, što se odnosi na: način na koji je vrtić i dvorište vrtića odvojeno od pristupnog prostora, koja je vrsta ograde primenjena, kao i da li pored ograde postoji zelenilo koje blokira vizure sa ulice ako je ograda transparentna i delimično zaštititi dvorišni prostor od izduvnih gasova sa okolnih saobraćajnica.

Svi domaći vrtići poseduju potrebne kapije i ograde, kako bi se dvorište i zgrada razdvojila od uličnog prostora, ali pojedini vrtići nemaju zastupljeno zelenilo. Samim tim nemaju vizuelnu barijeru kao ni zaštitu prostora od izduvnih gasova sa okolnih saobraćajnica. Na primer vrtić "Neven" koji je blizu centra grada, gde su izduvni gasovi veliki, skoro da nema nikakvo zelenilo u dvorištu. Dvorište vrtića je od pristupnog prostora razdvojeno metalnom ogradom visine 1,2 m. Transparentna je i ne blokira vizure sa ulice. Kapija kroz koju se ulazi u dvorište je takođe metalna i iste visine.

Ograde koje dele prednji deo dvorišta vrtića „Maslačak“ od pristupnog dela su metalne i visoke 1,2 m. U prednji deo dvorišta ulazi se kroz metalnu kapiju koja je iste visine. Ograde i kapija su transparentne. U zadnjem delu dvorišta smešteno je igralište, koje je ograđeno sa svih strana. Od prednjeg dvorišta vrtića deli ga metalna ograda sa betonskim podzirkom ukupne visine 2,0 m, od susednog školskog dvorišta deli ga metalna ograda iste visine. Obe ograde su u gornjem delu transparentne. Od susednog stambenog dela razdvojeno je betonskim zidom visokim 1,7 m. Igralištu se može pristupiti samo iz unutrašnjosti vrtića, dok se vizure prema njemu pružaju samo iz prednjeg dvorišta vrtića i susednog školskog dvorišta.

**Ukrštanje pešačkog i motornog saobraćaja** - kroz ovaj aspekt utvrđuje se da li površini dvorišta dečijeg vrtića imaju pristup servisna motorna vozila i personalni automobili. Nužno je obezbediti povremeni pristup servisnim vozilima (vozila za dostavljanje hrane, vatrogasna vozila, vozila hitne pomoći), stazama odgovarajućih dimenzija i tvrde podloge. Personalni automobili ne bi trebalo da imaju pristup dvorištu vrtića, ali u nekim Niškim vrtićima parkiranje automobila zaposlenih predviđeno je u sastavu prednjeg dvorišta. U slučaju da se ukrštaju pešački i motorni saobraćaj, to se izvodi u prednjem, pristupnom delu dvorišta i treba da bude primenjeno u najmanjoj mogućoj meri. Imperativ prilikom izrade projektnog rešenja je da se pešačke i kolske staze i putanje u potpunosti diferenciraju.

U dvorištu vrtića „Petar Pan“ servisna vozila imaju omogućen pristup stazom odgovarajućih dimenzija, predviđenom da se njome kreću motorna vozila. Nalazi se na istočnoj strani, potpuno odvojena od ostatka dvorišta, pa ne dolazi do mešanja kolskog i pešačkog saobraćaja niti ukrštanja staza. U okviru kompleksa nalaze se vrlo jasno i precizno definisane pešačke staze.

Vrtić „Palčić“ je loš primer ovog jer je omogućeno kretanje servisnih vozila ali i personalnih automobila. Staze duž oboda objekta dovoljne su širine da se njima kreću motorna vozila, pa je deo dvorišta pretvoren u neobeleženi parking prostor za radnike vrtića. Automobili prolaze kroz dve ulazne kapije. Na 5 tačaka dolazi do ukrštanja pešačkih i kolskih staza a ta ukrštanja čak nisu ni dovoljno pregledna jer staza prati izlomljenu liniju fasade objekta. Kretanje vozila unutar dvorišta ograničeno je vremenskim periodom kada deca ne borave u dvorištu.

**Organizacija prostornih celina** - kroz ovaj aspekt ispituje se koliko različitih prostornih celina ima u dvorištu, kako su one raspoređene, koje su njihove namene kao i koliko su prisutne dečije sprave i da li su prilagođene njihovom uzrastu. Prostorne celine koje se preporučuju su sledeće: a) mesta za aktivnu igru - važna su za fizički razvoj dece. Uključuju promene u visini i nagibu terena. Pomoću njih se firmiše logičko razmišljanje i rasuđivanje kod dece i pomažu razvoju motoričkih sposobnosti [4]. b) Prostori za okupljanja - mogu se projektovati za manje ili veće grupe. Treba da budu fleksibilni da bi ih koristila deca različitog uzrasta i u različitim namenama. Treba da sadrže mesta za sedenje, prirodni hlad i da imaju podjednak potencijal da se koriste kao lokacija za spontane aktivnosti ili planirane događaje. Pogodno je da elementi za sedenje budu izrađeni od prirodnih materijala. c) Tiha mesta - predviđena za manji broj dece a služe za trenutke opuštanja, odmora, slušanja, individualne aktivnosti. Udaljena su od mesta za aktivnu igru, saobraćajnih zvukova i drugih glasnih zvukova. d) Mesta za eksperimentisanje - za istraživanje i otkrivanje, podstiču razvoj mašte i stvaranje novih ideja kod dece. U njima su prisutni različiti materijali kao što su: voda, pesak, kante, alati, blato i sl. e) Aktivni zidovi za pisanje - mogu biti od velikog značaja deci ali i vaspitačima. Deca na njima mogu učiti da pišu i crtaju na njima zanimljiv i kreativan način a vaspitačima mogu koristiti za slikovito objašnjenje nekog pojma. Prioritet prilikom izrade projektnih rešenja je da se unutar ovih prostornih celina obezbedi sigurnost dece od samopovređivanja, dobra međusobna povezanost i preglednost prostora na i između prostornih celina i bezbednost dece na celoj površini dvorišta u smislu fizičkih i vizuelnih prepreka prema spoljnom prostoru.

Za bezbednost dece u samom dvorištu vrtića važan je raspored prostornih celina kao i podloge u dvorištu. Kod većine domaćih vrtića jasno su definisane pešačke staze, uglavnom od betona, dok ima i površina od drugih materijala. Putanje projektovanih staza treba da budu usklađene sa stvarnom cirkulacijom i dominantnim rutama korisnika. Kod svih analiziranih vrtića staze su prilagođene stvarnim potrebama. Spajaju sve potrebne celine u dvorištu i jasno omogućuju pristup od ulaza u dvorište do ulaza u zgradu vrtića.

U vrtićima koji imaju veliku površinu dvorišta, oprema za igru je često raspoređena na više prostornih celina, kako bi se uskladila sa potrebama dece različitih uzrasta (npr. jedan deo dvorišta je predviđen za uzrast od 3 do 5 god. i na njemu su sprave koje odgovaraju njihovom uzrastu, dok su na drugom prostoru koji je predviđen za uzrast od 5 do 7 god. a sprave odgovarajuće tom uzrastu). U manjim dvorištima sve sprave se nalaze u jednoj celini.

Prostorne celine na površini dvorišta vrtića „Palčić“ su vrlo jasno razdvojene. Ima ih ukupno pet a spajaju ih pešačke staze. Na nekima se nalaze starije sprave od metala, dok su na drugim

novije sprave od plastike. Sva oprema je funkcionalna, bezbedna i odgovara uzrastu i potrebama dece. U dvorištu vrtića „Neven“ nema podeljenih celina. Postoji i zadnji deo dvorišta koji čini sportski teren u lošem stanju, mada je projektnim rešenjem zaklonjen od pogleda sa ulice. U prednjem delu dvorišta nalazi se mali broj dečijih sprava i klupa za sedenje fokusiran na jednoj površini. I sprave i klupe su dotrajale, neke sprave nisu u funkciji i imaju zarđale delove. Broj i raspored sprava i opreme ne odgovara broju i potrebama dece.

**Materijalizacija** kroz ovaj aspekt bezbednosti ispituje se koji su materijali prisutni u dvorištu. Kod izbora podloge za dečije igralište mora voditi računa na prvom mestu o bezbednosti korisnika, tj. dece. Dobra podloga će ublažiti pad i sprečiti ozbiljne povrede, potrebno je da bude meka i da oko prostora za igru postoji slobodan prostor u širini od 2,0 m u svim pravcima. Dubina zastora zavisi od materijala, trošni materijali koji se mogu primeniti su pesak, laki proizvodi od drveta, malch, ili laki komadi gume. Podloga od gumene kocke se ne razlaže tako da ne mora četo da se menja. Ukoliko nema mogućnosti da se celo igralište pokrije ovim materijalom dobro je da se on postavi makar u zonama padanja. Još jedna sigurna opcija je jedinstvena površina kao što su gumene pločice ili guma izlivena na licu mesta. Najčešća je travnata ili zemljana podloga, čija karakteristike zavise od vremenskih prilika. Ukoliko je vlažno vreme moć apsorpcije udarca je velika, ali prilikom pada dete se isprlja. Ako je zemlja sasvim suva onda je slična betonskoj ili asfaltnoj podlozi. Podloge od šljunka, betona i asfalta treba izbegavati jer nisu dovoljno sigurne za decu. Neodgovarajući površinski materijali su i hemijski tretirano drvo, humus.

**Sprave.** Drvena dečija igrališta su u svetu dominantna u odnosu na igrališta od bilo kog drugog materijala. Drvena igrališta se mogu koristiti u bilo koje doba godine za razliku od metalnih koja su leti pretopla, a zimi prehladna. Ukoliko se pravilno održavaju drvena igrališta su trajnija od metalnih ili plastičnih. Metal je sklon koroziji, a plastika nije dovoljno otporna na stalnu izloženost različitim klimatskim uslovima. Samim tim i bezbednost drvenih igrališta je veća u odnosu na druge vrste. Materijali koji se upotrebljavaju u igralištima vrtića za rani uzrast dece treba da budu čvrsti i otporni kako bi izdržali konstantnu upotrebu i sezonske promene.

U dvorištu vrtića „Bambi“ zastupljene su podloge od trave, veštačke trave, tartana i betona. Na prostoru za igru gde se nalaze sprave podloga je od trave, dok je na sportskom terenu zastupljena veštačka trava i tartan. Pešačke staze koje spajaju odvojene prostorne celine su od betona. Dečije sprave su od metala i betona. Vrtić „Palčić“ ima dečije sprave od plastike i metala. Na nekim celinama za igru podloga je od šljunka i betoskih kocki/kaldreme, što je apsolutno neadekvatna podloga jer prilikom pada može prouzrokovati ozbiljne povrede. Nema prisutnih štetnih materijala niti premaza.

**Uređenje dvorišta i prostornih celina** predstavlja oblik celina, raspored opreme, kao i dizajn opreme u dvorištu, i da li je dizajn prilagođen potrebama korisnika [5]. Dizajn elemenata treba da bude prilagođen deci, oprema izrađena od prirodnih materijala. Izgled igrališta i sprava na njemu treba da bude prilagođen deci i da privlače dečiju pažnju. Oprema treba da je dizajnirana tako da deca njome mogu lako da barataju i pomeraju delove, koji se mogu rotirati dnevno, nedeljno ili mesečno u zavisnosti od potreba za dečiju igru na otvorenom

[6]. Potrebno je planirati slobodne prostorne površine oko celina za igru i učenje, time se podstiče kreativnost i individualnost kod dece [7].

Igrališne konstrukcije: oko stacionarnih igrališnih konstrukcija treba obezbediti slobodan prostor u širini od najmanje 2,0 m. Visina ovih konstrukcija treba da bude veća od 2,0 m. Oprema igrališta treba da bude najmanje 6,0 m udaljena od zidova, ograda, stabala drveća ili drugih prepreka, posebno ako je predviđeno da oprema trpi oscilacije, i treba da bude čvrsto vezana za podlogu. Ljuljaške treba da budu na razmaku 2,0 do 3,0 m kako bi se sprečilo sudaranje. Slobodni prostor oko prostora sa ljuljaškama treba da bude širine koja je dvostruko veća od visine ljuljaške. Temelji treba da budu bezbedno usidreni bez ikakvih velikih ili oštrih delova opreme. Kako bi se sprečile ozbiljnije povrede u slučaju da sedišta ljuljaške udari dete, ono treba da je napravljeno od mekog materijala, kao što su guma ili gumirano platno.

U dvorištu vrtića „Petar Pan“ postoje tri celine: jedna je sa spravama, drugu čini centralni plato za igru, a treću popločani plato ispred prostorija za jaslje, kako bi deca najmlađeg uzrasta u toku letnjih perioda provodila vreme na svežem vazduhu i odvojena od starije dece. Sve sprave su funkcionalne, atraktivne i prilagođene deci, njihovom uzrastu i potrebama. Vrtić „Palčić“ jedan od retkih nižih vrtića koji poseduje novije dečije sprave od plastike. Njihov dizajn je atraktivan, sve sprave su u dobrom stanju, sigurne, bez oštrih ivica i neograđenih površina na visini, i prilagođene dečijim potrebama i uzrastu.

**Održavanje** – jedna od osnovnih karakteristika dobrog i sigurnog vrtića je svakako higijena. Za zdravlje najmlađih je značajno kako se higijena održava u dvorištu i opremi, sprave treba redovno proveravati i po potrebi popravljati kako ne bi došlo do povrede. Svi delovi igrališta treba da budu dimenzionisani tako da se deca lako kreću/penju i da imaju čvrstu ogradu za pridržavanje. Sve komponente za penjanje treba da su od čvrstih materijala i dobro pričvršćene zajedno. Deca bi trebalo da koriste opremu za penjanje samo po suvom vremenu je jer vlaga može učiniti klizavom. Potrebno je da postoji odgovarajuća drenaža površina igrališta tako da kiša ne izaziva eroziju ili spere humus koji se postavlja kao završni sloj.

U dvorištu vrtića „Cvrčak“ ima malo sprava ali se adekvatno održavaju. Sve sprave su sigurne, bez oštrih ivica i rizika da se deca na njima povrede. Higijena u dvorištu i svim njegovim celinama se održava adekvatno. U vrtiću „Zvončići“ sprave se ne održavaju na adekvatan način, mogu se primetiti oštre ivice, neofarbani i zarđali delovi. U dvorištu vrtića „Lep-tirić“ izražene su pukotine u betonu na pešačkim stazama, što može prouzrokovati pad i ozbiljnije povrede.

**Dostupnost** se ogleda u mogućnosti ulaska u dvorište vrtića. Da bi se ostvarila što veća bezbednost dece u vrtićima i na igralištima kapije i ulazna vrata treba adekvatno osigurati kako dvorišni prostor ili zgradu ne bi bio dostupan svakome. Pravilnikom o bezbednosti u periodima kada se deca dovode u vrtić i uzimaju iz vrtića nalaže se da roditelji dovedu decu samo do ulaza u vrtić gde ih preuzima ovlašćeno lice i vodi svako dete u svoju grupu. U domaćim vrtićima to nije izvidljivo jer vaspitača ima malo pa svaki roditelj vodi svoje dete/decu do soba za učenje i igru. Ukoliko dete dovodi ili uzima iz vrtića treća osoba, to može biti samo osoba navedena u



prethodno potpisano ovlašćenju. U niškim vrtićima od nedavno su uvedene kartice. Roditelj ima karticu svog deteta pomoću koje se otključava električna brava. Ona još služi za evidenciju, kada je dete dovedeno a kada uzeto iz vrtića. Ovaj sistem zastupljen je u svim niškim vrtićima koji pripadaju predškolskoj ustanovi „Pčelica“.

Prostor prednjeg dvorišta vrtića „Maslačak“ dostupan je svima dok je zadnji deo dvorišta/igralište, dostupno samo deci u toku boravka i ovlašćenim licima. Do igrališta se može doći samo preko unutrašnjosti vrtića pa su deca potpuno bezbedna. Pogled ka igralištu omogućen je iz prednjeg dela dvorišta vrtića i susednog školskog dvorišta.

**Nadzor** - samo kvalifikovano osoblje može imati nadzorne odgovornosti u vrtiću i na igralištu. Za decu mlađeg i starijeg uzrasta u vrtiću na odvojenim otvorenim prostorima i prostornim celinama potreban je odvojeni – dodatni nadzor. Vaspitači treba da objasne pravila ponašanja na igralištu i usmere punu pažnju na to da ih deca koriste na očekivani način. Pravilnikom o grupama uređuje se broj dece po grupi. Odnos nadzornog osoblja i dece u vrtiću treba da bude: jedan vaspitač za 8–20 deteta. U Niškim vrtićima prosečan odnos dece i vaspitača po jednoj grupi je trideset prema dva, bilo da se radi o jaslenoj ili nekoj od starijih grupa. Često dolazi i do spajanja grupa gde se broj dece skoro udvostruči dok je broj vaspitača nepromenjen. Vrlo lako može doći do toga da dete neprimetno krene ka izlazu vrtića ili dvorišta, kao što je bilo nekoliko slučajeva u Nišu. U 2014. god. u periodu od 7 meseci desilo se da je troje dece iz tri različita vrtića uspelo da izađe, od kojih je čak dvoje izašlo i na ulicu i udaljilo se od vrtića. Ovakva omaška u sistemu bezbednosti vrtića mogla je da bude jako opasna s obzirom na to da se radi o maloj deci i da se jedan od vrtića iz kojih su deca neprimetno izašla nalaze pored glavne gradske saobraćajnice sa velikim intenzitetom saobraćaja.

Dvorište kao i vrtić „Cvrčak“ opremljeno je sigurnosnim kamerama. Deca su u dvorištu kao i u samom vrtiću pod stalnim nadzorom vaspitača. Kada su napolju, vreme provode na sportskom terenu, koji je posebno ograđen i odvojen od ostatka dvorišta. Niko sem dece i ovlašćenih lica nema pristup terenu. Kada se održavaju manifestacije u kojima učestvuju deca, terenu mogu pristupiti i roditelji. Sportski teren se može videti samo sa jedne strane iz stambenog dela, jer je pored ograde zastupljeno i zelenilo koje blokira vizure sa ulice. Vrtić „Palčić“ ne poseduje posebno ograđen prostor gde deca borave kada su na otvorenom. Kako je u dvorištu ovog vrtića omogućeno kretanje automobila a kapija često otvorena, nadzor vaspitača mora biti permanentno na visokom nivou jer se može desiti da dete neopaženo izađe iz dvorišta.

### 3. ZAKLJUČAK

U odnosu na ranije periode u domaćim vrtićima je bezbednost i sigurnost dece poboljšana, ali još uvek nije na odgovarajućem nivou. U pojedinim dvorištima to je postignuto izdvajanjem posebno ograđenog prostora, dok su dvorišta nekih vrtića i danas apsolutno nebezbedna. U poređenju lokalnih vrtića u državnom i privatnom sektoru, prednost je još uvek na strani državnih vrtića. Za razliku od privatnih, svi državni vrtići imaju dvorište sa većim ili manjim površinama i opremom.

Vrtić „Bambi“ poseduje veliki prednji kao i zadnji deo dvorišta, posebno ograđen sportski teren kako bi deca bila dodatno zaštićena, takođe ima i potrebnog zelenila. Sve sprave su funkcionalne, sigurne i usklađene sa brojem i potrebama dece. Podloge prisutne u dvorištu su takođe adekvatne. Vrtić „Neven“ ima malo dvorište, sa neadekvatnom i nebezbednom opremom i podlogom. Takođe nije ograđeno na pravi način, a nema ni potrebnog zelenila.

Od obrađenih vrtića: „Maslačak“, „Cvrčak“ i „Petar Pan“ imaju dobru ograđenost; „Maslačak“ ima potpuno izdvojeno zadnje od prednjeg dvorišta; „Bambi“ i „Cvrčak“ imaju posebno ograđen teren za sportske aktivnosti na kome deca provode vreme kada su u dvorištu; „Neven“ nema nikakvu podelu na prostorne celine u dvorištu; „Zvončići“, „Leptirić“ i „Neven“ imaju neadekvatno održavane sprave i podloge; a „Palčić“ pored neadekvatne podloge ima i nedovoljno pregledno ukrštanje pešačkih i kolskih staza. U tabeli 1 prikazani su rezultati uporedne analize vrtića.

**Tabela 1.** Prikaz rezultata uporedne analize vrtića.

Prikaz rezultata uporedne analize vrtića	Aspekt	Položaj	Pristupačnost	Ograda	Ukrštanje saop. put.	Organiz. prost. cel.	Materijalizacija	Uređenje	Održavanje	Dostupnost	Nadzor
Ime vrtića											
Palčić	★	★	+	-	★	+	★	+	+	+	★
Maslačak	★	★	★	★	+	+	+	+	+	★	★
Bambi	★	★	+	★	+	+	+	+	+	★	+
Cvrčak	★	★	★	★	+	+	+	★	★	★	★
Zvončići	★	★	+	★	+	+	+	-	-	-	+
Leptirić	★	★	+	★	+	+	+	-	-	-	★
Neven	+	★	-	★	-	+	-	-	-	-	+
Petar Pan	★	★	★	★	★	+	+	★	★	★	★
Crvenkapa	★	★	+	★	+	+	+	+	+	★	★

Legenda: ★dobro; + zadovoljavajuće; - nezadovoljavajuće.

### LITERATURA

- [1] „Pravilnik o bližim uslovima za početak rada i obavljanje delatnosti ustanova za decu“ (Objavljen u „Sl. glasniku RS,“ br. 50/94 i 6/96).
- [2] Pravilnik – o merama, načinu i postupku zaštite i bezbednosti dece u Predškolskoj Ustanovi “Pčelica” Niš.
- [3] B. Lilić, „Prostorna organizacija dvorišta vrtića kao preduslov za sigurnost i bezbednost dece,“ Završni rad, *Visoka tehnička škola strukovnih studija Niš*, 2017.
- [4] R. Louv, *Last Child in the Woods: Saving Our Children from Nature-Deficit Disorder*, Algonquin Books of Chapel Hill, 2008.
- [5] G. Ceppi, E. Zini et al, *Children, spaces, relations: Metaproject for an Environment for Young Children*, Milan, Italy: Reggio Children and Domus Academy research, 1998.
- [6] M. Rivkin, “The schoolyard Habitat Movement: What it is and Why Children Need It,“ *Early Childhood Educational Journal*, Vol. 25 (1), 1997.
- [7] A. Taylor, F. Kuo and W. Sullivan, “Coping With ADD: The Surprising Connection to Green Play Settings,“ *Environment and Behaviour*, Vol. 33 (1), pp. 54-77, 2001.

## ZAMENA PRIRODNOG AGREGATA RECIKLIRANIM STAKLOM IZ KATODNIH CEVI U PROIZVODNJI MALTERA

### REPLACEMENT OF NATURAL AGGREGATE WITH THE RECYCLED GLASS FROM CATHODE TUBES IN MORTAR PRODUCTION

Milan Protić, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*  
Simona Smiljković, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

**Sadržaj** – U prvom delu ovog preglednog rada opisani su načini recikliranja CRT stakla i mogućnost upotrebe u građevinarstvu. U drugom delu komentarisani su eksperimentalni rezultati upotrebe u proizvodnji maltera i tabelarno prikazani. Zaključeno je da se u određenim uslovima CRT staklo može koristiti kao zamena agregata u malteru, čime bi se izbegla ekonomski zahtevna reciklaža.

**Ključne reči:** Staklo. Olovo. Malter. Reciklaža. Odlaganje.

**Abstract** – In the first part of this review methods of recycling of CRT glass and the possibility of use in construction are described. In the second part the experimental results of use in mortar production are commented and presented in tables. It was concluded that in certain conditions, the CRT glass can be used as a replacement of aggregates in the mortar, thus avoiding economically demanding recycling.

**Key words:** Glass. Lead. Mortar. Recycling. Disposal.

#### 1. UVOD

Od nastanka prvih televizora, do početka XXI veka, proizvodnja ekrana sa katodnim cevima (engl. Cathode Ray Tube – CRT) bila je masovna. Početak komercijalizovane proizvodnje ekrana koji rade na drugim principima, predstavljao je period prestanka proizvodnje CRT ekrana. Dugi niz godina proizvodnje CRT ekrana doveo je do toga da u svetu postoji velika količina ovog otpada.

Odlaganje i recikliranje ovog otpada je jedan od većih problema. Staklo katodnih cevi, starih ekrana, predstavlja otpadni materijal čija je reciklaža skupa. Ono, između ostalog, sadrži olovo, tako da reciklaža obuhvata i proces uklanjanja ovog elementa koji je veoma štetan za živi svet.

S obzirom na da je elektronskog otpada sve više, odlaganje je jedan od većih problema u svetu. Otpad koji u sebi sadrži olovo, bi u prirodi mogao ugroziti živi svet, tako da se tretiranjem, reciklaži i odlaganju ovog otpada posvećuje posebna pažnja.

Među elektronskim otpadom olovo je najčešće sadržano u CRT ekranima (slika 1) i vrstama sijalica. Najveći procenat olova u njima sadrži staklo katodnih cevi (22 – 28%). Jednom rečju, u proseku u svakom CRT ekranu nalazi se 1,2 kg olova. Prema statistici 2012. godine u Kini je izbačeno oko 27 miliona televizora, od čega je 80% sa CRT ekranima. Iste godine proizvedeno je oko 4,2 milijarde fluorescentnih sijalica, što znači da je upotrebljeno 200.000 tona stakla sa olovom, a ako uzmemo u obzir da to staklo u sebi sadrži 15% olova, to je 30.000 tona olova. Godine 2011. u Evropskoj Uniji zabranjena je upotreba stakla sa olovom i propisano da sadržaj olova u sijalicama ne sme da pređe 0,2% [1].

Istraživanja upotrebe mrvljenog stakla iz katodnih cevi umesto jednog dela agregata u betonu dala su pozitivne rezultate. U ovom preglednom radu pomenuti su neki rezultati ovih istraživanja [2].

Dalja organizacija rada je sledeća. U sekciji 2 opisani su načini recikliranja CRT stakla i problemi koji se tom prilikom mogu javiti. U sekciji 3 opisani su rezultati istraživanja upotrebe stakla građevinarstvu. Sekcija 4 je zaključak.



Slika 1. CRT ekran.

#### 2. RECIKLIRANJE STAKLA IZ KATODNIH CEVI

Kako je olovo otrovno za živi svet, a njegova upotreba u industriji stalna, reciklaža stakla sa olovom, izdvajanje olova i njegova ponovna upotreba kao sirovine je prihvatljivo ali i skupo rešenje. Postoje tri načina reciklaže ovog otpada: upotreba za ponovno dobijanje CRT ekrana; upotreba za dobijanje drugih proizvoda; dobijanje olova kao sirovine.

U prvom slučaju staklo se drobi (slika 2), meša sa novim materijalom da bi se dobilo novo staklo. Ovu metodu već oдавно koriste svetski proizvođači ekrana. Međutim mogućnosti ovakve reciklaže su bile ograničene, a broj fabrika koje proizvode CRT ekrane se smanjivao, tako da je nakon prestanka proizvodnje CRT ekrana u svetu ostala velika količina ovog otpada koji se više nije mogao reciklirati u te svrhe.



**Slika 2.** Drobļeno staklo CRT ekrana.

Staklo CRT ekrana se može upotrebiti kao dodatak materijala i aditiva u proizvodnji građevinskih materijala: staklene vune, staklokeramičke cigle (slika 3) i samog betona.



**Slika 3.** Staklena vuna (levo) i staklokeramičke cigle (desno).

F. Mear je u svom istraživanju iskoristio staklo sa olovom kao sirovinu, dodao SiC i TiN kao sredstva za dobijanje pene i MgO kao sredstvo za snabdevanje kiseonikom i dobio visokoporoznu staklenu vunu na temperaturi od 800°C za 60 minuta [3].

U svom radu C. Poon [4] je drobljeno staklo sa olovom potopio u azotnu kiselinu kao pripremu, nakon toga dodao u mešavinu cementa, silikatne prašine i šljake u određenoj proporciji. Na osnovu rezultata ispitivanja betona nastalog od ove mešavine došlo se do zaključka da je moguće primeniti ovaj otpadni materijal u proizvodnji betona.

Iz ekonomskog aspekta upotreba stakla sa olovom je itekako prihvatljiva, međutim pošto sadrži otrovan metal – olovo, nije naročito popularno, tako da mnogi od ovih proizvoda nisu prihvaćeni na tržištu.

Treći način reciklaže – dobijanje olova iz otpada, je najbezbedniji za životnu sredinu i vraća olovo iz otpada. Tokom vremena menjale su se tehnologije za vršenje ovog procesa, ali se suštinski mogu podeliti na dva načina: razdvajanje pod visokom temperaturom i predobradu+hidrometalurško istiskivanje.

Razdvajanje pod visokom temperaturom primenjuje se decenijama. Utvrđeno je da je hemijski sastav stakla sa olovom u osnovi isti kao i sastav kvarcnog peska, koji se koristi kao agens u procesu topljenja olova i moglo bi da bude upotrebļeno umesto njega. Kompanije Doe Run i Xstrata's Home su uspešno upotrebile staklo sa olovom u procesu topljenja olova,

međutim tehničke specifikacije nisu navedene. Očigledan nedostatak ovog postupka su velike količine nusprodukata i visoka cena.

Poslednjih godina sve se više usavršava metoda hidrometalurškog istiskivanja olova iz stakla. Međutim, pošto je olovo u staklu veoma čvrsto vezan, direktnim istiskivanjem postiže se mali učinak. Da bi se povećala efikasnost postupka neophodno je izvršiti prethodna tretiranja stakla, kao što su subkritična i alkalna fuzija. H. Miyoshi je u svom istraživanju tretirao staklo u subkritičnoj vodi na temperaturi od 350°C i pritisku od 24 MPa, nakon toga je iz stakla u rastvoru azotne kiseline istisnuto 93% olova [5].

### 3. PRIMENA CRT STAKLA U GRAĐEVINARSTVU

Vršena su brojna istraživanja mogućnosti upotrebe recikliranog stakla u betonu. Istraživanja su sprovedena i na svežem i očvrslom betonu, s tim da su primarni rezultati ispitivanja karakteristike očvrsllog betona. Posebna pažnja je posvećena i alkalo-silikatnoj reakciji stakla  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  u prisustvu vlage, pošto je ovaj oblik korozije najštetniji u pogledu trajnosti konstrukcije.

Jedan od pravaca istraživanja je i akriviranje potencijalnih pucolanskih svojstava stakla. Da bi se to postiglo staklo mora da se usitni na veoma sitnu prašinu ( $< 10 \mu\text{m}$ ) sa dodatkom letećeg pepela i metakoalina. Istraživanje je pokazalo da bi u ovakvom sastavu moglo da se zameni 30% cementa [6].

D. Grdić i autori su u svom istraživanju ispitivali uticaj zamene dela prirodnog agregata recikliranim staklom na karakteristike maltera. Iz postrojenja za reciklažu stakla preuzeto je grubo drobljeno ekransko staklo, koje je dodatno usitnjeno do granulacije 0/4 mm, a nakon toga iz njega su odstranjene sve čestice manje od 0,125 mm, kako bi se postigla granulacija prirodnog agregata koji se koristi (slika 4) [2].



**Slika 4.** Grubo drobljeno staklo (levo) i naknadno usitnjeno staklo granulacije 0/4 mm (desno).

U cilju ispitivanja napravljeno je pet različitih mešavina. Odnos cementa i peska je u svakoj mešavini nepromenjen i iznosio je 1:3, a takođe i vodocementni faktor koji je iznosio 0,5. u referentnoj mešavini (E) imala je samo sitan rečni agregat, dok je u ostalih 4 mešavina zamenjeno redom 25% (WG25), 50% (WG50), 75% (WG75) i 100% (WG100) zapremine rećnog agregata. Prilikom izrade maltera izvršeno je ispitivanje sleganja svežeg maltera, sadržaj vazduha i izmerena je zapreminska težina. Utvrđeno je da se sleganje povećavalo sa povećanjem procenta stakla u mešavini (tebela 2). S obzirom da se staklo ne vezuje za vodu, za razliku od agregata, ta količina vode koja nije mogla biti vezana za staklo raspodelila se na cementnu pastu. Pošto je cementna pasta bila tećnija, to je dovelo do većeg sleganja uzoraka. Sadržaj vazduha u svim uzorcima varirao je oko vrednosti od 5%, što nije bilo očeki-



vano jer je u drugim istraživanjima koja su vršena sa povećanjem procenta stakla bio povećan i sadržaj vazduha sveže mešavine. Ispitivanje čvrstoće na pritisak ( $f_p$ ) i čvrstoće na zatezanje savijanjem ( $f_s$ ) vršeno je nakon 2, 7, 28 i 90 dana (tabela 1).

**Tabela 1. Rezultati čvrstoće na pritisak.**

Uzorak	Starost [dan]							
	2		7		28		90	
	$f_s$	$f_p$	$f_s$	$f_p$	$f_s$	$f_p$	$f_s$	$f_p$
[N/mm <sup>2</sup> ]								
E	5,6	27,5	7,9	46,3	8,4	55,3	9,3	62,8
WG25	6,0	29,8	7,3	43,6	8,1	57,2	8,1	62,5
WG50	5,9	30,6	7,5	44,9	7,6	57,1	6,8	64,7
WG75	5,8	29,6	6,4	45,7	7,0	51,8	6,0	62,8
WG100	5,9	29,6	5,9	41,6	6,0	49,2	5,9	59,3

Takođe vršeno je ispitivanje na dejstvo mraza na datim uzorcima tako što su uzorci zasićeni vodom zamrzavani na temperaturu od -20°C u trajanju od 4 sata, a zatim odmrzavani u vodi na temperaturi od 20°C. Izvršeno je ukupno 25 ciklusa, jedan ciklus na dan. Nakon toga izvršena su ispitivanja čvrstoće na zatezanje savijanjem i čvrstoće na pritisak, a rezultati su dati u tabeli 2.

**Tabela 2. Rezultati ispitivanja uzoraka posle zamrzavanja.**

Uzorak	Čvrstoća na zatezanje savijanjem	Čvrstoća na pritisak	Sleganje
	[N/mm <sup>2</sup> ]		[mm]
E	7,5	61,8	130
WG25	6,3	56,5	145
WG50	5,7	53,9	160
WG75	5,2	48,8	170
WG100	4,6	44,3	175

Čvrstoća na pritisak maltera se očekivano povećavala s vremenom. Razlike između najveće i najmanje čvrstoće uzoraka istih starosti su u granici tolerancije (8 N/mm<sup>2</sup>).

Čvrstoća na zatezanje, sa druge strane, opada sa povećanjem procenta stakla u malteru i kod uzorka WG100 starog 90 dana iznosi 5,9 8 N/mm<sup>2</sup> što je za 3,4 8 N/mm<sup>2</sup> manje od uzorka E. To je objašnjeno slabijom vezom između cementa i stakla. Na polomljenim uzorcima (slika 5) jasno se vidi da su površine delića stakla čiste (u uzorku kod kojeg je sav agregat zamenjen staklom), što znači da veza između cementne paste i stakla nije toliko jaka. Ovome ide u prilog to što linija lomljena modela sa staklom obilazi oko zrna stakla, a kod referentnog uzorka linija lomljenja je znatno pravija i prolazi kroz zrna agregata koja su pukla [2].



**Slika 5. Lom uzorka: uzorak sa 100% stakla (levo) i referentni uzorak sa 100% agregata (desno).**

#### 4. ZAKLJUČAK

Istraživanja su pokazala da zamena dela agregata u malteru menja karakteristike betona, što ne isključuje mogućnost njegove upotrebe. S obzirom na štetnost ovog otpada i iz ekonomskog aspekta upotreba u proizvodnji maltera bila bi poželjna, naravno u uslovima u kojima karakteristike koje bi se u malteru promenile ne bi bile od značaja. Takođe, znajući da je olovo otrovno, upotreba ovakvog maltera bila bi moguća u uslovima gde bi bila prihvatljiva u smislu namene objekta.

Staklo se može upotrebiti i u proizvodnji betona i drugih građevinskih proizvoda, a ispitivanja na ovu temu su rasprostranjena u svetu a i u našoj zemlji.

#### LITERATURA

- [1] W. Meng, X. Wang, W. Yuan, J. Wang and G. Song, "The recycling of leaded glass in cathode ray tube (CRT)," *The Tenth International Conference on Waste Management and Technology (ICWMT)*, 2016.
- [2] D. Grdić, N. Ristić, G. Topličić-Ćurčić, M. Protić and S. Marinković, "Impact of Replacement of Natural Aggregate With The Recycled Glass Obtained From Cathode Tubes On The Change of Cement Mortar Properties," *Society For Materials And Structures Testing of Serbia, XXVI Congress*, 2014.
- [3] F. Mear, P. Yot and M. Cambon, "Characterization of porous glasses prepared from cathode ray tube (CRT)," *Powder Technology*, 162 (1): pp. 59-63, 2006.
- [4] T. Ling and C. Poon, "Utilization of recycled glass derived from cathode ray tube glass as fine aggregate in cement mortar," *Journal of Hazardous Materials*, 192(2): pp. 451-456, 2011.
- [5] H. Miyoshi, D. Chen and T. Akai, "A novel process utilizing subcritical water to remove lead from wasted lead silicate glass," *Chemistry Letters*, 33(8): pp. 956-957, 2004.
- [6] S. C. Kou and C. S. Poon, "A novel polymer concrete made with recycled glass aggregates, fly ash and metakaolin," *Construction and Building Materials*, Vol. 41, pp. 146-151, April 2013.



# МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭКОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ

## METHODOLOGY OF ECOORIENTED ECONOMIC GHG ASSESSMENT IN CIVIL ENGINEERING

Irina P. Avilova, Maria O. Krutilova

*Belgorod State Technological University named after V.G. Shoukhov, Belgorod, Russia*

**Аннотация** - Экономический рост является основным фактором, определяющим тенденцию к увеличению выбросов парниковых газов (ПГ). Поэтому сокращение выбросов и стабилизация уровней ПГ в атмосфере становятся неотложной задачей во избежание худших прогнозируемых последствий изменения климата. Выбросы парниковых газов в строительной отрасли покрывают значительную часть промышленных выбросов парниковых газов и, как ожидается, будут последовательно увеличиваться. Проблема может быть успешно решена как с помощью экономических, так и организационных ограничений, основанных на усовершенствованных алгоритмах ценообразования и штрафования возможного экологического ущерба в строительстве.

**Ключевые слова:** Устойчивое развитие. Экологическое строительство. Парниковые газы. Экодевелопмент. Загрязнение атмосферы.

**Abstract** - Economic growth is the main determinant of the trend to increased GHG emissions. Therefore, the reduction of emissions and stabilization of CO<sub>2</sub> levels in the atmosphere become an urgent task to avoid the worst predicted consequences of climate change. As environmental issues continue to become increasingly significant, the energy required for construction and for the material production is getting of greater importance. The building's total embodied energy is proportional to the amount of the material used in construction stage and to the value of the material's and installation work's embodied energy. The problem can be successfully solved with the help of economic and organizational constraints, based on improved pricing algorithms and fine-tuning of possible environmental damage in construction.

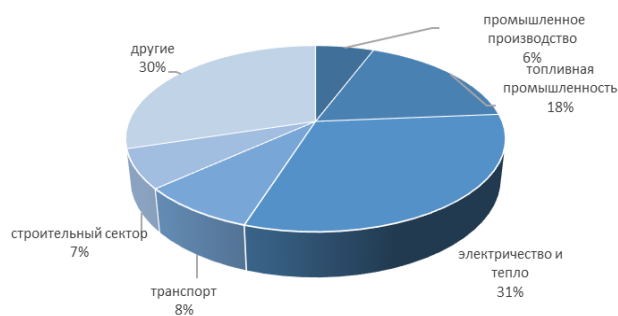
**Key words:** Sustainable development. Sustainable construction. Ecooriented assesement. Greenhouse gases. Ecodevelopment. Air pollution.

### 1. ВВЕДЕНИЕ

Повышение температуры на планете является актуальной проблемой настоящего и поэтому все страны задействованы в решении задачи по снижению выбросов парниковых газов, которые непосредственно влияют на повышение температуры. Россия занимает четвертое место в мире по объему выбросов парниковых газов и играет чрезвычайно важную роль. В 2010 г. выбросы в России составили 2202 млн т эквивалента CO<sub>2</sub> (без учета абсорбции углекислого газа из атмосферы поглотителями). Только при сжигании топлива Россия выбрасывает больше парниковых газов, чем все страны Центральной и Южной Америки вместе взятые из всех источников [1]. Сектор строительства должен стать одним из приоритетных направлений снижения ПГ, поскольку с 2010 года строительный сектор составляет почти 30% глобальных выбросов CO<sub>2</sub> (ОЕСД/IEA, 2010). В России выбросы составляют 7% от общего объема выбросов ПГ (рис. 1), в том числе сектор транспортных услуг (около 10%) имеет непосредственно отношение к строительству, что позволяет оценить общие выбросы в строительстве в диапазоне 12-15% [2].

### 2. МЕТОДОЛОГИЯ

Выбросы парниковых газов на этапе строительства, которые относятся к косвенными выбросами, как правило не рассматриваются в оценке жизненного цикла выбросов парниковых газов.



**Рисунок 1.** Выбросы парниковых газов в России по секторам экономики [3].

Следует отметить, что строительные материалы (в том числе их производство), строительные работы (в том числе строительные машины и механизмы) и транспорт – все эти процессы потребляют энергию и, следовательно, выделяют ПГ [3]. Несмотря на то, что в течение жизненного цикла здания был проведен ряд исследований по потреблению энергии и выбросам парниковых газов, практические методы количественной оценки выбросов парниковых газов на этапе строительства до сих пор не внедрены в жизненный цикл проекта строительства.

Общее энергопотребление здания зависит от строительных материалов, изделий и конструкций, и строительно-монтажных работ, используемых при строительстве, а также ранее потраченной энергии на транспортировку, производство и т.д. [4]. В этом случае важны класс экологической безопасности используемых материалов и класс энергобезопасности используемой технологии строительства. Таким образом, необходимо учитывать загрязнение окружающей среды и уменьшать выбросы на предпроектной и проектной стадиях, тем самым смягчая экологические последствия строительства зданий и сооружений. Важно не только повышать энергоэффективность, снижать потребление энергии и выбросов ПГ во время эксплуатации и технического обслуживания зданий, но и учитывать выбросы ПГ уже на проектной стадии, сокращая экологический вред уже на этапе проектирования, с помощью рационального выбора строительных материалов и технологий. Для снижения выбросов ПГ в атмосферу в строительной индустрии авторами предложена следующая методология [5]:

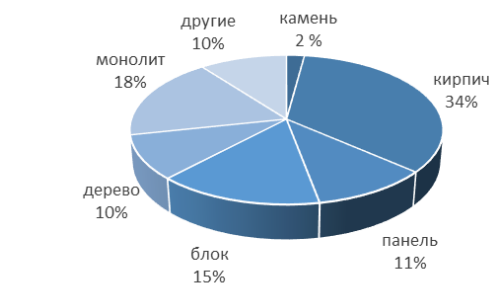
1. Методика определения объема основных энергоемких работ и строительных материалов, в зависимости от типа и назначения здания;

2. Методика определения выбросов парниковых газов на единицу объема основных строительных материалов (бетон, металлические и железобетонные конструкции) и на единицу объема основных работ, выполняемых при строительстве зданий (разработка грунта, работа экскаватора, грейдера, бортовых автомобилей, транспортировка материала от производителя, работа бетононасоса, автокрана и т.д.);

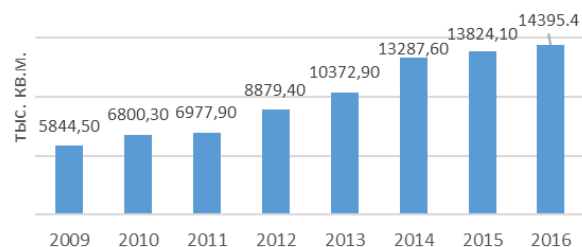
3. Внедрение условных «эко-штрафов» на проектной стадии за использование неэкологичных технологий строительства и сравнительная оценка стоимости строительства, включая альтернативные экологичные варианты.

Для определения объема основных энергоемких работ и строительных материалов, в зависимости от типа и назначения здания, для примера были рассмотрены наиболее распространенные в современном строительстве конструктивные схемы, используемые в гражданском строительстве. Конструктивные схемы, используемые в современном гражданском строительстве в России в последние 7 лет представлены на Рисунке 2. В среднем доля монолитных жилых домов увеличивается на 14% в год, следовательно, вопросы энергоэффективности и ресурсоэффективности в монолитном строительстве все более и более значимы. В результате проведенного анализа были выбраны железобетонные конструкции как наиболее распространенные и энергопотребляемые.

Согласно ABC-анализу [6], проведенному для типовых монолитных конструкций, можно выделить наиболее значимые, дорогие строительные материалы и строительно-монтажные работы. Это позволяет предварительно оценить эффективность “зеленых” строительных технологий в различных конструктивных схемах и выбрать наиболее рациональную.



Общая площадь построенных монолитных жилых домов



**Рисунок 2.** Классификация жилых домов по конструктивным материалам в Российской Федерации в 2009-2017 гг. [6].

Состав работ для устройства монолитного железобетонного каркаса:

1. Приготовление бетонной смеси;
2. Заливка бетонной смеси;
3. Вязка арматуры;
4. Устройство опалубки;
5. Транспортировка.

Согласно анализу, оптимальными конструктивными схемой каркаса в монолитных жилых зданиях являются следующие:

1. Часто размещенные квадратные колонны и отдельные жесткие стены;
2. Разнообразно размещены прямоугольные пилоны и жесткие стены;
3. Система продольных и поперечных стен.

Для оценки основных расходов на возведение ЖБ каркасов по различным конструктивным схемам, необходимо определить количество и стоимость необходимых материалов, машин и оборудования, а также пересчет на стоимость 1м<sup>2</sup> каркаса. Для определения выбросов парниковых газов на единицу объема основных строительных материалов и на единицу объема основных работ, выполняемых при строительстве зданий, необходимо проанализировать данные о выбросах ПГ.

**Таблица 1.** Выбросы парниковых газов от производства 1 м<sup>3</sup> типового бетона.

Выбросы ПГ	Ед.изм.	
Общие	кг	1,50848
CO <sub>2</sub>	кг	1,5
CO	г	0,86
NO <sub>x</sub>	г	2,3
SO <sub>x</sub>	г	3,3
CH <sub>4</sub>	г	1,7
HC	г	0,32

**Таблица 2.** Выбросы парниковых газов от производства стали.

Производство	Ед.изм.	Выбросы ПГ
Металлургический комплекс	Тонны на тонну продукта	1,6-2,2
Переработка металлолома		0,6-0,9

**Таблица 3.** Выбросы парниковых газов от работы строительных машин.

Тип машины	Мощность двигателя, кВт	Выбросы ПГ
Бортовой автомобиль	176	69 г/с
Кран	120	46 г/с
Бетоносмеситель	115	77 г/с
Сварочный аппарат	6	33 г/кг

Для определения общих выбросов ПГ при возведении ЖБ каркаса монолитного здания, предлагается использовать калькулятор выбросов парниковых газов.

**Таблица 4.** Калькулятор выбросов парниковых газов: строительно-монтажные работы (СМР).

Машины и Механизмы	Объем
<b>1. Бортовой автомобиль</b>	
Мощность двигателя, кВт	176
Грузоподъемность, т	10
Расчетное рабочее время, ч	1227
Оценочная эмиссия парниковых газов, г/с	24.5
<b>Общее количество выбросов ПГ, т</b>	<b>108</b>
<b>2. Кран</b>	
Мощность двигателя, кВт	120
Грузоподъемность, т	8
Расчетное рабочее время, ч	184
Оценочная эмиссия парниковых газов, г/с	46
<b>Общее количество выбросов ПГ, т</b>	<b>18.9</b>
<b>3. Бетоносмеситель</b>	
Мощность двигателя, кВт	115
Объем смешивания, м <sup>3</sup> / час	71
Расчетное рабочее время, ч	57
Оценочная эмиссия парниковых газов, г/с	77
<b>Общее количество выбросов ПГ, т</b>	<b>15.8</b>
<b>4. Сварочный аппарат</b>	
Мощность, кВт	6
Расчетное рабочее время, ч	218
Оценочная эмиссия парниковых газов, г/с	33
<b>Общее количество выбросов ПГ, т</b>	<b>5.9</b>
<b>Материалы</b>	
<b>1. Бетон</b>	
Оценочная эмиссия парниковых газов для производства цемента, г/куб.м.	1508

Расчетный объем бетона, куб.м	2704
<b>Общее количество выбросов ПГ, т</b>	<b>4.1</b>
<b>2. Сталь конструкционная</b>	
Оценочная эмиссия парниковых газов для производства цемента, т/т	0.6
<b>Общее количество выбросов ПГ, т</b>	<b>108</b>
<b>Общая эмиссия парниковых газов от стр. материалов, т</b>	<b>112</b>
<b>Общая эмиссия парниковых газов от стр. машин и механизмов, т</b>	<b>149</b>
<b>Общая эмиссия парниковых газов от СМР, т</b>	<b>265</b>

### 3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведенный метод экоориентированного цено-образования и определения сметной стоимости объектов строительства с позиции устойчивого развития позволяет проводить сравнительный анализ альтернативных вариантов используемых технологий и материалов в соответствии с возможным экологическим ущербом. Этот технический метод, основанный на выборе основных строительных материалов, работ, машин и т.д. позволяет оценить сметную стоимость строительства до и после эко-штрафов и может быть эффективным дополнительным инструментом на предпроектном и проектном этапах инвестиционно-строительных проектов. Совместно с государственной поддержкой и совершенствованием российского законодательства, представленный метод штрафования является эффективным способом снижения экологического вреда, причиненного строительным сектором.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Avilova I, Naumov A, Krutilova M. Methodology of cost-effective eco-directed structural design / International Multidisciplinary Scientific Geo Conference SGEM. No 53. p. 255-261.
- [2] Авилова И.П., Щенятская М.А. Управление эффективностью инвестиционно-строительных проектов через качественное состояние недвижимости/ Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 4. С. 141-145.
- [3] Avilova I, Krutilova M, Peresypkina E. Economic incentives of green standards in civil and municipal engineering / International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM. No 53. P. 551-557.
- [4] 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.
- [5] Корпеев А., Кокорин А. Russia's 2020 GHG emissions target: emission trends and implementation / Climate Policy. 2015.
- [6] Щенятская М.А., Авилова И.П., Наумов А.Е. Оценка финансово-экономических рисков инвестиционно-строительного проекта при дефиците исходных данных // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 1. С. 185-189.

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЛАСТИКОТРУБОБЕТОНА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

### EFFICIENCY OF PLASTIC TUBE CONCRETE IN CIVIL STRUCTURES

Alexander Dolzhencko, *BSTU under V.G. Shoukhov, Kostyukova 46, Belgorod, Russia*

Andrey Shevchencko, *BSTU under V.G. Shoukhov, Kostyukova 46, Belgorod, Russia*

Andrey Naumov, *BSTU under V.G. Shoukhov, Kostyukova 46, Belgorod, Russia*

**Аннотация** – В работе представлены текущие результаты анализа параметров напряженно-деформированного состояния пластикотрубобетона (ПТБ) — предлагаемого материала для гражданского строительства. На основании полученных экспериментальных данных, подтверждаемых конечноэлементным анализом главных напряжений теории Мора делается вывод о количественной эффективности использования ПТБ для быстровозводимых монолитных железобетонных каркасов, создаваемых в стесненных условиях строительства, осложняющих использование технологии традиционных опалубочных технологий.

**Ключевые слова:** Пластикотрубобетон. Трубобетон. Пластиковые трубы. Каркасное домостроение.

**Abstract** - The paper presents current results of experimental research of stress-strain state of the plastic tube concrete (PTC) — proposed efficient material for implementing in civil structures. Based on the obtained experimental data confirmed by finite element analysis through Mohr theory's main stresses one allowed to consider PTC as an effective construction for some elements of building framing erected in record-breaking time, in restricted construction areas and along with other obstacles complicating traditional concrete-based building technology in civil engineering.

**Key words:** Plastic tube concrete. Tube concrete. Polythene pipes. Frame house building.

#### 1. INTRODUCTION

Individual housing construction requires the use of inexpensive efficient construction technologies that allow the erection of vertical frame structures of buildings with minimal machine costs and time scales. At the same time, in the constructions of private houses, the loads created by the external environment are relatively small and have a well-predictable behavior. In these respect, a suitable constructive solution applied to vertical framings is tube concrete (TC).

It is common to use structural components consisting of steel tubes filled with concrete in building structures that mainly work in compression. Having analyzed many precedent experiments, it is possible to highlight the following main features of strain-stress behavior of TC structures:

- The concrete core is under volumetric compression.
- The encasement operates under conditions of a complex 'compression-stretching-compression' stress state.
- The lateral pressure magnitude of the concrete core on encasement  $\sigma_{br}$  insignificantly depends on the ratio of transverse strain coefficients of the concrete and the encasement due to the low elasticity of the encasement in comparison with that of the concrete.
- The joint work of the concrete core and the encasement continues up to PTC failure.

- The distribution of longitudinal deformations along the cross-section of TC structures during off-axis compression shows that it is possible to use the hypothesis of plane cross sections.

Other advantages of TC structures include cost effectiveness (less weight, less labor, less cost compared to concrete structures) and increased flexural rigidity [3]. The shortcomings include insufficient research as to how the construction behaves under off-axis compression, creep and shrinkage of concrete in a tube, the change in the controlled parameters of the structure over time. Some other disadvantages should be attributed to a large divergence in controlled parameters that occurs when sealing the concrete mixture manually. However, the latest studies show the swelling of concrete in a tube instead of its previously expected shrinkage, which undoubtedly has a positive effect on the concrete property.

In addition, the use of unprotected metal in high humidity or aggressive environments makes it difficult to operate TC building structures. The thickness of the tube, taking into account its decrease over time, has to be overdesigned (in excess) which reduces the cost effectiveness of this type of building structures. Besides, costs incurred to ensure constant repair of the tube protective coating are significant.



With that in mind and assuming that the use of a metal tube at low loads is not appropriate, the authors proposed using a plastic (polymer) tube as an encasement and further considered the actual operating conditions and stress-strain parameters of the proposed construction, specifically PTC.

Two types of plastics were used as a PTC encasement, namely, polypropylene and polyethylene that are the most widely applied to produce tubes with a diameter of more than 100 mm.

The advantages of plastics include:

- universal chemical and corrosion resistance;
- strength and elasticity;
- easy coloration process;
- lower thermal conductivity compared with metals.

The disadvantages include:

- decrease in heat resistance;
- flammability;
- aging from ultraviolet rays;
- large (8 times more than steel) coefficient of temperature expansion.

## 2. MAIN PART

To conduct initial testing of short specimens of structures from PTC, 9 specimens with an outer diameter of 110 mm and a height of 400 mm filled with heavy B15 grade concrete were made: 3 - in a polyethylene tube formwork, 3 - in a polypropylene tube formwork and 3 - in a formwork that was dismantled on the second day (Fig. 1).



**Figure 1.** Specimens of PTC structures in a plastic tube: 1–3 — unencased specimens; 4–6 — specimens in a polyethylene encasement; 7–9 — specimens in a polypropylene encasement.

After 28 days, the specimens were tested for central compression on a hydraulic press (Fig. 2). To control the strength of concrete in tubes, standard cubic specimens with dimensions of 100×100 mm and 70×70 mm were additionally tested.

The tests showed that concrete cylinders are destructed as per the classical scheme (crushing of pier-side areas and longitudinal cracks height), while the strength of PTC in the polyethylene encasement is higher than cubic by up to 35%, and in the polypropylene encasement - up to 15% (Table 1).

**Table 1.** Results of PTC stress test.

No.	Ultimate load, tf	Average load, tf
1	12.25	10.9
2	9.75	
3	10.75	
4	16.5	14.7
5	11.25	
6	16.25	
7	12.75	12.5

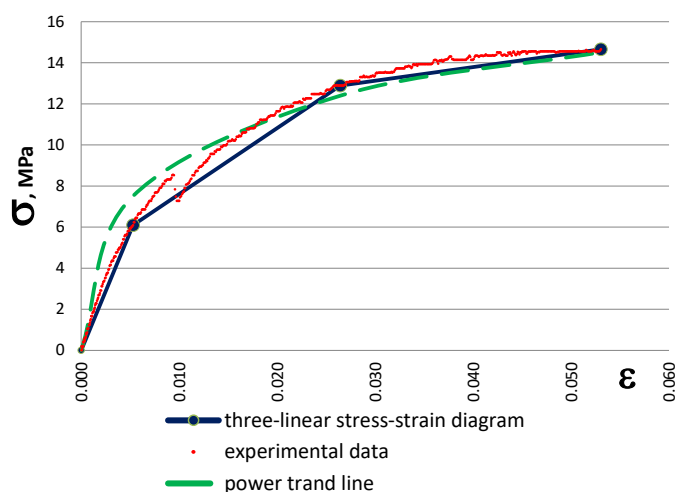
8	12.5	
9	12.25	

It is reasonable to determine the increased strength of PTC by implementing the above mentioned effect in a mathematical model that is calculated through the finite element method ensured by specialized software.

In order to study the type and nature of the physical nonlinearity of PTC plastics deformation, the authors experimentally determined the stress-strain characteristics of polyethylene used in PTC tubes on the universal hydraulic testing machine WEW-600D. The longitudinal and transverse strains were measured automatically with a 0.01% load step. The results of the tests are shown in Fig. 3.



**Figure 2.** Specimen of a short TC bar before testing.



**Figure 3.** PTC plastics stress-strain diagram (experimental data obtained by the authors).

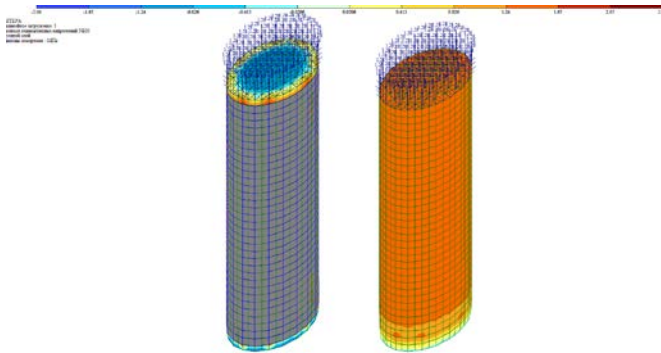
It was experimentally proved that with the increased loading, PTC plastics demonstrate a significant physical nonlinearity of stress-strain properties. The stress-strain modulus  $E$  falls from 1200 to 280 mPa with the increase in stresses from 0.1% to 100% of the ultimate breaking load, while the transverse strain coefficient  $\mu$  remains in the range 0.3-0.35. These results are consistent with those obtained by tube manufacturers who established similar characteristics of materials used in PTC encasements [11].

The PTC plastics stress-strain diagram is well approximated by the power function  $Y = a_2X^{b_2} + a_1X + a_0$ , from which coefficients  $a_2 = 863$ ;  $b_2 = 0.85$ ;  $a_1 = -499$ ;  $a_0 = -0.99$  were calculated, with the determination coefficient  $R^2 = 0.997$ .

The paper presents PTC numerical models that are comprised of exponential stress-strain diagram built in the software application Lira, and a three-linear piecewise continuous diagram of plastic deformation, based on the experimental studies.

In order to quantify the effect of physical and mechanical characteristics of PTC materials on the stress-strain behavior of the structure under central compression, the performance of a cylindrical PTC prism with a diameter of 110 and a height of 400 mm was simulated using the finite element method in stresses in Lira 9.6. Strength and stress-strain characteristics of the concrete were taken in accordance with the law included in program 21 (exponential normative strength), plastic tube - according to law 14 (piecewise linear deformation law).

The problem was solved in a volumetric nonlinear approach: plastic encasement plates 17×10×5 mm (FE No. 244 referred to as physically nonlinear universal quadrangular encasement FE) and bulk elements of the concrete core (FE No. 233 referred to as physically nonlinear trihedral prism) with sizes 11×13×10 mm (Fig. 6). The movements of the upper nodes were combined to simulate a low-deformative press cushion. The center-point load in 116 upper nodes was 1.28 kN, which corresponded to a load of 150 kN that destroyed the reference concrete prism specimen.



**Figure 4.** Finite element model of the tested PTC specimen (the reference unencased prism of the same concrete type and dimensions is on the right).

The main stresses arising in the middle sections of the simulated PTC specimens and the test non-encased concrete cylinder are shown in Fig. 5. The obtained values of  $\sigma_1 = 0.7$  MPa in both specimens are less than the normative strength of B15 concrete for uniaxial tension ( $R_{bt} = 1.1$  MPa), while  $\sigma_3 = 12.8$  MPa in the test cylinder is greater than the normative strength B15 concrete for uniaxial compression ( $R_{bm} = 11$  MPa) [17].

Considering the main stresses separately does not explain all possible causes of the material failure used in the test specimen. As a consequence, analyzing the modeling results the authors focused mainly on the stresses equivalent to uniaxial tensile stress in finite elements. It is assumed that if equivalent stresses  $\sigma_e > R_{bt}$  appear in the sections of the concrete specimen, cracks are formed resulting in the subsequent material failure. Accordingly, if equivalent stresses exceed the design concrete tensile strength, it indicates the formation and development of destructive processes in the material and the exhaustion of load capacity of the test specimen as per the ultimate limit state.

As noted in [8], it is reasonable to use Mohr theory to determine equivalent stresses  $\sigma_e$  in concrete cubes and

prisms. What is more, equivalent stresses in prisms determined by the theory for the state at which cracks are formed in concrete correspond to the tensile strength. This is quite convenient for analyzing strain-stress behavior of PTC concrete core that is a concrete cylinder of a certain class and the design concrete tensile strength.

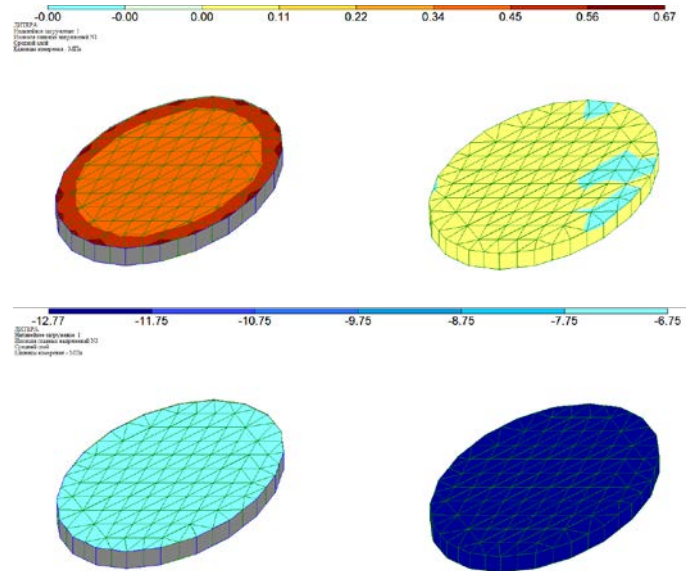
For brittle materials with different tensile and compressive strengths, the failure condition is determined according to Mohr theory, i.e. the envelope of the limit stress circles corresponds to failure (Fig. 8). In this case, the corresponding stresses under the volumetric stress look like:

$$\sigma_t = b \times \sigma_{br} - \sigma_{by},$$

where  $b = R_b / R_{bt}$ ,

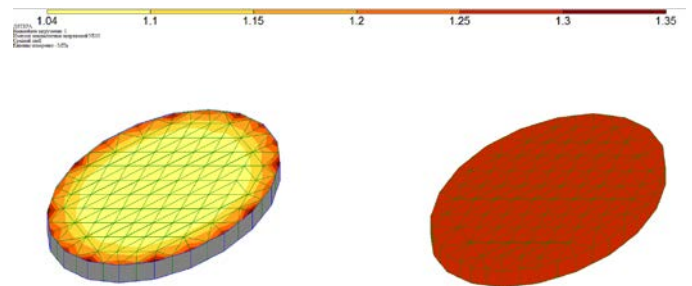
and Mohr strength condition looks like:

$$\sigma_t \leq [\sigma].$$



**Figure 5.** Main stresses ( $\sigma_1$  – at the top and  $\sigma_3$  – at the bottom), arising in the middle section of simulated specimens being destructed.

The design outcomes of equivalent stresses in accordance with Mohr theory for the study PTC specimen in a polyethylene encasement 5 mm thick and a test specimen of a non-encased concrete cylinder made of the same concrete are shown in Fig. 6.



**Figure 6.** Equivalent stresses  $\sigma_e$  in the middle prism section as per Mohr theory: study PTC concrete core – on the left; cylinder concrete test non-encased specimen – on the right

Equivalent stresses corresponding to the state of the test specimen failure were 1.35 MPa, which is higher than  $R_{btm}$  of B15 concrete. Equivalent stresses typical of the most part of PTC specimen were 1.0 MPa, which is less than  $R_{btm}$  and thus enables one to estimate PTC load capacity reserve in comparison with non-encased specimens up to 25% and is well conformed with the experimental data of the authors.

### 3. CONCLUSION

According to the results of the numerical experiment, the change in the value of transverse strain of the plastic encasement in the limits of 0.3 to 0.4 (up to 33%) does not significantly affect the stress-strain state of the PTC concrete core under load.

The determined relative decrease in the equivalent stresses of PTC that entails an increase in its load capacity with respect to a purely concrete structure is due to the redistribution of stresses in PTC elements during their joint operation. The discovered reserve to increase the PTC load capacity makes it possible to load its concrete core in a more rational way. Taking into account the low cost of a polymer tube, the use of PTC is a cost effective alternative to traditional structural solutions applied to frame elements in low-rise housing construction for some elements of building framing erected in record-breaking time, in restricted construction areas and along with other obstacles complicating traditional concrete-based building technology in civil engineering.

### 4. ACKNOWLEDGMENT

The work was carried out in the framework of the Program of flagship university development on the base of Belgorod State Technological University named after V.G. Shoukhov, using equipment of the High Technology Center at BSTU named after V.G. Shoukhov.

### REFERENCES

[1] A.A. Dolzhenko, "Shrinkage of Concrete in a Tubular Clip", *Concrete and Reinforced*, №8, 1960.

[2] A.E. Lopatto, "On the properties of concrete, hardened at the locked clips", *Building materials and construction*, №4, 1964.

[3] A.I. Kikin, RS Sanzharovsky, V.A. Truval, *Structures of steel pipes filled with concrete*, M., Stroyizdat, 1974, p. 144.

[4] J. Shtark, B. Mezer, "Study of hydration of Portland cement using scanning electron microscopy", *Cement and its application*, № 3, pp. 49–53, 2006.

[5] Hui Li, Hui-gang Xiao, Jie Yuan, Jinping Ou, "Microstructure of cement mortar with nano-partioles", *Composit B*, № 2, pp. 185–189, 2004.

[6] Feng Qi, Ba Hengjing, Fan Zhengyl, Yang Ying Gao Xiaojian, "The study of the microstructure at the interface in the early period of hardening of cement with fine dispersible fillers", *Fuhe Cailioa xuebau – Acta Mater. Compos. Sin.*, № 4, pp. 72–76, 2003.

[7] Middendorf, B. "Makro-Mikro-Nano-Nanotechnologie fur die Bindemined und Betonentwicklung", *Betonwerk–Fertigteil–Techn*, № 2, pp. 18–19, 2005.

[8] Yu.V. Krasnoshchekov, R.A. Galuzina, "Strength of concrete as resistance to destruction", *Bulletin of SibADI*, Issue 1 (47), pp. 61-65, 2016.

[9] SP 63.13330.2012

[10] S.P. Fesik, *Handbook on the resistance of materials*, 2 nd ed., p. 280, 1982.

[11] [http://www.gidroplast.ru/dictionary-truby/tekhicheskie\\_truby\\_pnd/](http://www.gidroplast.ru/dictionary-truby/tekhicheskie_truby_pnd/)

[12] A.V. Shevchenko, A.E. Naumov, A.V. Dolzhenko, "Effective Pipeline Concrete Structures for Individual Housing Construction", *Economics, Science, and Production: Proceedings No. 28*. Moscow: Publishing House "Moscow State Machine-Building University (MSMBU)", pp. 40-42, 2015.

[13] A.V. Shevchenko, A.V. Dolzhenko, A.E. Naumov, "Investigation of the strength of tube-concrete in plastic tubes for central compression", *Current Issues in Education and Science: proceedings of the international scientific and practical conference. Part 4*. Tambov: Consulting company Ucom, Ltd., pp 172-175, 2015. [International Scientific and Practical Conference "Current Issues in Education and Science", p. 210, 2015].

[14] Eurocode 4. *Designing of steel-reinforced concrete structures. General rules for buildings*, Transl. from German. Poltava: PSTU, p. 180, 1997.

[15] I.R. Gray, E.V. Chernyshova, "Steel-concrete in modern construction", *Science-intensive technologies and innovations: Jubilee International scientific-practical conference dedicated to the 60th anniversary of BSTU named after V.G. Shukhova, XXI scientific readings*. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhova, 2014, pp. 112-115 [Jubilee International Scientific and Practical Conference, dedicated to the 60th anniversary of BSTU named after V.G. Shukhova " Science-intensive technologies and innovations ", p. 265, 2014].

[16] I.R. Gray, *Stress-strain state of reinforced concrete beams of rectangular cross-section with a composite clip under compression and bending*, dis. cand. tech. sciences. Belgorod, p. 159, 2000.

[17] L.K. Luksha, *Strength of tube-concrete*. Minsk: High, 1977.

[18] P. S. Sanzharovsky, *Theory and calculation of the strength and stability of structural elements from steel tubes filled with concrete*.

[19] V.A. Kataev, "Theoretical study and calculation of tube-concrete rods ", *Concrete and Reinforced Concrete*, №2, pp. 26-28, 1993.

[20] G.V. Nesvetaev, I.V. Rezvan, "Evaluation of the strength of tube-concrete", *Fundamental research*, № 12-3, pp. 580-583, 2011.

## КОНЦЕПЦИЯ ДИГНОСТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ СТЕНДОВЫХ ИСПЫТАНИЙ ДИЗЕЛЕЙ МАГИСТРАЛЬНЫХ И МАНЕВРОВЫХ ТЕПЛОВОЗОВ

### КОНЦЕПТ ДИЈАГНОСТИЧКОГ ОСИГУРАЊА ТЕХНОЛОГИЈА ЗАШТИТЕ ЕНЕРГИЈЕ ЗА СТАНДАРДНЕ ТЕСТОВЕ ДИЗЕЛ МОТОРА МАГИСТРАЛНИХ И МАНЕВАРСКИХ ЛОКОМОТИВА

Виктор Д. Зонов, БГТУ им. В. Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород.  
Владимир П. Кожевников, БГТУ им. В. Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород

**Аннотация** - Диагностическое обеспечение энергосберегающих технологий двигателя внутреннего сгорания (ДВС), при проведении стендовых испытаний, позволяет оценить динамику и кинетику процесса горения топлива в цилиндре двигателя. При этом особый интерес представляет диагностика механизма зарождения, формирования и расщепления топливного факела по дисперсному составу в момент распада на отдельные капли. Изучение и диагностика механизма распада топливного факела на отдельные капли позволяет дать ответ на вопрос о количественных характеристиках и дисперсном составе абразивных частиц, оставшихся после испарения и выгорания топлива в цилиндре двигателя и их влиянии на качество обкаточных испытаний.

**Ключевые слова:** Энергосберегающие технологии. Диагностика. Закон топливоподачи.

**Садржај** - Дијагностичка подршка технологија штедне енергије мотора са унутрашњим сагоревањем (ИЦЕ), током тестова на бенчу, омогућава процену динамике и кинетике процеса сагоревања горива у цилиндру мотора. Од посебног интереса је дијагноза механизма нуклеације, формирања и стратификације пламена горива помоћу дисперговане композиције у време распадања у појединачне капљице. Од посебног интереса је дијагноза механизма нуклеације, формирања и стратификације пламена горива помоћу дисперговане композиције у вријеме распадања у појединачне капљице. Истраживање и дијагноза механизма распадања горива у индивидуалне капљице омогућавају одговор на питање о квантитативним карактеристикама и распршеном саставу абразивних честица остављених након испаравања горива у цилиндру мотора и њиховог утицаја на квалитет тестова у току.

**Кључне речи:** Технологија уштеде енергије. Дијагностика. Закон о снабдевању горивом.

#### 1. ВВОД

Наука и пракса дијагностичког обезбеђивања технологија штедне енергије железничког транспорта прелазе на фундаментално нови ниво међународног уједињења и захтеве за ефикасно коришћење горива и енергетских ресурса (ТЕР) као предуслов за улазак конкурентних производа на тржиште. Концептуално, проблем дијагностичког обезбеђивања технологија штедне енергије за покретање тестова треба да се формулише као "идеалан" модел који узима у обзир разноликост параметарских и извршних функционалности. Истовремено, "идеалан" модел дијагностичке подршке требало би да буде транспарентан у свим фазама технолошког процеса покретаних испитивања, што омогућава, да изврши стручну процену према главном параметру, - вредност потрошње горива у реалном времену.

#### 2. МЕТОДОЛОГИЈА

Сложена одлука стручне дијагностике технологије штедне енергије у погледу квалитета тестова рада је вишеструки задатак који ће омогућити:

-врши праћење рада елемента по елементу рада клипова цилиндара и клипова (ЦПГ) дизелских мотора на сваком од услова рада дизел мотора магистралних и локалних дизелских локомотива;

- на принципалној новој основи за решавање проблема аутентичности, поузданости и објективности резултата испитивања електрана на главним и маневарским локомотивама.

#### 3. РЕЗУЛТАТИ, ИСТРАЖИВАЊА И ЊИХОВА ДИСКУСИЈА

Дуготрајне теоријске и експерименталне студије обезбеђивања дијагностичког квалитета клипа цилиндара и клипа (ЦПГ) довеле су до разумевања недовољног знања о дијагностичкој подршци процеса снабдевања горивом до цилиндара дизел мотора главних и ранжих локомотива. Пошто је разумео механизам разградње горива у цилиндру мотора у сваком од услова рада, могуће је направити дијагностички алат за подршку који карактерише квалитет рада ЦПГ-а при сваком укљученом начину рада мотора са унутрашњим сагоревањем (ДВС).



Аутори су успоставили закон о снабдевању горивом дизел мотора, домаће и стране [1], што осигурава елиминацију грешака у убризгавању горива и неуједначених циклуса убризгавања горива и цилиндара у цели опсег брзине ротације и снаге за покретање испитивања.

Узимајући у обзир да се приликом покретања тестова увођење ЦППГ-а углавном одвија у условима мировања и ниског оптерећења, очигледна је потреба за математичким моделом за дијагностику закона о снабдевању горивом [2] и механизмом распадања горива у овим режимима у цилиндру мотора.

Математички модел за дијагностику процеса снабдевања горивом, који утиче на квалитет уласка у ЦППГ, развијен је узимајући у обзир ограничавајућу релативну грешку у израчунавању параметра стабилизације потрошње горива у сваком од услова рада [2].

Дијагноза је искуство, па је максимална релативна грешка непознате функције једнака диференцији природног логаритма, тј.

$$\partial_y = \pm \frac{d_y}{y} = \pm d(\ln y). \quad (1)$$

Главни дијагностички индекс који карактерише технологију штедне енергије за покретање тестова мотора са унутрашњим сагоревањем (ДВС) је специфична ефикасна потрошња горива.

$$g_e = B_4 / N_e \quad (2)$$

Где је  $B_4$  - дневна потрошња горива,

$N_e$  - ефективна снага.

Уопштено, не само вредност, већ и, на пример, потрошња уља у диму, дим издувних гасова и други параметри могу се користити као почетне информације.

Ефективна снага израчунава се на основу мерења напона и струје генератора.

$$N_e = V \cdot (I_1 + I_2 + I_3), \quad (3)$$

где је  $V$  напон на терминалима генератора,

$I_1, I_2, I_3$  - фазне струје.

Након трансформације у складу са (1), једначина (4) узимајући у обзир (3) узима облик

$$\partial g_e = \pm (\partial B_4 + \partial V + K_1 \cdot \partial I_1 + K_2 \cdot \partial I_2 + K_3 \cdot \partial I_3), \quad (5)$$

$$\text{где је: } K_1 = \frac{I_1}{I_1 + I_2 + I_3}; K_2 = \frac{I_2}{I_1 + I_2 + I_3}; K_3 = \frac{I_3}{I_1 + I_2 + I_3}$$

коэффициент утицаја.

Користећи принцип једнаког утицаја, одређујемо релативне грешке.

$$\partial B_4 = \pm 0.2 \partial g_e; \partial V = \pm 0.2 \partial g_e; \partial I_1 = \pm 0.2 \frac{\partial g_e}{K_1}; \partial I_2 = \pm 0.2 \frac{\partial g_e}{K_2}; \partial I_3 = \pm 0.2 \frac{\partial g_e}{K_3}$$

Да проценимо грешку мерења осталих информативних параметара укључених у алгоритам, користимо једначину унутрашње топлотне равнотеже, презентујући је у складу са методом малих одступања

$$\partial t_i = \pm (K_4 \partial \Delta_{HP} + K_5 \partial \Delta_{HP} + K_6 \partial W_{OG} + K_7 \partial q_{VX}), \quad (5)$$

$$\text{где је: } K_4 = \frac{\Delta_{HC}}{t_i}; K_5 = \frac{\Delta_{HC}}{t_i}; K_6 = \frac{W_{OG}}{t_i}; K_7 = \frac{q_{VX}}{t_i};$$

коэффициенти утицаја.

Користећи параметре начина рада дизела, усвојеног као контрола ( $t_i = 0.7; q_{VX} = 0.43; W_{OG} = 0.1; \Delta_{HP} = 0.02; \Delta_{HC} = 0.01$ ), добијамо израчунату једначину

$$\partial t_i = \pm (0.021 \partial \Delta_{HC} + 0.042 \partial \Delta_{HP} + 0.21 \partial W_{OG} + 0.936 \partial q_{VX}) \quad (6)$$

Ограничавајућа релативна грешка у одређивању фракције топлоте изгубљене са излазним гасовима одређује зависност

$$\partial q_{VX} = \pm (\partial \lambda_{\Sigma} + K_8 \cdot \partial t_T + K_9 \cdot \partial t_S), \quad (7)$$

где је:  $K_8 = \frac{t_T}{t_T - t_S}, K_9 = \frac{t_S}{t_T - t_S}$  коэффициенти утицаја.

Користећи искуствене податке контролног мода, добијамо

$$\partial q_{VX} = \pm (\partial \lambda_{\Sigma} + \partial t_T + 0.1 \partial t_S) \quad (8)$$

Компонента која улази у једначину (7)  $\partial \lambda_{\Sigma}$  може се израчунати на основу једначине

$$\partial \lambda_{\Sigma} = \pm (0.05 \partial [O_2] + 0.02 \partial [CO_2] + 0.02 \partial [H_2O] + 0.06 [C_n H_m] + 0.02 [CO]) \quad (9)$$

Извођење калкулација захтева процену грешке у мерењу других критичних параметара:  $t_T, t_S, t_O$ ,

Користимо једначине да одредимо грешку у израчунавању адиабатске ефикасности турбокомпресора

$$\partial \eta_{ад.к} = \pm (3.26 (\partial T_0 + \partial T_k) + 1.21 (\partial p_k + \partial p'_0)) \quad (10)$$

интерна ефикасност турбине

$$\partial \eta_{от} = \pm (4.26 (\partial T_T + \partial T_{OT}) + 1.06 (\partial p_T + \partial p_{OT})) \quad (11)$$

Механичка ефикасност турбокомпресора

$$\partial \eta_{МТК} = 0.037 \partial \eta_{ТК}$$

Резултујући математички модел, уграђен у алгоритам дијагностичког осигурања контроле квалитета технологије штедне енергије, може да формулише, базирајући се на теорији система дијагностичке подршке (СДО), основна начела концепта енергетски уштедних технологија (ЭСТ).

Општи концепт СДО формулише системске особине и имплементацију принципа модела дијагностичке квалитета (МДК) технологије уштеде енергије која се покреће.

Под МДК је уређен скуп елемената, веза, уређаја (у даљем тексту - подсистеми) који су повезани једни с другима помоћу усмерених веза које дјелују као јединствена јединица и имају за циљ заједнички циљ. Основни подсистеми МДК су агрегати средстава физичке и статистичке квалитете дијагностике, укључујући подсистеме:

-тестира се на отпор (стабилност) на утицај спољашњих фактора и на поузданост;

-физичка (локална и интегрална) дијагноза;

-физичка и техничка анализа узрока (предуслови, преткуртори) неуспеха и других недоследности;

-статистичка дијагноза;

-моделирање формирања недостатака и деградације параметара, откривање недостатака помоћу квалитетне дијагностике (ДК);

-комплекс евалуација квалитета објекта дијагнозе (ОД).

У принципу МДК представља скуп међусобно повезаних средстава ДК који имплементирају принцип сложености.

Принцип сложености је да се у свим фазама животног циклуса мотора са унутрашњим сагоревањем, поред технологије за покретање тестова могу користити све методе тестирања, дијагностике и анализе које пружају прилику за ефикасно идентификовање свих потенцијалних ризика.

Овај принцип у потпуности одговара одредбама ИСО 9000.

#### 4. ЗАКЉУЧАК

1. Концепт дијагностичке подршке технологијама штедње енергије за уводне тестове електрана магистралних и маневарских локомотива у потпуности испуњава захтеве ИСО 9001.

2. Успостављени закон о снабдевању горивом омогућава формулисање захтева за дијагностичке системе подршке за покретање технологија за тестирање, које су неопходне за доношење управљачких одлука за побољшање квалитета, уштеде енергије и уштеде ресурса.

3. Процена ефикасности дијагностичке подршке вам омогућава да уведете корекције у дијагнозног моделу, узимајући у обзир промењену ситуацију, на пример, промену захтева регулаторне документације за побољшање објекта дијагнозе.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Пат.30267 Украјина F02M 45/00. Специјална пумпа за дизел и гас-дизел мотор Зонов В.Д. пупли. 25.02.2008, Бюл.№4.
- [2] Зонов В.Д. Побољшање квалитета вожње цилиндрично-клипне групе дизел мотора путем интензивирања процеса снабдевања горивом // Триболошки проблеми(Problems of Tribology).-2010.-№1. –С.104-107.

ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ПОЛИТИКИ ПОВЫШЕНИЯ  
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ

## INSTITUTIONAL ISSUES OF BUILDINGS ENERGY EFFICIENCY POLICY

Maria O. Krutilova, Anastasia Y. Shkrabovskaya

*Belgorod State Technological University named after V.G. Shoukhov, Belgorod, Russia*

**Аннотация** - Изменение климата признается одним из основных препятствий на пути устойчивого развития. Недавние тревожные выводы Межправительственной комиссии по изменению климата (МГЭИК, англ. Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) показывают, что этот процесс идет еще быстрее, чем ожидалось. Изменение климата вызвано выбросами парниковых газов (ПГ) по всем видам экономической деятельности, связанных с энергетикой, транспортом, промышленностью, зданиями, сельским хозяйством, управлением энергетическими ресурсами и отходами. Но стоит заметить, что строительный сектор, в том числе эксплуатация зданий, вносит около трети всех связанных с энергетикой выбросов CO<sub>2</sub> во всем мире. В этой связи в статье рассматриваются проблемы и пути решения повышения энергоэффективности зданий и уменьшения экологического воздействия на окружающую среду.

**Ключевые слова:** Устойчивое развитие. Экологическое строительство. Энергоэффективность. Экодевелопмент.

**Abstract** - Climate change is recognized as one of the main obstacles to sustainable development. The recent report of Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) show that this process goes even faster than expected. Climate change caused by greenhouse gas emissions (GHG) for all types of economic activity related to energy, transport, industry, buildings, agriculture, management of energy resources and waste. But it's worth noting that the construction sector, including the operation of buildings contributes about one third of all energy-related CO<sub>2</sub> emissions worldwide. In this regard, the article discusses problems and solutions to improve the energy efficiency of buildings and reduce their environmental impact on the environment.

**Key words:** Sustainable development. Green building. Energy efficiency, ecodevelopment.

## 1. ВВЕДЕНИЕ

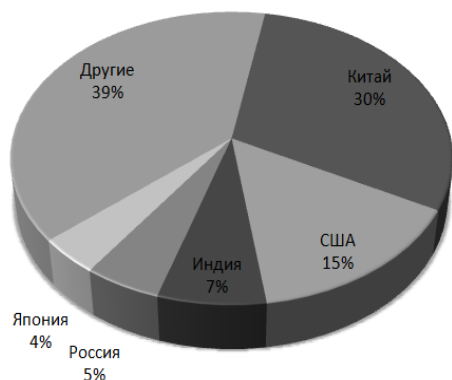
Парниковый эффект – это свойство атмосферы пропускать солнечную радиацию (ультрафиолетовое излучение) и частично задерживать земное (инфракрасное) излучение, тем самым, способствуя аккумуляции тепла Землей, средняя температура поверхности которой в настоящее время составляет около 15 °С. При данной температуре поверхность планеты и атмосфера находятся в тепловом равновесии [1]. К парниковым газам (ПГ) принято относить такие компоненты атмосферы естественного и антропогенного происхождения, которые поглощают и излучают радиацию в том же инфракрасном диапазоне, что и поверхность Земли, атмосфера и облака. К ним относятся: водяной пар (H<sub>2</sub>O), диоксид углерода (CO<sub>2</sub>), метан (CH<sub>4</sub>), закись азота (N<sub>2</sub>O), тропосферный озон (O<sub>3</sub>) и некоторые другие, например, антропогенные хлорфторуглероды (ХФУ), гидрофторуглероды (ГФУ), перфторуглероды (ПФУ), шестифтористая сера (SF<sub>6</sub>), которые под воздействием солнечного излучения распадаются, поставляя активные радикалы хлора, разрушающие озоновый слой. Без такого газового «покрывала», окутывающего Землю, температура на её поверхности была бы ниже на 30-40 °С, что

обусловило бы трудности существования живых организмов в таких условиях. Существует три основных способа сокращения выбросов парниковых газов: сокращение использования энергии, замена ископаемого топлива возобновляемыми источниками энергии и повышение энергоэффективности. Основное внимание уделяется инструментам политики, которые направлены на повышение энергоэффективности или сокращение использования энергии и тем самым сокращение выбросов парниковых газов, поскольку они показали, что они являются одними из самых дешевых и наиболее важных вариантов сокращения выбросов парниковых газов из зданий [2].

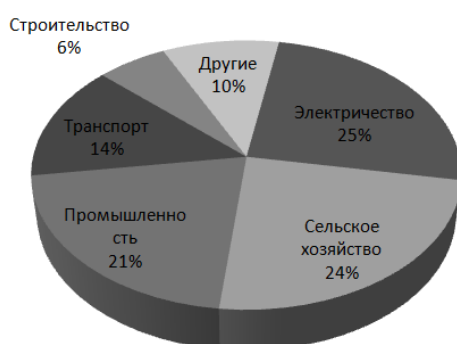
## 2. МЕТОДОЛОГИЯ

До недавнего времени Россия была на третьем месте по объёму выбросов парниковых газов, но на сегодняшний день по выбросам CO<sub>2</sub> наша страна уже четвертая (нас «опередила» Индия). Относительный вклад РФ в глобальные выбросы ПГ сократился до 3 % [3]. Изменение климата признается одним из основных препятствий на пути устойчивого развития. Недавние тревожные выводы Межправительственной группы экспертов по изменению климата указывают на то, что этот процесс развивается еще

быстрее, чем ожидалось. Хотя климатические изменения вызваны и ускорены выбросами парниковых газов (ПГ) от всех источников, такие как транспорт, промышленность, здания, сельское хозяйство, энергетика. Здания составляют около трети всех выбросы CO<sub>2</sub> во всем мире.



**Рисунок 1.** Распределение выбросов ПГ по странам.



**Рисунок 2.** Распределение выбросов ПГ по секторам экономики [4].

Исследования, проведенные Межправительственной группой экспертов по изменению климата (МГЭИК, англ. Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC), показали, что выбросы CO<sub>2</sub> в зданиях могут быть уменьшены примерно на 30%, вследствие внедрения экономически эффективных административных инструментов. Таким образом, использование потенциала в строительном секторе будет в значительной степени способствовать решению проблемы глобального изменения климата. Более того, реализация этого потенциала также имеет сопутствующие преимущества: снижение загрязнения воздуха, улучшение здоровья населения и снижение смертности, улучшение социального обеспечения и энергетической безопасности и др. Существует достаточно большой потенциал повышения энергоэффективности зданий, но который не реализован до настоящего времени. Это связано с определенными характером сектора и рынков, технологий и конечных пользователей, которые препятствуют внедрению рациональных, энергосберегающих решений, применимых в течение жизненного цикла здания. Поэтому меры и инструменты, направленные на преодоление этих препятствий на пути применения технологий энергоэффективности, в настоящее время являются важными и актуальными.

Основываясь на статистических данных и необходимости внедрения мероприятий по снижению выбросов ПГ, все больше стран проводят политику повышения энергоэффективности в зданиях. Большая часть территории России находится в зонах с суровым климатом, где

энергоэффективность зданий чрезвычайно низка (по сравнению со зданиями в развитых странах со сходным климатом). Поэтому особое внимание направлено на оценку и сравнение наиболее актуальных административных инструментов, применяемых в строительном секторе, для повышения энергоэффективности зданий и сокращения выбросов парниковых газов. В настоящее время проводилось лишь несколько комплексных сравнительных оценок административных инструментов в целях повышения энергоэффективности в строительном секторе. Существующие исследования в основном сравнивают лишь отдельные инструменты и меры, или небольшую совокупность мероприятий, или проведены, в общем, для всех секторов экономики. Для создания эффективной и работающей системы институциональных инструментов снижения выбросов ПГ в зданиях, необходимо проанализировать и сравнить стандарты и инструменты, наиболее используемые в мировой практике, и оценить результаты внедренных административных инструментов. Основные цели, направленные на сокращение выбросов, экономически эффективного использования ресурсов и энергии, следующие:

1. Сравнение наиболее значимых административных инструментов и определение наиболее эффективных и рентабельных с точки зрения экономии энергии и сокращения выбросов ПГ.
2. Выделение примеров практической реализации таких административных инструментов.
3. Анализ факторов успеха этих административных инструментов.
4. Изучение, административных инструментов и пакетов административных инструментов, которые наилучшим образом могут преодолеть определенные барьеры.
5. Анализ ситуации в развивающихся странах в отношении обоснованности и реализации факторов успеха таких административных инструментов.

Проведенный анализ мировой практики выявил основные препятствия на пути энергоэффективности зданий, в том числе в строительном секторе. Выделим основные барьеры в Таблице 1.

**Таблица 1.** Препятствия для повышения энергоэффективности зданий.

Категории барьеров	Определение	Примеры
Экономические и финансовые	Соотношение инвестиционных затрат и стоимости энергосбережения	- Более высокие первоначальные затраты на более эффективное оборудование не имеют доступа к финансированию; - Энергетические субсидии; - Отсутствие интернализации экологических, медицинских и других внешних издержек.
Скрытые затраты и выгоды	Стоимость или риски (реальные или предполагаемые), которые не учитываются непосредственно	- Затраты и риски из-за потенциальных несовместимостей, рисков производительности, транзакционных издержек и т. д.;



	в финансовых потоках	- Плохое качество электроэнергии, особенно в некоторых развивающихся странах.
Неудачи рынка	Структуры рынка и ограничения, которые препятствуют согласованному компромиссу между конкретными инвестициями в эту отрасль и преимуществами экономии энергии	- Ограничения типичного процесса проектирования здания; - Фрагментированная структура рынка; - Разделение арендодателя и арендатора и неуместные стимулы; -Административные и регуляторные барьеры (например, включение технологий распределенной генерации); -Несовершенная информация; -Недоступность оборудования для энергоэффективности локально.
Поведенческие и организационные ограничения	Поведенческие характеристики отдельных лиц и компаний, которые препятствуют технологиям и практике в области энергоэффективности	-Тенденция игнорировать небольшие возможности энергосбережения; -Организационные сбои (например, внутренние стимулы с разделением); -Неуплата и кража электроэнергии; -Традиции, поведение и образ жизни, коррупция; -Переход в энергетическую экспертизу: потеря традиционных знаний и неприменимость западных методов.
Информационные	Отсутствие информации о потенциалах энергосбережения	-Отсутствие понимания потребителей, руководителей зданий, строительных компаний, политиков.
Политические и структурные	Структурные характеристики политической, экономической, энергетической системы, которые затрудняют инвестиции в энергоэффективность	-Процесс разработки местного законодательства медленный; -Пробелы между регионами на разных экономических уровнях; -Недостаточное соблюдение стандартов; -Отсутствие подробных рекомендаций, инструментов и экспертов; -Отсутствие стимулов для инвестиций в ЭЭ; -Отсутствие руководства / интересов руководства; -Отсутствие тестирования оборудования / сертификации; -Неадекватные уровни энергообеспечения.

внедрять административные инструменты, позволяющие провести оценку и сравнение наиболее важных барьеров на пути к повышению эффективности использования энергии и сокращения выбросов парниковых газов в зданиях.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Кокорин А.О., Федоров А.В., Сенова О.Н., Чупров В.А. Меры по снижению в России выбросов парниковых газов и приоритеты работы российских неправительственных организаций. – М., 2012. WWF России.
- [2] Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_144190](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_144190) / (Дата обращения: 20.10.2017).
- [3] Авилова И.П., Щенятская М.А. Управление эффективностью инвестиционно-строительных проектов через качественное состояние недвижимости // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 4. С. 141-145.
- [4] Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.). Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change // Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 2013.
- [5] Ходыкина И.В., Крутилова М.О. Основные аспекты экологического законодательства Российской Федерации в сфере строительства // Вестник научных конференций. 2016. № 3-2 (7). С. 100-102.
- [6] Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gks.ru/> (Дата обращения: 20.10.2017).
- [7] Крутилова М.О., Авилова И.П. Методические основы эконоориентированного ценообразования в строительстве [Электронный ресурс] // VII Международный молодежный форум «Образование, наука, производство». – Белгород, 2015.
- [8] Avilova I, Naumov A, Krutilova M. Methodology of cost-effective eco-directed structural design // International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM, No 53. p. 255-261.
- [9] 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.

## 3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время используется более 30 инструментов политики устранения препятствий для повышения энергоэффективности зданий, включая, например, применение стандартов энергоэффективности, программы государственного руководства, схемы ценообразования, сертификаты энергоэффективности, управление спросом на коммунальные услуги и другие. Поэтому необходимо совершенствовать существующие и разрабатывать меры и

АНАЛИЗ РАБОТЫ БАЛКИ С ГОФРИРОВАННОЙ СТЕНКОЙ И ПОЯСАМИ ИЗ  
ЗГСПANALYSIS OF THE WORK OF THE BEAM WITH A GOLFLED WALL ANDBELTS  
FROM THE OGSP

Н.В. Солодов, БГТУ им. В. Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород.  
К.А. Усов, БГТУ им. В. Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород.  
В.А. Ечин, БГТУ им. В. Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород.

**Аннотация** – Выполнен численный расчет и анализ работы трех изгибаемых элементов (балок) традиционной и усовершенствованной конструкции. Балка новой конструкции имеет положительное решение по заявке на полезную модель. Суть нового конструктивного решения – пояса коробчатого сечения и гофрированная тонкая стенка. Дано сравнение показателей металлоемкости и экономической эффективности.

**Ключевые слова:** Изгибающий элемент. Гофрированная стенка. Коробчатый пояс балки. Устойчивость. Прочность. Металлоемкость.

**Abstract** - I am giving my talk on how to analyse three bending, traditional elements and how you can improve construction. New constructions beam has a positive solution for an application for a useful model. The essence of the new constructive solution is a box section belt and a corrugated thin wall. There is also comparison between indexes of metal consumption and economic efficiency.

**Key words:** Bending element. Corrugated wall. Boxed belt of the beam. Stability. Metal consumption.

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Предложена новая конструкция балки [1] с новым видом поясов, выполненных из замкнутого гнуто-сварного профиля. В статье приведены результаты анализа напряженно-деформированного состояния и металлоемкости такой балки и сравнение её с другими вариантами исполнения балок по прочности при действии нормальных напряжений, по жесткости и по устойчивости. Конструктивные решения исследуемых балок приняты следующими: балка со стенкой и поясами из листовой стали, далее именуемая как образец 1; балка с гофрированной стенкой и поясами из листовой стали, далее именуемая как образец 2; балка с гофрированной стенкой и поясами из ЗГСП, далее именуемая как образец 3.

Длина всех балок одинакова и составляет 4,5м, остальные геометрические размеры сечения балок указаны на рисунке 1.

Балку рассчитываем как шарнирно опертую. Для всех типов балок принимаем погонную нагрузку 10т/м. Назначаем следующие свойства материала: плотность 7,85т/м<sup>3</sup>, коэффициент Пуассона 0,3, модуль упругости 2е7 т/м<sup>2</sup>. Максимальный изгибающий момент равен 248,32 кНм, максимальная поперечная сила 220,73 кН.

## 2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Расчет нормальных напряжений был произведен вручную и в программном комплексе ЛИРА. По геометрическим размерам сечений были найдены моменты инерции,

моменты сопротивления и рассчитаны нормальные напряжения. При расчете балок с гофрированной стенкой используются формулы для приведения сечения балки к эквивалентному сечению с плоской стенкой [2].

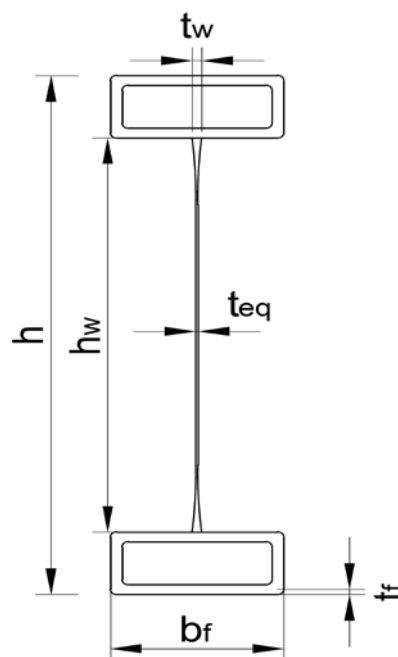
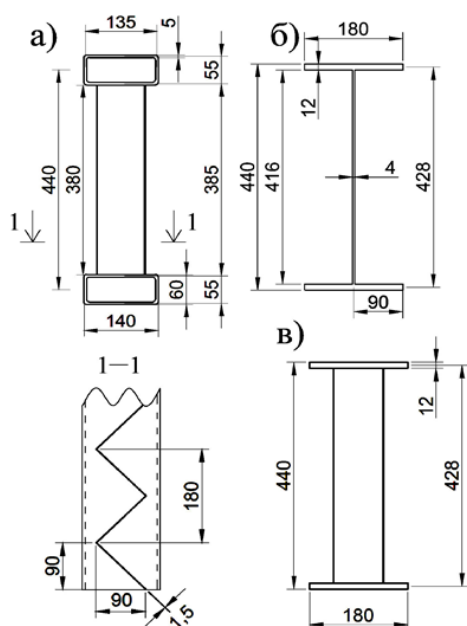


Рисунок 1. Геометрические размеры сечения балок  
а) образец 3; б) образец 1; в) образец 2.



**Рисунок 2.** Эквивалентное сечение гофрированной балки.

$t_w$  - толщина гофрированной стенки;  $h_w$  - полная высота гофрированной стенки;  $t_f$  - толщина поясов балки;  $t_{eq}$  - толщина эквивалентной плоской стенки;  $b_f$  - ширина поясов.

Гофрированная стенка в месте приварки к поясу балки работает аналогично плоской стенке, однако, по мере удаления от поясов защемляющее влияние пояса на работу стенки исчезает совсем, поэтому эквивалентное сечение имеет переменную по высоте толщину стенки (см. рис. 2) [4,5].

В программном комплексе ЛИРА пояса и стенка балки задаются конечными элементами в виде пластин с физическими свойствами материала, указанными выше и фактическими толщинами пластин. Для закрепления балки ограничиваем те направления перемещений, которые дают нам шарнирное опирание. Нагрузку переводим с погонной на нагрузку по площади пояса [3]. Сонаправляем местные оси пластин конечных элементов с глобальной и производим расчет.

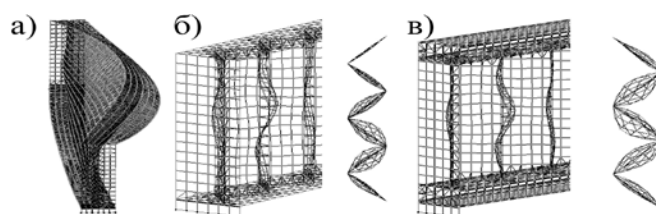
В программе устойчивость характеризуется коэффициентом запаса устойчивости, который показывает на сколько можно увеличить нагрузку: если коэффициент устойчивости меньше единицы — значит устойчивость не обеспечена, если больше единицы — значит возможно увеличение нагрузки. Результаты расчета указаны в таблице 1.

Образец 1 имеет наименьшие нормальные напряжения и наибольшую устойчивость, но и наибольший расход металла. Потеря устойчивости происходит из-за потери общей устойчивости балки. Образец 2 имеет меньшие напряжения, чем у образца 3, однако коэффициент запаса устойчивости у него меньше. Потеря устойчивости у обеих балок происходит из-за потери местной устойчивости стенки. Напряжения в образце 3 были ожидаемо выше из-за того, что крайние точки балки имеют толщину листа 5 мм, в то время как в других балках она составляет 12 мм. В образце №3 было ожидаемо увеличение местной устойчивости стенки по сравнению с балкой с гофрированной

стенкой и поясами из листовой стали, так как высота стенки уменьшилось за счет поясов из ЗГСП. Масса металла для балки со стенкой и поясами из листовой стали составила 218,04 кг, для балки с гофрированной стенкой и поясами из листовой стали составила 190,42 кг, для балки с гофрированной стенкой и поясами из ЗГСП составила 159,52 кг. Ниже представлены формы потери устойчивости балок (см. рис. 3).

**Таблица 1.**

Тип балки	Наибольшие напряжения при расчете вручную по нормальным напряжениям, МПа	Наибольшие напряжения при расчете в программе ЛИРА по нормальным напряжениям, МПа	Разница, %	Коэффициент запаса устойчивости
Образец 1	246,19	238,06	3,41	0,74
Образец 2	274,61	269,28	1,98	0,44
Образец 3	345,91	352,58	1,89	0,48



**Рисунок 3.** Форма потери устойчивости балок.

Форма потери устойчивости балка с стенкой и поясами из листовой стали.

При анализе качества условного показателя эффективности образцов балок разной конструкции применим отношение несущей способности каждого образца к его массе. За несущую способность принимаем величину изгибающего момента, соответствующую нагрузке на каждый образец при коэффициенте запаса равном 1. Данные указаны в таблице 2.

**Таблица 2.**

Показатель	Номер образца		
	1	2	3
Сечение			
Масса балки (м), т	0,218	0,19	0,16
Нагрузка, т/м	10	10	10
Показатели по устойчивости балок			
Коэффициент запаса устойчивости при пролетной нагрузке 10 т/м, к	0,74	0,44	0,48
Нагрузка при $k=1$ , т/м	7,4	4,4	4,8
Предельный момент в сечении при $k=1$ , тм	18,73125	11,1375	12,15
Отношение $m/[M]$	0,012	0,017	0,013
Отношение $[M]/m$	85,923	58,618	75,938
Показатели по прочности балок			
Расчетная прочность стали с255 на растяжение, сжатие и изгиб $R_y$ , Н/мм <sup>2</sup>	235		

Наибольшие нормальные напряжения, МПа	238,06	269,28	352,58
Коэффициент запаса прочности	0,987	0,873	0,667
Нагрузка при $k=1$ , т/м	9,871	8,727	6,665
Предельный момент в сечении при $k=1$ , тм	24,987	22,090	16,871
Отношение $m/[M]$	0,0087	0,0086	0,0095
Отношение $[M]/m$	114,620	116,264	105,445
Показатели по прогибу			
Предельный допустимый прогиб $(1/200) \cdot l$ , мм	22,5		
Прогиб балки	14,11	20,97	21,85
Коэффициент запаса по прогибу	1,595	1,073	1,030
Нагрузка при $k=1$ , т/м	15,946	10,730	10,297
Предельный момент в сечении при $k=1$ , тм	40,364	27,159	26,066
Отношение $m/[M]$	0,0054	0,0070	0,0061
Отношение $[M]/m$	185,154	142,944	162,909

Сопоставительный анализ данных табл. 2 удобно выполнить, используя качественные экспертные оценки для каждого из трех вариантов балок по основным показателям, которые приведены в табл. 3 для трех предельных состояний, аналогичным табл. 2.

**Таблица 3**

Показатель	Образец		
	1	2	3
Масса	3	2	1
Устойчивость			
Нагрузка	1	3	2
[M]	1	3	2
туд	1-2	3	1-2
Муд	1	3	2
Коэф. неэфф.	3	1-2	1-2
Всего	7	13	8
Прочность			
Нагрузка	1	2	3
[M]	1	2	3
туд	2	1	3
Муд	2	3	1
Коэф. неэфф.	3	2	1
Всего	9	10	11
Прогиб			
Нагрузка	1	2-3	2-3
[M]	1	2-3	2-3
туд	1	3	2
Муд	1	3	2
Коэф. неэфф.	3	1-2	1-2
Всего	7	11	9
Итого	23	34	28

В качестве коэффициента эффективности конструктивного решения балок в каждом из рассматриваемых предельных состояний принято отношение предельных значений изгибающего момента. Базой для сравнения в каждом из трёх предельных состояний принят меньший предельный момент одного из вариантов конструктивного решения.

### 3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Экспертная оценка по каждому показателю, в каждом из трёх предельных состояний для каждого из трех вариантов конструкции балки представляет собой результат ранжирования от 1 до 3. Оценка "1" - наилучший результат, оценка "3" - наихудший.

Итоговое сопоставление производим путем сравнения суммы мест.

В предельном состоянии "устойчивость" образцы 1, 2, 3 имеют следующие суммы мест соответственно: 7, 13, 8; в предельном состоянии "прочность" - 9, 10, 11; в предельном состоянии "прогиб" - 7, 11, 9.

Общая "сумма мест" для каждого образца составляет, соответственно, 23, 34, 28.

Сравнение показывает, что в рамках принятых показателей и методики оценки эффективности образцов, образец №1 имеет наилучшие показатели. Он является "лидером" по показателям в каждом предельном состоянии, а также по минимальной общей "сумме мест".

Образец №2 имеет несколько худшие показатели, незначительно уступающие образцу №1.

Образец №3 имеет самые плохие экспертные оценки.

Следует отметить, что параметры сечений образцов №1, 2, 3 изначально не были назначены, исходя из равной несущей способности каждого образца для одного и того же вида предельного состояния. К тому же предельное состояние "устойчивость" включает в себя как общую устойчивость балки в целом (образец №1), так местную (образец №2, №3). Сопоставление эффективности в таких условиях методически является затруднительным. Для повышения качества процедуры сравнения необходимо выполнить оптимизацию параметров сечений (размеров элементов сечений).

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Заявка 2017125573 Российская федерация, МПК Е 04 С3/07. Металлическая двутавровая балка с гофрированной стенкой, состоящая из растянутого и сжатого поясов, жестко соединённых между собой поперечно-гофрированной стенкой, отличающаяся тем, что пояса выполнены из замкнуты гнутосварных профилей прямоугольного поперечного сечения с ориентацией большей стороны контура сечения из плоскости балки. / Солодов Н. В., Ечин В. А. (Россия); заявитель БГТУ им. В. Г. Шухова; заявл. 17.07.17.
- [2] Зинькова В.А., Солодов Н.В. Исследование напряженно-деформированного состояния бесфасоночных узлов трубчатых ферм. // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 6. С. 205.
- [3] Солодов Н.В. Натурное испытание стальной фермы // Известия вузов. Строительство. - 1996. - С. 26-28.
- [4] Кириленко В.Ф., Окрайнец Г.А. К вопросу расчета балок с гофрированной стенкой // Известия ВУЗов. Строительство и архитектура. 1969. - №4. - С. 23-27.
- [5] Металлические конструкции: учебник для студентов высших учебных заведений / Ю.И. Кудишин, Е.И. Беленя, В.С. Игнатъева и др. - М.: Академия, 2006. - 688 с.



## ТОПОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИДИСПЕРСНЫХ СМЕСЕЙ

## TOPOLOGICAL PROPERTIES OF POLYDISPERSE MIXES

Людмила Сулейманова, БГТУ им. В. Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород  
Инна Погорелова, БГТУ им. В. Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород  
Сергей Кириленко, БГТУ им. В. Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород  
Карим Сулейманов, БГТУ им. В. Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород

**Аннотация** – Приводится теория и метод получения информации о топологических свойствах полидисперсных смесей и фракций, входящих в их состав, из кривых лазерного анализа их гранулометрического состава. Предлагаемый метод и получаемые по нему показатели топологических свойств необходимы для оптимизации полидисперсных составов продуктов измельчения минерального сырья с целью снижения расхода минерального вяжущего вещества.

**Ключевые слова:** Полидисперсные смеси. Гранулометрический состав. Плотность упаковки частиц.

**Abstract** – There is given a theory and method of getting of information about topological properties of polydisperse mixes and fractions of which they consisted, from curves of laser analysis of their granulometric composition. Suggested method and indicators of topological properties, which are obtained by this method, are needed for optimization of polydisperse compounds of grinding of minerals with reduction of mineral binders consumption purpose.

**Key words:** Polydisperse mixes. Granulometric composition. Particles package density.

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Дифференциальные и интегральные кривые распределения частиц по размерам не имеют достаточной информации по топологическим свойствам узких фракций и полидисперсной смеси. Так плотность упаковки частиц:

$$\eta = \gamma/\rho,$$

где  $\gamma$  – насыпная плотность уплотненного утряской или смачиванием дисперсного или зернистого материала,  $\rho$  – плотность его частиц) и координационное число непосредственно используются в расчетах состава композитов и расхода минерального вяжущего вещества.

Графические зависимости распределения частиц по размерам, полученные на лазерном анализаторе гранулометрического состава полидисперсных смесей и путем рассева полидисперсных зернистых смесей на фракции, позволяют определить, не прибегая к эксперименту, плотность упаковки в них частиц. Простые полидисперсные смеси имеют пологие нисходящие отрезки от вершины одного наибольшего максимума (рис.1, рис. 2-1) и не являются высокоплотными составами. Сложные полидисперсные смеси имеют ряд максимумов на кривой зависимости содержания частиц от их размера (рис. 2-2) и приближаются к высокоплотным составам в зависимости от количества и высоты меньших максимумов [1...4].



Рисунок 1. Гранулометрический состав портландцемента.



Рисунок 2. Гранулометрический состав полидисперсного заполнителя: 1 – вспученный перлитовый песок; 2 – полидисперсный заполнитель на основе вспученного перлитового песка и перлитовой пыли.

## 2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Так как исследование на лазерном анализаторе частиц производится в водной среде, то форма частиц вместе с межфазным слоем на их поверхности является сферической и здесь следует ожидать не только наибольшую величину плотности случайной (произвольной) их упаковки в каждой узкой фракции, где  $\eta_1 \leq 0,64029 \dots 0,64976$  [5, 6], но и плотнейшую их укладку подобно атомам или ионам в кристаллической решетке металлов с плотность упаковки  $\eta_1 = \pi / 3\sqrt{2} = 0,7405$ .

Если на кривой графической зависимости распределения частиц по размерам сложной полидисперсной смеси взять отношение средних размеров частиц в точках максимумов к среднему размеру частиц основной крупной фракции, то можно установить класс системы их распределения по относительным размерам согласно закону распределения при высокоплотной упаковке в смеси виде [6]:

$$d_n / d_1 = \left( \frac{2,549}{10\eta_1} \right)^{mn/3}, \quad (1)$$

где  $m$  – класс частиц в системы распределения смеси при высокоплотной упаковке,  $m = 0 - 12 \dots$ ;  $\eta_1$  – плотность случайной упаковки частиц в наиболее крупной фракции (в основе),  $n$  – номер очередной фракции подбора состава смеси начиная с основы,  $n = 1, 2, 3 \dots$

При  $\eta_1 \leq 0,64976$ ,  $m = 1$  и  $n = 0; 1; 2; 3 \dots$  из выражения (1) получим относительные размеры частиц для общей системы их распределения класса  $m = 1$ :  $d_n/d_1 = 1; 0,732; 0,536; 0,392; 0,287; 0,210; 0,154; 0,113; 0,082; 0,060; 0,044; 0,032; 0,024 \dots$  Эти размеры соответствуют второй фракции систем (подсистем) класса  $m+1$ . Так, при  $m = 2$  и  $n = 1, 2, 3 \dots$  получим систему распределения частиц второго класса:  $d_n/d_1 = 1; 0,536; 0,287; 0,154; 0,082; 0,044; 0,024 \dots$

Так получают систему распределения частиц при высокоплотной их упаковке в смеси для каждого класса  $m$ . Особенность системы класса  $m \geq 12$  в том, что плотность упаковки частиц в их двухфракционных составах наибольшая. Так, при  $\eta_1 \leq 0,64976$  и  $\eta_1 = \eta_2 = \eta_3 = \eta_i = \gamma_i / \rho_i$ , где  $\gamma_i$ ,  $\rho_i$  – насыпная плотность уплотненного дисперсного материала в данной среде и плотность его частиц, получим:

$$\sigma_2 = \eta_1 + (1 - \eta_1)\eta_2 = 0,64976 + (1 - 0,64976)0,64976 = 0,8773,$$

$$\sigma_2 = \eta_1 + (1 - \eta_1)\eta_2 = 0,64029 + (1 - 0,64029)0,64029 = 0,8706.$$

Наличие промежуточных фракций в таких тонкодисперсных двухфракционных составах приводит к незначительному увеличению плотности упаковки частиц в полидисперсных смесях. Это связано с образованием заряда на их поверхности в процессе сухого механического измельчения зернистого сырья и проявлением сил электростатического отталкивания разрыхлением дисперсного слоя. Частичное экранирование заряда поверхности частиц межфазной (адсорбционной) прослойкой в процессе мокрого способа измельчения минерального сырья приводит к

уплотнению частиц. Однако, чем меньше размер частиц, тем больше толщина адсорбционного слоя на их поверхности. Отсюда вытекает правило для тонкодисперсных минеральных смесей и порошков: плотность упаковки частиц в полидисперсных смесях незначительно превышает плотность их упаковки в двухфракционных составах, полученных на основе их крупной и последней мелкой фракции, т.е.  $\sigma_n \cong \sigma_{12}$ .

Поэтому плотность упаковки частиц в полидисперсных смесях можно вычислять по плотности упаковки частиц как в двухфракционных составах – основы и мелкой фракции, в частности при  $m = 2$ , по формуле:

$$\sigma_n = \sigma_{1n} = \eta_1 + (1 - \eta_1)\psi_i^{(m)} = \eta_1 + (1 - \eta_1)(1 - \eta_n)^2 \eta_n^2,$$

где  $\psi_i^{(m)}$  – степень заполнения свободного объема в крупной фракции (основы) частицами мелкой фракции (табл. 1; табл. 6.1 стр. 49 [7]) в зависимости от класса  $m$  системы распределения частиц в смеси, для класса  $m = 2$ , что характерно для ситового и лазерного анализа тонкодисперсных смесей,  $\psi_i^{(2)} = (1 - \eta_2)^2 \eta_2^2$ .

Это правило не выполняется в естественных полидисперсных зернистых смесях и в искусственных зерновых составах. Плотность упаковки частиц в какой-либо фракции полидисперсной смеси легко определить, не прибегая к эксперименту, по результатам лазерного анализа ее гранулометрического состава.

Плотность упаковки частиц в каждой очередной фракции какой-либо получаемой системы на кривых их распределения по размерам вычисляют как в отдельной подсистеме класса  $m$  по формуле, получаемой из выражения (1):

$$\eta_1 = \left[ \frac{2,549}{(d_n / d_1)^{3/mn}} \right]. \quad (2)$$

Приведем пример расчета топологических свойств продукта совместного измельчения материалов следующего состава: клинкер Белгородского цементного завода – 70 %, двухводный гипс – 5 %, суперпластификатор – 1 %, отсеvy дробления кварцитопесчаника Лебединского горно-обогатительного комбината – 30 % [8].

Гранулометрический состав смеси продукта совместного измельчения материалов соответствует классу  $m = 2$  распределения частиц по размеру. Для этого класса распределения частиц согласно (1) имеем:

$$d_n / d_1 = \left( \frac{2,549}{10\eta_1} \right)^{(2n/3)(3/2n)} = 0,547^{3/2n}.$$

Отсюда плотность случайной упаковки частиц крупной фракции ( $n = 1$ ) согласно (2) будет равна:

$$\eta_1 = \left( \frac{2,549}{10 \cdot 0,547^{3/2n}} \right) = 0,6301.$$

Распределение частиц по размерам будет таким (при  $m = 2$  и  $n = 0; 1; 2; 3 \dots$ ):

$$d_n / d_1 = \left( \frac{2,549}{10 \cdot 0,6301} \right)^{2n/3} = 1,0; 0,5470; 0,2992; 0,1637; 0,0895 \dots$$

Здесь все величины относительных размеров частиц имеют хорошую сходимость с реальным их распределением в продукте измельчения.

Следовательно, плотность упаковки частиц во всех фракциях согласно (2) будут равны:  $\eta_1 = \eta_2 = \eta_3 = \eta_4 = \eta_5 = 0,6301$ , так для  $m \geq 2$ :

$$\eta_n = \left( \frac{2,549}{10 \cdot 0,547^{3/2(n-1)}} \right) = \left( \frac{2,549}{10 \cdot 0,2992^{3/2 \cdot 2}} \right) = \left( \frac{2,549}{10 \cdot 0,1637^{3/2 \cdot 3}} \right) = \left( \frac{2,549}{10 \cdot 0,0895^{3/2 \cdot 4}} \right) = 0,6301$$

Так как  $\eta_1 \leq 0,65$ , то плотность случайной упаковки частиц в смеси первых двух смежных фракций ( $n = 2$ ) будет равна:

$$\sigma_2 = \left( \frac{2,549}{10 \cdot 0,547^{3/(2n+1)}} \right)^{3/(2n^2-1)} = 0,36609^{3/7} = 0,6501$$

Плотность упаковки частиц в смеси, состоящей из первых трех фракций ( $n = 3$ ), будет равна:

$$\sigma_3 = \left( \frac{2,549}{10 \cdot 0,3^{3/2(n+1)}} \right)^{3/(2n+1)} = 0,4008^{3/7} = 0,6758$$

Так как  $d_3/d_1 = 3,65/12,14 = 0,30$ , а класс подсистемы при этом  $m = 4$ , то плотность упаковки частиц в смеси, состоящей из первой и третьей фракции ( $n = 2$ ), будет равна:

$$\sigma_{13} = \left( \frac{2,549}{10 \cdot 0,3^{3/4n}} \right)^{3/(4n-1)} = 0,4008^{3/7} = 0,6758$$

Плотность упаковки частиц в смеси, состоящей из первых четырех фракций ( $n = 4, m = 2$ ), будет равна:

$$\sigma_4 = \left( \frac{2,549}{10 \cdot 0,16367^{3/2n}} \right)^{3/2(n-1)} = 0,5025^{1/2} = 0,7089$$

Тогда как плотность упаковки частиц в смеси, состоящей из первой крупной и четвертой мелкой фракции ( $m = 6$ , табл. 1; и  $n = 2$ ), равна:

$$\sigma_{14} = \left( \frac{2,549}{10 \cdot 0,16367^{3/6n}} \right)^{3/2(n+2)} = 0,4008^{3/8} = 0,7097$$

а плотность упаковки частиц в смеси, при введении в нее пятой фракций ( $n = 5, m = 2$ ), могла бы быть равной:

$$\sigma_5 = \left( \frac{2,549}{10 \cdot 0,0895^{3/(2n-1)}} \right)^{3/2(n-2)} = 0,56986^{1/2} = 0,7549$$

Плотность упаковки частиц в смеси, состоящей из крупной и последней мелкой фракции ( $n = 2, m = 8$ ), будет равна

$$\sigma_{15} = \left( \frac{2,549}{10 \cdot 0,0895^{3/(8n-4)}} \right)^{3/(8n-1)} = 0,4660^{3/8} = 0,7510$$

### 3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данный метод рекомендуется для расчета плотности упаковки частиц наиболее крупной фракции в полидисперсных смесях –  $\eta_1$  (в кварцевых песках, в продуктах отсева дробления и тонкого измельчения горных минеральных пород), в каждой последующей мелкой фракции –  $\eta_n$  и общей плотности упаковки частиц в смеси –  $\sigma_n$  по данным анализа их гранулометрического состава.

### 4. ВЫВОД

Теория и метод получения дополнительной информации о топологических свойствах полидисперсных смесей и фракций, входящих в их состав, из кривых лазерного анализа их гранулометрического состава необходимы для оптимизации полидисперсных составов продуктов измельчения минерального сырья с целью снижения расхода минерального вяжущего вещества.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Хархардин А.Н., Сулейманова Л.А., Строкова В.В. Топологические свойства полидисперсных смесей и составляющих их фракций по результатам ситового и лазерного анализов гранулометрии // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2012. № 11-12 (647). С. 114-124.
- [2] Сулейманова Л.А., Ищенко К.М. Формирование теплоизоляционных материалов с использованием вспученного перлитового песка. Saarbrucken, 2012.
- [3] Kharkhardin A.N., Suleimanova L.A., Kara K.A., Mal'yukova M.V., Kozhukhova. The determination of topological properties in polydispersed mixtures on the results of sieve laser and particle size analysis N.I.World Applied Sciences Journal. 2013. Т. 25. № 2. С. 347-353.
- [4] Сулейманова Л.А. Газобетон неавтоклавного твердения на композиционных вяжущих /автореферат дис. ... доктора технических наук : 05.23.05 // Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Белгород, 2013
- [5] Sagrañez R., Álvarez J.I., Cruz-Yusta M., Mármol I., Morales J., Sánchez L. Controlling microstructure in cement based mortars by adjusting the particle size distribution of the raw materials / Construction and Building Materials. Vol. 41. April. 2013. P. 139-145.
- [6] Хархардин А.Н. Способы получения высокоплотных составов зернистого сырья // Известия вузов. Строительство. 1996. №10. С. 56–60.
- [7] Хархардин А.Н. Структурная топология дисперсных материалов. Белгород: Изд-во БГТУ, 2011. 286 с.
- [8] Сулейманова Л.А., Жерновский И.В., Шамшуров А.В. Специальное композиционное вяжущее для газобетонов неавтоклавного твердения // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2012. №1. С. 39–45.

## ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОЦЕССОВ ГИДРАТАЦИИ ВЯЖУЩИХ В ТЕХНОЛОГИИ АВТОКЛАВНОГО ЯЧЕЙСТОГО БЕТОНА

## PHYSICAL AND CHEMICAL PATTERNS OF PROCESSES OF HYDRATION OF BINDERS IN TECHNOLOGY OF AUTOCLAVED AERATED CONCRETE

Александр Коломацкий, Людмила Сулейманова, Инна Погорелова, Михаил Марушко  
БГТУ им. В. Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород  
Светлана Коломацкая, ЗАО «АЭРОБЕЛ», г. Белгород

**Аннотация** – Рассмотрены реакции гидратации на ранних этапах твердения при формировании структуры автоклавного ячеистого бетона. Состав гидратных фаз описывает система  $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-H}_2\text{O}$  и более сложные системы с цементом и гипсом. Дана характеристика продуктов гидратации извести и образующихся твердых растворов гидратных фаз. Выявленные закономерности процессов гидратации и твердения вяжущих позволят совершенствовать технологию производства изделий из автоклавного ячеистого бетона.

**Ключевые слова:** Физико-химические закономерности. Гидратация. Автоклавные ячеистые бетоны. Продукты гидратации.

**Abstract** – There were considered reactions of hydration on early stages of curing by forming of structure of autoclaved aerated concrete. Composition of hydrate phases is described by system  $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-H}_2\text{O}$  and more complex systems with cement and gypsum. There was given the characteristic of products of hydration of lime and produced solid solutions of hydrate phases. Identified patterns of processes of hydration and curing of binders allow to improve technology of producing of autoclaved aerated concrete articles.

**Key words:** Physical and chemical patterns. Hydration. Autoclaved aerated concretes. Products of hydration.

### 1. ВВЕДЕНИЕ

В России с 2005 года наблюдался повышенный интерес к автоклавному ячеистому бетону и повсеместно велось строительство новых заводов с использованием оборудования немецких фирм. Российский рынок изделий из автоклавного ячеистого бетона формировался преимущественно как рынок стеновых блоков.

Конкуренция ячеистобетонных блоков с другими стеновыми материалами в настоящее время практически отсутствует, а принципы современного уровня производства и эффективного применения изделий еще не стали актуальными для производителей.

Изделия из ячеистого бетона являются одним из лучших конструктивно-теплоизоляционных материалов для строительства жилых зданий.

Анализ современных технологий производства ячеистого бетона свидетельствует о том, что в основе технологии до сих пор остаются принципы, первоначально созданные еще в начале и середине прошлого века.

Основные направления развития технологии производства автоклавного ячеистого бетона представлены на рис. 1.

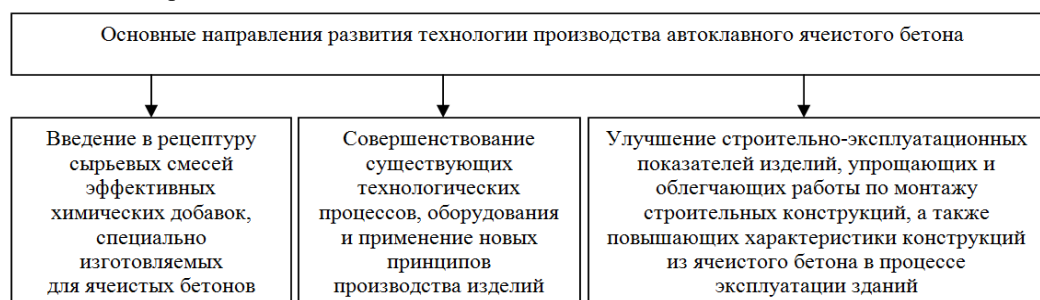


Рисунок 1. Основные направления развития технологии производства автоклавного ячеистого бетона.



## 2. АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТВЕРДЕЮЩЕЙ СИСТЕМЫ

Большинство современных предприятий, производящих изделия из автоклавного ячеистого бетона выпускают продукцию со средней плотностью не ниже  $D500$  при классе прочности  $B2,5$ . Анализ энергетических параметров твердеющей системы показал, что предприятиями не в полной мере используется энергетический потенциал, заложенный в вяжущих веществах.

Для ячеистобетонных смесей на начальных этапах твердения, наблюдается экстремальная зависимость величины тепловыделения в зависимости от средней плотности. Реализация оптимальных условий для твердения, сочетающая в себе рациональный выбор сырьевых компонентов и параметров предварительной выдержки массивов, позволяет оптимизировать пористую структуру твердеющего массива и получать изделия со средней плотностью  $D400$  и даже  $D350$  при классе прочности  $B2,5$ . Кроме того, становится возможным получения изделий с предельно низкими средними плотностями вплоть до  $D100$ . Использование изделий с такими характеристикам в строительстве дает существенный эффект, заключающейся, как в снижении трудоемкости, так и в повышении энергетического качества ограждающих конструкций. Применяемые конструктивно-теплоизоляционные ячеистобетонные блоки со средней плотностью  $D400$  позволяют получить ограждающие конструкции, обеспечивающие минимум энергопотребления зданий. Такие здания за рубежом носят название «пассив хаус».

Повышение энергетической эффективности изделий из автоклавного ячеистого бетона, как при их производстве, так и в процессе строительства обеспечивает реализацию энергосберегающих технологий и является инновационным.

Инновационные технические решения по оптимизации рецептуры и технологических приемов производства ячеистого бетона должны основываться на углубленных представлениях о физико-химических закономерностях протекающих процессов и способах управления ими, в особенности, процессах формирования пористой структуры ячеистого бетона и начальных этапах гидратации и твердения известкового и цементного вяжущих в составе сырьевой смеси [1...4].

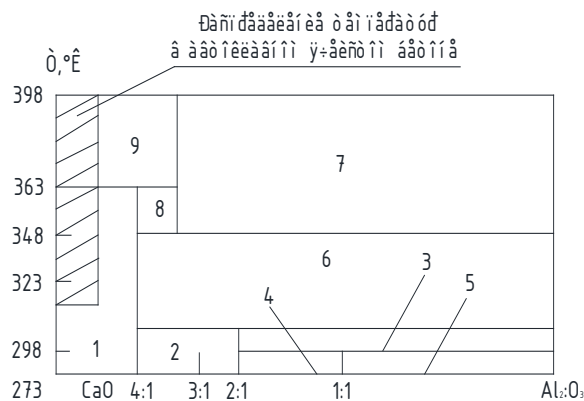
Состав сырьевой смеси автоклавного ячеистого бетона представлен известью, портландцементом, кварцевым песком, гипсом, алюминиевым газообразователем, водой и обратным шламом. Оксид кремния, основная роль которого состоит в синтезе гидросиликатов кальция во время автоклавной обработки, практически не участвует в начальных процессах твердения при формировании структуры ячеистого бетона.

В работе использована сокращенная запись, принятая в химии цемента:  $\text{CaO} - \text{C}$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{F}$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{A}$ ;  $\text{H}_2\text{O} - \text{H}$ ;  $\text{CaSO}_4 - \text{Cs}$ ;  $\text{CaCO}_3 - \text{Cs}$ . Согласно обозначению [5] соли, прототип которых этрингит, записывают как AFt-фазы, где: A – алюминат; F – феррит; t – три (сульфата, карбоната кальция и др.). Соединения, прототип которых  $\text{C}_4\text{AH}_{13}$ ,

названы AFm-фазами, где m – моно (один гидроксид, сульфат кальция и др.).

## 3. СИСТЕМА $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{H}_2\text{O}$

Система  $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$  характеризует фазовые равновесия при гидратации оксида кальция из извести совместно с добавкой алюминиевой пудры (пасты), а также гидратацию трехкальциевого алюмината портландцементного клинкера. Области устойчивости гидратных фаз системы приведены на рис. 2. [6].



**Рисунок 2.** Диаграмма системы  $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$ :

- 1 –  $\text{C}_4\text{AH}_{13} + \text{CH}$ ; 2 –  $\text{C}_2\text{AH}_8 + \text{C}_4\text{AH}_{13}$ ; 3 –  $\text{C}_2\text{AH}_8 + \text{AH}_3$ ; 4 –  $\text{C}_2\text{AH}_8 + \text{CAH}_{10}$ ; 5 –  $\text{CAH}_{10} + \text{AH}_3$ ; 6 –  $\text{C}_4\text{AH}_{13} + \text{AH}_3$ ; 7 –  $\text{C}_3\text{AH}_6 + \text{AH}_3$ ; 8 –  $\text{C}_3\text{AH}_6 + \text{C}_4\text{AH}_{13}$ ; 9 –  $\text{C}_3\text{AH}_6 + \text{CH}$ .

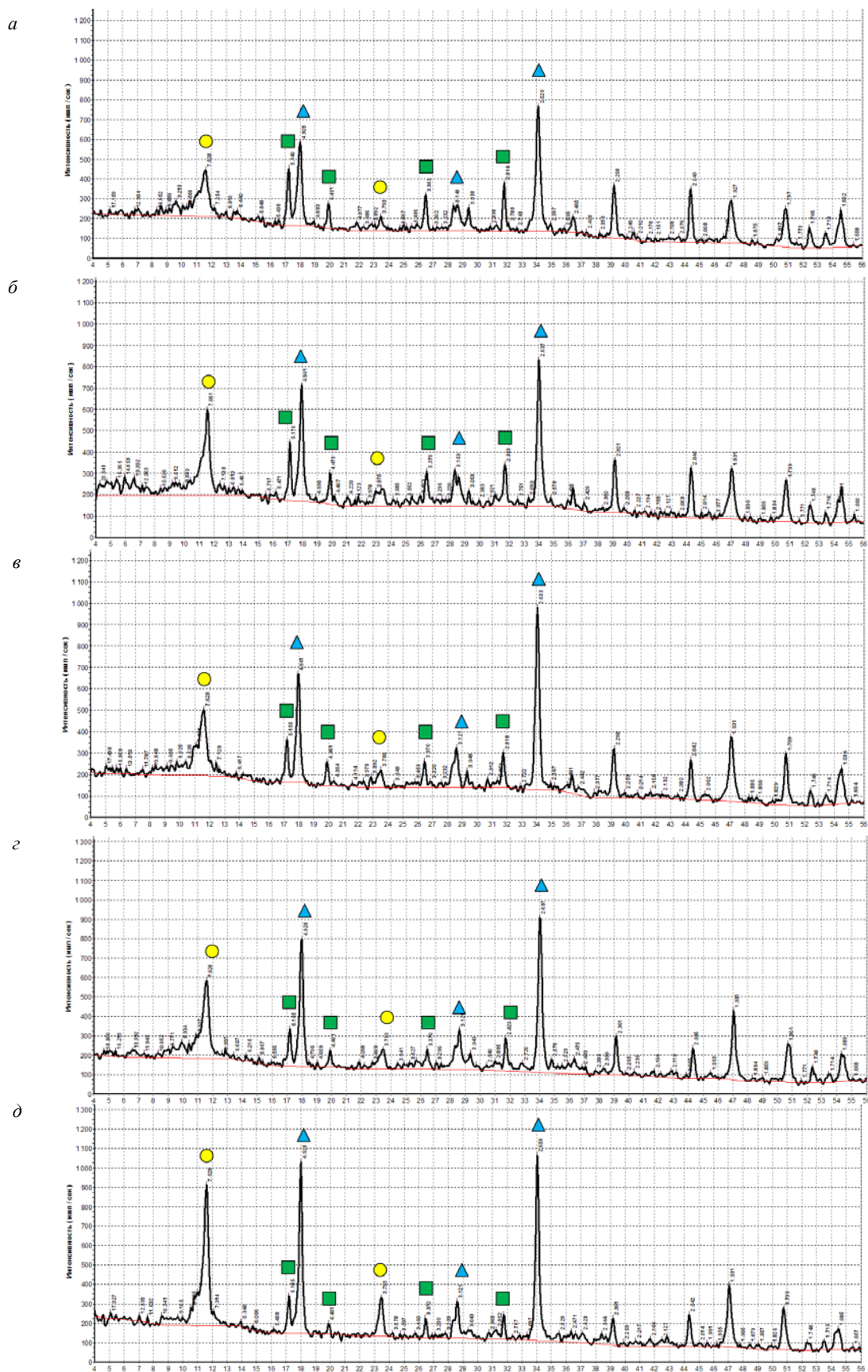
Положение нанесенной на диаграмму области фазовых равновесий для смесей автоклавного ячеистого бетона свидетельствуют о том, что при избытке гидроксида кальция возможно образование его метастабильной ассоциации с  $\text{C}_4\text{AH}_{13}$  или стабильного равновесия  $\text{C}_3\text{AH}_6$  с  $\text{CH}$ . Предпочтительность образования вида гидроалюмината кальция определяется температурой в системе.

Модельные смеси для исследований системы  $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{H}_2\text{O}$  изготавливали из чистого свежеобожженного оксида кальция, пасты алюминия и дистиллированной воды. Взаимодействие между компонентами системы сопровождалось выделением водорода и повышением температуры смеси. Результаты рентгенофазовых исследований приведены на рис. 3.

Согласно полученным данным в пробе, отобранной через 10 мин после смешения компонентов, отсутствуют пики исходного  $\text{CaO}$  с межплоскостным расстоянием  $d = 2,413$  и  $2,785 \text{ \AA}$ , а также  $\text{Al}$  с  $d = 2,347$  и  $2,032 \text{ \AA}$ , что свидетельствует о быстрой гидратации извести и ее взаимодействии с алюминием. Продуктами реакции гидратации в системе являются  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  с основными пиками  $d = 2,629$ ;  $4,928$  и  $1,927 \text{ \AA}$ , кубический гидроалюмит  $\text{C}_3\text{AH}_6$  с  $d = 5,140$ ;  $4,461$ ;  $3,363$ ;  $3,148$ ;  $2,814 \text{ \AA}$  и другими, относящимися к нему отражениями, а также гексагональная Am-фаза с основным отражением  $d = 7,628 \text{ \AA}$ .

С течением времени за счет охлаждения смеси до температуры окружающей среды система движется к состоянию равновесия. Это сопровождается преобразованием кубического  $\text{C}_3\text{AH}_6$  в гексагональную Am-фазу. Уменьшение и увеличение соотношения между

исходными CaO и Al при сохранении избытка извести не оказывают влияния на последовательность гидратообразования, но изменяет соотношение между количеством образующихся гидратных фаз.



**Рисунок 3.** Рентгенограммы продуктов гидратации извести с алюминием при мольном соотношении 5:1: а – 10 мин; б – 1 час; в – 2 часа; г – 6 часов; д – 24 часа; ● – AFm-фаза; ▲ – Ca(OH)<sub>2</sub>; ■ – C<sub>3</sub>AH<sub>6</sub>.

#### 4. СИСТЕМА ИЗВЕСТЬ – АЛЮМИНИЙ – ЦЕМЕНТ – ВОДА

Система *известь-алюминий-цемент-вода* является моделью, характеризующей начальные этапы твердения вяжущих в технологии ударного формирования массива.

Смеси для исследований изготавливали из прокаленного оксида кальция, дисперсного алюминия, портландцемента и воды. В качестве цементного вяжущего использовали ЦЕМ I 42,5 Белгородского цементного завода. Мольное отношение CaO к Al составляло 5:1, а массовое количество извести и цемента были приняты одинаковыми.

По полученным данным, основными кристаллическими продуктами гидратации в системе являются портландит с пиками  $d = 2,633$  и  $4,941 \text{ \AA}$ , Am-фаза с  $d = 8,268 \text{ \AA}$  и кубический гидроалюминат со всеми свойственными ему отражениями. Исходные CaO и Al не фиксируются, что свидетельствует об их практически полном преобразовании с синтезом кальциевых гидратов. Четкие пики  $C_3S$  и  $C_2S$  в области углов  $2\theta 32...33^\circ$  указывают на незначительную степень гидратации клинкерных минералов.

С течением времени до 1 сут изменение в составе компонентов системы связаны со следующим. Значительно уменьшаются пики клинкерных минералов за счет их гидратации. Снижается интенсивность пиков  $C_3AH_6$ , что указывает на его преобразование в другие виды алюминатных гидратов. Такими гидратами являются AFm-фазы с основными отражениями в области углов  $2\theta 10...12^\circ$ .

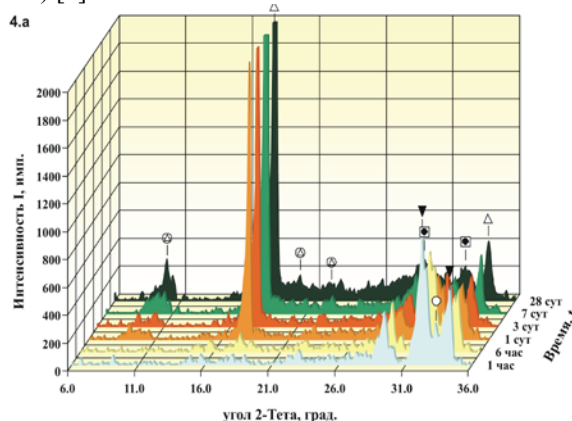
Характеризуя гексагональные гидратные фазы необходимо отметить следующее. Кристаллическая структура гексагональных кальциевых гидратов или AFm-фаз представлена главными эмпирическими слоями  $[Ca_2(M(OH)_6)^+ \cdot 2H_2O]$  и межслоевым пространством, в которое включены анионы и молекулы воды [7, 8].

Изоморфизм в главном слое связан преимущественно с замещением ионов  $Al^{3+}$  на  $Fe^{3+}$ , которые вносит в систему C4AF клинкера. В межслоевом пространстве имеет место гетеровалентный изоморфизм между анионами  $OH^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $CO_3^{2-}$  с образованием твердого раствора состава  $C_3(A,F) (CH_x, Cs_yCC_{1-x-y})H_{12}$ , где  $0 < x < 1$  и  $0 < y < 1$ .

Первоначально образовавшаяся за счет присутствующего в портландцементе гипса сульфатосодержащая Am-фаза с  $d = 8,268 \text{ \AA}$  является аналогом моносульфогидроалюмината кальция. Она взаимодействует с  $C_3AH_6$ , а также продуктами гидратации  $C_3A$  и  $C_4AF$  и преобразуется в AFm-фазу, аналогом которой является  $C_3AH_{13}$ .

Быстрая гидратация извести приводит к образованию портландита с соотношением интенсивности отражений от плоскости (101) с  $d = 2,663 \text{ \AA}$  к интенсивности пика (001) с  $d = 4,941 \text{ \AA}$ , равным 10:7. Такая величина пиков характерна и для чистого гидроксида кальция. Гидратация портландцемента и образование  $Ca(OH)_2$  из  $C_3S$  клинкера не изменяет величины интенсивности основных отражений портландита. Гидратация портландцемента в воде при температуре окружающей среды приводит к образованию гидроксида кальция

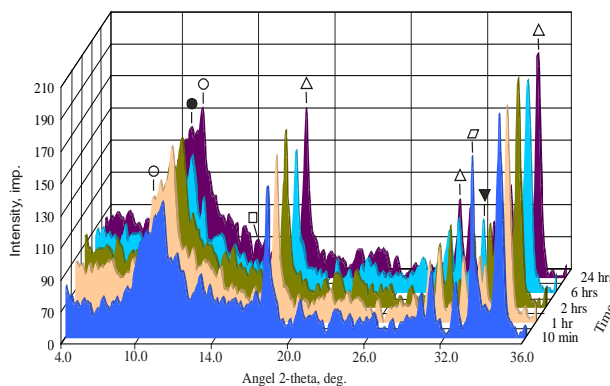
с другими кристаллографическими характеристиками (рис. 4) [9].



**Рисунок 4.** Рентгенограммы продуктов гидратации известково-цементного вяжущего с добавкой Al:  $\nabla$  –  $C_3S$ ;  $\triangle$  –  $Ca(OH)_2$ ;  $\square$  –  $CSH(B)$ ;  $\circ$  – AFm-фаза.

#### 5. СИСТЕМА ИЗВЕСТЬ – АЛЮМИНИЙ – ЦЕМЕНТ – ГИПС – ВОДА

Система *известь – алюминий – цемент – гипс – вода* является моделью, которая характеризует начальные процессы гидратации в литевой технологии автоклавного ячеистого бетона с введением в сырьевую смесь двуводного гипса или других разновидностей сульфата кальция. Чистый  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  вводили в количестве, соответствующем мольному отношению  $CaO:CSH_2$ , равному 5:1,5. Рентгенограммы продуктов гидратации в гипсосодержащей смеси приведены на рис.5.



**Рисунок 5.** Рентгенограммы продуктов гидратации известково-цементного вяжущего с добавками Al и гипса:  $\triangle$  –  $Ca(OH)_2$ ;  $\square$  –  $C_3AH_6$ ;  $\circ$  – AFm-фаза;  $\nabla$  –  $C_3S$ ;  $\bullet$  – AFt-фаза;  $\square$  –  $C_2H_2$ .

Введение добавки гипса приводит к значительному снижению, особенно при первом отборе пробы через 10 мин., количества образующегося  $C_3AH_6$ . Гипс с отражением  $d = 2,776 \text{ \AA}$  является одной из основных кристаллических фаз системы только на начальном этапе гидратации. Через один час его количество существенно уменьшается, а наиболее интенсивные пики относятся к гидроксиду кальция. Соотношение интенсивностей отражений гидроксида кальция с  $d = 2,63$  и  $4,9 \text{ \AA}$  равны, соответственно 10 и 7. Наиболее значительные изменения на рентгенограммах наблюдаются в области углов  $2\theta 8...12^\circ$ , в которых находятся основные пики AFm- и AFt-фаз. В этой области имеется наложение пиков не менее четырех гидратных фаз, каждая из



которых представлена твердыми растворами. Добавка гипса способствует появлению АFt-фазы с  $d = 9,77 \text{ \AA}$ , аналогом которой является эттрингит.

Согласно данным по диаграмме системы  $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SO}_3 - \text{H}_2\text{O}$  [10, 11] в интервале от 10 до 100 °С имеется 18 областей равновесных ассоциаций гидратных фаз, причем в большинстве из областей предпочтительно образование твердых растворов. Изменяя состав и температуру, можно управлять не только видом равновесных фаз, но и составом твердых растворов кальциевых гидратов.

## 6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рассматриваемых трех смесях в ходе проведения эксперимента измеряли температуры на начальном этапе гидратации (рис. 6.).

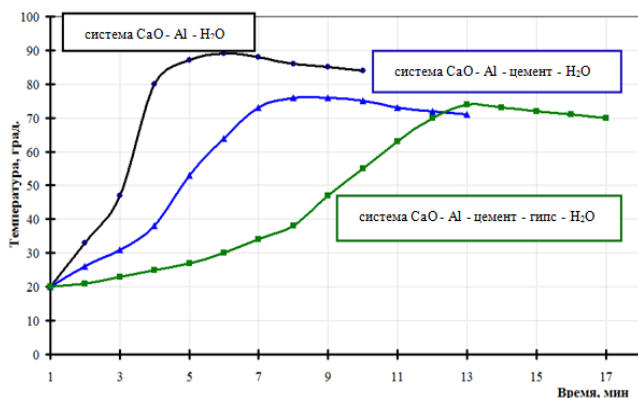


Рисунок 6. Температура смесей в процессе ранней гидратации.

Наблюдаемое повышение температур вызвано в основном двумя экзотермическими реакциями: гидратацией извести и окислительно-восстановительным процессом взаимодействия дисперсного алюминия. Гипс в составе смешанного известково-цементного вяжущего или водимый как добавка замедляет рост температуры в смеси. Следовательно, роль гипса в технологии автоклавного ячеистого бетона заключается в замедлении начальных реакций гидратообразования и синтезе преимущественно Fm-фаз в виде твердых растворов, которые участвуют в формировании структуры массива.

Следует отметить, что часть массива после обрезки в виде шлама направляется в бассейны, из которых в виде обратного шлама поступает на приготовление смеси. С учетом приведенных данных, шламбассейны обратного шлама могут рассматриваться как реакторы с мешалкой для синтеза кальциевых гидратов. Рациональную обработку обратного шлама и управление процессом синтеза АF-фаз следует рассматривать как один из неиспользуемых резервов для совершенствования технологии автоклавного ячеистого бетона и повышения качества изделий.

Таким образом, рассмотрены физико-химические процессы, протекающие на ранних этапах гидратации вяжущих при формировании структуры автоклавного ячеистого бетона. Процессы гидратации во всех системах направлены на образование твердых растворов кальциевых гидратов, что подтверждается результатами

теоретических и экспериментальных исследований. Гидратация извести может протекать с образованием гидроксида кальция с интенсивностью пика  $d = 4,9 \text{ \AA}$ , который превышает величину пика  $d = 2,63 \text{ \AA}$ . Заводы автоклавного ячеистого бетона, имеющие конкретное сырье и технологию, могут оценить роль этого фактора и целесообразность его учета. Рекомендуется рассматривать шламбассейны обратного шлама как установки, в которых протекают процессы образования кальциевых гидратов. Имеется возможность управлять этими процессами и получать обратный шлам заданного состава, что является не используемым резервом технологии автоклавного ячеистого бетона.

Выявление закономерностей процессов гидратации вяжущих в технологии автоклавного ячеистого бетона позволит вводить в рецептуру эффективные химические добавки, совершенствовать за счет имеющихся резервов технологический процесс и разрабатывать новые принципы производства изделий.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Сулейманова Л.А. Энергия связи – основа конструктивных и эксплуатационных характеристик бетонов / Известия высших учебных заведений. Строительство. 2007. № 9. С. 91-99.
- [2] Сулейманова Л.А. Алгоритм получения энергоэффективного газобетона с улучшенными показателями качества / Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2011. № 4. С. 59-61.
- [3] Сулейманова Л.А., Коломацкая С.А., Кара К.А. Энергоэффективный газобетон / В сборнике: Научные и инженерные проблемы строительной-технологической утилизации техногенных отходов. Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгород, 2014. С. 218-220.
- [4] Suleymanova L.A., Lesovik V.S., Kara K.A., Malyukova M.V., Suleymanov K.A. Energy-efficient concretes for green construction / Research Journal of Applied Sciences. 2014. Т. 9. № 12. С. 1087-1090.
- [5] Smolczyk G. Die Ettringit-Phasen im Hochofenzenment. Zement-Kalk-Gips. 1961. №7, 277-283.
- [6] Коломацкий А.С., Бабушкин В.И., Ряполов В.Д. Расчет и анализ диаграммы состояния системы  $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{H}_2\text{O}$  / Журнал прикладной химии. 1989. №2. С. 385-387.
- [7] Schwiete H. E., Ludwig U., Jager P. Untersuchungen der Hydratation von Tricalciumaluminat, Dicalciumferrit und Calciumaluminatferriten mit Calciumhydroxide und Calciumsulfaten. Aachen. 1967. 124 s.
- [8] Taylor H. Cement chemistry. – London: Academic Press. 1990.
- [9] Kolomatskaya S., Lesovik V., Kolomatskiy A. Hydration processes during AAC structure formation // Польша, 2011. С. 79-86.
- [10] Коломацкий А.С., Бабушкин В.И., Ряполов В.Д. Диаграмма состояния системы  $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SO}_3 - \text{H}_2\text{O}$  / Журнал прикладной химии. 1990. № 6. С. 1225-1230.
- [11] Коломацкий А.С., Бабушкин В.И., Ряполов В.Д. Образование твердых растворов в системе  $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SO}_3 - \text{H}_2\text{O}$  / Журнал прикладной химии. 1991. №6. С. 1327-1330.



## ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВОСПРОИЗВОДСТВОМ ЖИЛИЩНОГО ФОНДА

### OSOBINE SISTEMA UPRAVLJANJA REPRODUKCIJOM STAMBENOG FONDA

Роман Г. Абакумов, БГТУ им. В. Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород.

**Аннотация** - В статье рассматривается понятие управления воспроизводством жилищного фонда, изучается историческое развитие самой системы управления в России, обоснованно обобщены концепции управления воспроизводством жилищного фонда, определены цели, задачи, принципы. Приводится характеристика методов управления воспроизводством жилищного фонда.

**Ключевые слова:** Управление. Воспроизводство. Жилищный фонд.

**Sadržaj** - U ovom radu se govori o terminu upravljanja reprodukcijom stambenog fonda, ispituje istorijski razvoj sistema upravljanja u Rusiji, razumno generalizuje koncept upravljanja reprodukcijom stambenog fonda, definisanim ciljevima, zadacima, principima. Data je karakteristika načina upravljanja reprodukcijom stambenog fonda.

**Ključne reči:** Upravljanje. Reprodukcijska. Stambeni fond.

#### 1. ВВЕДЕНИЕ

С управленческой точки воспроизводство жилищного фонда представляет собой объект управленческих действий. Под управлением понимается система управленческих действия по отношению к процессу воспроизводства.

Управление ВЖФ (далее – УВЖФ) представляет сложный комплекс действий и требует системного подхода. УВЖФ прошло сложный процесс исторического развития в нашей стране (см. табл.1).

**Таблица 1. Исторические этапы развития УВЖФ в России.**

Этап	Содержание
Дореволюционный	УВЖФ находилось в руках частных лиц. Россия занимала первое место в Европе по низкому уровню благоустройства, антисанитарии и переуплотненности ЖФ. Обеспеченность ЖФ в городах по состоянию на 1913 г. составляла 4,5 кв. м. 82% населения проживало в сельской местности в собственных избах без благоустройства. В 1914 г. ЖФ составлял 180 млн. кв. м. из них 20% - дворцы и усадьбы, 80% - одноэтажные малоразмерные дома из дерева.
Революционный	Законодательно закреплена реквизиция квартир богатых для облегчения нужды бедных конфискованы дома,

сдаваемые внаем домовыми комитетами, Советами рабочих и солдатских депутатов. Период передела и перераспределения ЖФ. В них были намечены главные направления управления ВЖФ и заложены принципы управления общественным ЖФ. Произошла отмена частная собственности на городскую недвижимость, запрещены сделки с недвижимостью, изъяты из частного владения капиталистические дома и строения. Изымалась вся жилая площадь сверх норм, установленных исполкомами местных Советов. Граждан обязывали содержать ЖФ в надлежащем санитарном и техническом состоянии, в случаи нарушений граждан лишали свободы сроком до одного месяца или привлечь к принудительным работам сроком до трех месяцев. В обязательном порядке привлекались средства жильцов, личного труда и материалов для ремонта домов. К управлению домами привлекались трудящиеся, проживавшие в этих домах, которых возглавлял заведующий дома. В 1921 г. созданы жилищные товарищества, создавалась жилищная кооперация - жилищно-арендные кооперативные товарищества (ЖАКТ).
--

До Великой Отечественной войны	Управление государственным ЖФ возложено на местные Советы и на государственные предприятия и учреждения, которые имели в своем ведении жилые дома. В 1940 г. ЖФ СССР составлял - 421 млн. кв. м.
После Великой Отечественной войны	Достигнут значительный прирост ЖФ в 8,5 раз. Средняя обеспеченность составила 11 кв. м на человека. Советский Союз занимал первое место в мире по числу построенных квартир на тысячу человек населения. К началу перестройки на очереди на получение ЖФ состояли 14 млн. семей (40 млн. человек). 30 млн. кв. м (17% всего ЖФ) являлось аварийным.
Перестройка	Потребность в ЖФ и его содержании удовлетворялась за счет собственных средств граждан. Проведена приватизация ЖФ (бесплатная передача в собственность граждан занимаемых жилых помещений).
Постперестроечный	Реализуется несколько программ жилищного строительства: «Жилище» 1993 г., «Строительство на территории Российской Федерации жилья для граждан, выезжающих из районов Крайнего Севера и приравненных к ним местностей» 1995 г.
Современный этап	Принят Жилищный кодекс РФ (далее - ЖК РФ). Общий объем ЖФ России - 2,85 млрд. кв. м, из них 62,1% - старше 30 лет; 3,1% - аварийный фонд, средняя обеспеченность жильем - 19,7 кв. м на человека., в очереди на улучшение жилищных условий стоят 8,6% семей, количество желающих улучшить жилищные условия составляет 61% семей. Действует Федеральная целевая программа «Жилище» на 2015 - 2020 гг. Программа включает следующие инструменты: государственные жилищные сертификаты; переселение из ветхого и аварийного ЖФ, модернизацию ЖКХ, обеспечение жильем отдельных категорий граждан.

## 2. КОНЦЕПЦИИ, ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УВЖФ

В современной науке нашли проявление следующие концепции научного обоснования УВЖФ:

1) техническая (технократическая), основанная на оценке технического состояния и технической возможности ВЖФ;

2) экономическая концепция, «затраты - эффект», снижение потери полезности, рациональное распределение ЖФ и максимизация его полезности для общества;

3) математическая, набор различных последствий (выигрышей и проигрышей), наступающих с определенными вероятностями,

вероятность потерь ЖФ;

4) психологическая, индивидуальные предпочтения относительно ЖФ, отражает сознательную человеческую деятельность;

5) социальная (культурологическая), основанная на социальной интерпретации групповых ценностей и интересов ВЖФ. Социологический анализ связывает суждения в обществе относительно ВЖФ с личными или общественными интересами и ценностями.

Представленное многообразие концепций рассмотрения УВЖФ свидетельствует о необходимости четкого определения особенностей системы УВЖФ.

Целью УВЖФ является поиск оптимального сочетания простого и расширенного ВЖФ, отвечающего потребностям повышения качества жизни и экономическим возможностям общества в контексте ускорения капитализации, как способности к обеспечению возрастающих темпов расширенного воспроизводства ЖФ отвечающего современным технологическим и социальным требованиям.

Основными задачами УВЖФ являются: строительство нового ЖФ и поддержание в пригодном состоянии уже существующего.

## 3. ПРИНЦИПЫ, ИНСТРУМЕНТЫ И МЕХАНИЗМЫ УВЖФ

Принципы УВЖФ:

1) информационный - наличие необходимого и достаточного объема достоверной информации для УВЖФ;

2) эффективности и экономической обоснованности - оценка эффективности принятых решений и используемых методов и инструментов управления;

3) интеграции – объединение УВЖФ и стратегии развития территорий;

4) оптимизации ресурсопотребления ЖФ;

5) непрерывности и преемственности;

6) сбалансированности воспроизводства;

7) инновационной направленности;

8) социальная ориентированности;

9) прозрачность ценообразования;

10) объединения и комбинирования ресурсов.

Инструментами УВЖФ являются совокупность способов, приемов, методов, методик применяемых для достижения целей УВЖФ. Инструменты и методы, используемые при УВЖФ, должны отвечать следующим требованиям: научно обоснованность и адекватность; результативность; своевременность; достоверность; повторяемость; проверяемость.

В табл. 2 представлены основные инструменты и методы УВЖФ.

Основными механизмами УВЖФ являются: 1) механизм планирования, направленный на подготовку объектов ЖФ и систем жизнеобеспечения к воспроизводственным мероприятиям;

**Таблица 2. Инструменты и методы УВЖФ.**

Методы	Экономические инструменты	Административные инструменты
Увеличение инвестиций	1. Налоговые льготы при приобретении ЖФ. 2. Предоставление государственных гарантий. 3. Реализация целевых государственных программ. 4. Инвестиционный налоговый кредит. 5. Регулирование процентной ставки Центробанка РФ.	1. Частно-государственное партнерство. 2. Создание нормативной юридической базы. 3. Формирование научного и производственного комплекса. 4. Снижение обязательных требований к участникам рынка ЖН.
Конт-роль цен на ЖФ	1. Субсидирование цен	1. Государственное регулирование цен. 2. Увеличение земельных квот для приобретения земли девелоперами. 3. Выделение земель под доступное жилье в рамках государственных программ.
Снижение затрат, связанных со строительством	1. Субсидирование цен на подключения к ресурсам (газ, электроэнергия, водо- и теплоснабжение) 2. Развитие материальной инфраструктуры (дороги, коммунальные услуги, газоснабжение и проч.) 3. Финансирование научных разрабо-	1. Регулирующее воздействие на затраты, связанные с ФОТ в строительных компаниях. 2. Регулирующее воздействие на поставщиков строительных материалов.
Государственные закупки	1. Приобретение ЖФ за счет бюджетных средств 2. Финансирование государственных программ по ремонту и восстанов-	1. Отказ закупок от ненадежных партнеров. 2. Отказ от участия в проектах ВЖФ, выполнимость или эф-
Локализации принятия решений по ВЖФ	1. Организация фонда, самостоятельного юридического лица для реализации мероприятий по ВЖФ (Фонд поддержки ИЖС, Жилищных кооперативов, Регио-	1. Создание специального структурного подразделения на уровне регионов для выполнения координационных действий по ВЖФ. 2. Заключение

Распределение ответственности	1. Штрафы.	1. Четкое разграничение сферы деятельности и административной
Компенсации ВЖФ, предупреждения износа ЖФ	1. Взносы на капитальный ремонт. 2. Софинансирование. 3. Привлечении к материальной ответственности лиц, виновных в ненадлежащем исполнении обязан-	1. Стратегическое планирование и регламентирование процедур финансирования капитального ремонта ЖФ. 2. Мониторинг - отслеживание текущей инфор-
Фондирование	1. Создание специальных фондов с привлечением частных инвестиций для строительства новых и реконструкции уже существующих объектов. 2. Развитие механизмов кредитования проектов. 3. Гаранты ВЖФ - функции гаранта могут выполнять различные субъекты (фонды, гос.	1. Законодательное закрепление положений о фондировании ВЖФ. 2. Страхование ЖФ либо страхование строительных рисков при ВЖФ.

2) рациональное территориальное размещение объектов, которое позволяет сократить затраты на их обслуживание и эксплуатацию; 3) механизм региональных и муниципальных заказов ВЖФ; 4) своевременный контроль внутри структуры управления.

Процесс УВЖФ рассматривается нами как обязательный элемент системы управления регионом.

#### **4. ОСНОВНЫЕ СТРУКТУРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМЫ УВЖФ И ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТОВ ВЖФ**

Основные структурные элементы системы УВЖФ:

1. Мониторинг состояния и использование ЖФ. Предполагает формирование база данных региона о состоянии и использовании ЖФ с отражением в виде картографических схем. Качественный и количественный анализ наиболее серьезные проблемы ВЖФ

2. Определение факторных воздействий на ВЖФ. Выявление факторов негативного влияния в процессе изучения ретроспективных данных мониторинга. В зависимости от имеющейся информации возможно использование следующих инструментов: статистического анализа; теоретико-вероятностного; эвристического; математического моделирования.

3. Выявление потребности в ВЖФ в различных формах (проведение текущего, капитального ремонта, реконструкции, модернизации, нового строительства и т.д.).

4. Разработка механизмов и инструментов удовлетворения потребности в ВЖФ.

5. Оценка эффективности проектов ВЖФ. С точки зрения реализации проектов, направленных на ВЖФ, наиболее интересными представляются методы, представленные в табл.3.

**Таблица 3.** Характеристика методов оценки эффективности проектов ВЖФ.

Название метода	Сущность метода
Метод дисконтирования денежного потока проекта	Дополнительный учет факторов при расчете эффективности проекта ВЖФ.
Метод критических значений	Нахождение тех значений, которые приводят к расчетной эффективности проекта ВЖФ
Анализ чувствительности проекта	Анализ показателей эффективности проекта в результате изменения одного фактора.
Анализ сценариев проекта	Анализ поведения показателей проекта в результате изменения спектра факторов по определенному сценарию.
Метод имитационного моделирования	Использование числовой оценки эффективности. Количественная оценка интегральной эффективности всего проекта в целом
Планирование эксперимента	Построение матриц планирования эксперимента для количественной оценки воздействия составляющих проекта на эффективность проекта

6. Корректировка управленческих решений и инструментов управления в зависимости от результатов ВЖФ.

В системе УВЖФ можно выделить несколько элементов (объектов) управления и уровней управления (субъектов).

Простым элементом ЖФ является жилое здание (индивидуальный жилой дом, многоквартирный дом). Выделим особенности многоквартирных домов, которые следует учитывать при ВЖФ: технически сложный объект, неправильная эксплуатация которого может привести к угрозе жизни и здоровью большого количества человек; составляют основную часть ЖФ в городах, в которых по данным Росстата проживает 74% населения страны; выделен в действующем законодательстве как объект управления; наиболее востребованный объект на рынке. Совокупность жилых зданий образует микрорайон, совокупность микрорайонов города и поселки, т.е. ЖФ муниципальных образований и в совокупности региональный ЖФ.

УВЖФ происходит на основе разделения полномочий между федеральным центром (разработка стратегии УВЖФ и контроль ее выполнения); региональными (координация реализацию программ ВЖФ, ответственность за их выполнение); муниципальными органами власти (комитеты по жилищной политике; строительству; со-

держанию ЖФ; управления городским имуществом; труду и социальной защите; энергетике и инженерному обеспечению; финансов; экономики и промышленности и др.). (управление функциональной деятельностью и подпроектами ВЖФ

муниципального образования); предприятиями (участие в ВЖФ в рамках целевых проектов на уровне микрорайонов); управляющие компании перед собранием жильцов несут ответственность за достижение результатов по содержанию ЖФ; индивидуальные застройщики обязаны содержать свой ЖФ.

УВЖФ является многоуровневой иерархической системой, так как каждому уровню присущи свои особенности, способы управления.

В связи с этим при УВЖФ возникают определенные трудности ведомственного характера, которые обостряются большим количеством независимых друг от друга участников данного процесса: банковские учреждения, страховые компании, строительные организации, управляющие компании, владельцы недвижимого имущества и др.

К УВЖФ применим кластерный подход. Ядро кластера ВЖФ составляют предприятия осуществляющие новое строительство, реконструкцию или занимающиеся УЖФ, организации дорожного строительства, а также различные ремонтные организации, осуществляющие текущий, капитальный ремонт и модернизацию.

Синергетический эффект возникающий при управлении ВЖФ состоит из следующих видов эффектов: 1) экономического (рост инвестиционной привлекательности региона; увеличение количества налогоплательщиков и налогооблагаемой базы; расширение производственной инфраструктуры; развитие промышленных производств; повышение уровня обеспеченности населения жильем; снижение стоимости строительных материалов, конструкций; снижение себестоимости жилищного строительства; снижение стоимости 1 кв.м. жилья; повышение показателей энергоэффективности жилья);

2) социального (увеличение количества рабочих мест; повышение эффективности системы подготовки кадров; рост уровня жизни населения; повышение доступности жилья; повышение качества жилья).

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Абакумов Р.Г., Унежева В.А., Страхова А.С. Анализ системных проблем жилищно-коммунального хозяйства города Белгорода и применение зарубежного опыта развития инновационной деятельности в системе жилищно-коммунального хозяйства // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 6. С. 226-234.
- [2] Берёза А.Н., Абакумов Р.Г. Организационно-экономическое обоснование эффективности государственного участия в решении вопроса эффективного развития индивидуального жилищного строительства // Будущее науки - 2015. Сборник научных статей 3-й Международной молодежной научной конференции в 2-х томах. 2015. С. 27-32.



## ЦЕНООБРАЗУЮЩИЕ ФАКТОРЫ НА РЫНКЕ НЕДВИЖИМОСТИ ТИПОВОЙ ЗАСТРОЙКИ Г. НИША (СЕРБИЯ)

### PRICE-BASED FACTORS ON THE REAL ESTATE MARKET OF A MODEL CONSTRUCTION IN THE CITY OF NIS (SERBIA)

Анна Гордей, БГТУ им. В. Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород.  
Андрей Наумов, БГТУ им. В. Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород  
Александар Лакетич, БГТУ им. В. Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород

**Аннотация** - Влияние множества факторов, определяющих диапазон цен на жилую недвижимость г. Ниш Республики Сербия. Выявление решающего ценообразующего фактора посредством метода ранжирования.

**Ключевые слова:** Типовая жилая застройка. Показатели комфортности проживания. Линейная регрессия. Метод ранжирования.

**Abstract** - The influence of many factors that determine the range of prices for residential real estate in the city of Nis in the Republic of Serbia. Identification of the decisive pricing factor through the method of ranking.

**Key words:** Typical residential development. Comfort accommodation indicators. Linear regression. Ranking method.

#### 1. ВВЕДЕНИЕ

Комфортность проживания в квартирах различных серий типовой застройки жилых домов является ключевым аспектом качества жизни городского населения во всех странах мира, где проводилась такая массовая застройка. Одним из наиболее застроенных типовым жильем городов Республики Сербия является г. Ниш.

#### 2. ОНОВНАЯ ЧАСТЬ

Совместно с сотрудниками Высшей технической школы профессионального образования г. Ниша была проведена количественная оценка факторов комфортности проживания в типовом жилом доме и оценена степень их влияния на рыночную стоимость жилья, на примере жилых квартир со средней площадью 60 м<sup>2</sup>, расположенных в различных типовых зданиях города.

Принятые обозначения:

П1 – показатель термического сопротивления ограждающих конструкций;

П2 – показатель звукоизоляции ограждающих конструкций;

П3 – показатель общего технического состояния конструкций;

П4 – показатель технического состояния инженерных сетей;

П5 – показатель географического положения;

Д4, Д5, Д6 – жилые дома 1961-1970 гг. постройки;

Е4, Е5, Е6 – жилые дома 1971-1980 гг. постройки;

Ф6 – жилые дома 1981-1990 гг. постройки.

Показатель П1 отражает термическое сопротивление ограждающих конструкций. По данным «Атласа выше-

породичних зграда Србије» [1] производим оценку данного показателя, в зависимости от вида ограждающей конструкции. Для простоты и наглядности расчета, взята пятибалльная шкала оценивания.

Таблица 1. Теплоизоляция наружных стен.

№	Описание объекта	Д4	Д5	Д6	Е4	Е5	Е6	Ф6
1	Оштукатуренные внешние стены		2	1				
2	Монолитные стены из железобетона			4		2		1
3	Многослойные «сэндвич» панели с элементами отделки					1		
4	Многослойные «сэндвич» панели без элементов отделки				4		3	5
5	Наружные стены со специальной фасадной обработкой	1						

Показатель теплоизоляции U для такой ограждающей конструкции зависит от разновидности плиты перекрытия: монолитная плита, многопустотная плита, ребристая плита. Так монолитная плита обладает лучшей теплоизоляцией, чем многопустотная или ребристая.

**Таблица 2. Теплоизоляция плоской кровли.**

№	Описание объекта	Д <sub>4</sub>	Д <sub>5</sub>	Д <sub>6</sub>	Е <sub>4</sub>	Е <sub>5</sub>	Е <sub>6</sub>	Ф <sub>6</sub>
1	1961-1970	3	4	5				
2	1971-1980				4	2	1	
3	1981-1990							5

**Таблица 3. Теплоизоляция чердачного перекрытия.**

№	Описание объекта	Д <sub>4</sub>	Д <sub>5</sub>	Д <sub>6</sub>	Е <sub>4</sub>	Е <sub>5</sub>	Е <sub>6</sub>	Ф <sub>6</sub>
1	1961-1970	4	1					
2	1971-1980							
3	1981-1990							

Также на показатель теплоизоляции U влияет утепление перекрытия, а именно, с какой стороны оно утеплено: с одной или обеих сторон.

**Таблица 4. Теплоизоляция междуэтажного перекрытия.**

№	Описание объекта	Д <sub>4</sub>	Д <sub>5</sub>	Д <sub>6</sub>	Е <sub>4</sub>	Е <sub>5</sub>	Е <sub>6</sub>	Ф <sub>6</sub>
1	1961-1970	2	2	1				
2	1971-1980				2	4	2	
3	1981-1990							5

**Таблица 5. Теплоизоляция внутренних стен.**

№	Описание объекта	Д <sub>4</sub>	Д <sub>5</sub>	Д <sub>6</sub>	Е <sub>4</sub>	Е <sub>5</sub>	Е <sub>6</sub>	Ф <sub>6</sub>
1	1961-1970	3	5	1				
2	1971-1980				1	5	3	
3	1981-1990							2

После произведенного анализа, необходимо для наглядности и дальнейшего расчета свести полученную информацию в таблицу 6.

**Таблица 6. Сводная таблица показателей комфортности проживания.**

Объект	Показатели комфортности проживания					Цена продажи, руб./м <sup>2</sup> , [2]
	П <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>3</sub>	П <sub>4</sub>	П <sub>5</sub>	
Д <sub>4</sub>	3	1	1	3	5	50 170
Д <sub>5</sub>	3	2	1	4	4	49 922
Д <sub>6</sub>	2	3	2	4	4	49 673
Е <sub>4</sub>	3	3	3	2	3	46 569
Е <sub>5</sub>	3	4	4	3	3	46 134
Е <sub>6</sub>	2	3	5	4	3	44 582
Ф <sub>6</sub>	4	5	5	4	2	42 719

Уравнение линейной регрессии имеет вид:

$$ЦП = 1262П_1 + 3492П_2 + 744П_3 + 22П_4 + 8936П_5$$

Погрешность прогнозных значений по уравнению регрессии составляет 4%.

Полученное уравнение регрессии позволяет произвести следующее ранжирование факторов комфортности проживания в квартирах типовой застройки г. Ниша:

1) показатель географического положения объекта П<sub>5</sub>, характеризующий инфраструктуру территории проживания, ее транспортную доступность и комфортность городской среды, имеющий наибольшее ценообразующее значение для типового жилья;

2) показатели термического сопротивления П<sub>1</sub> и звукоизоляции ограждающих конструкций П<sub>2</sub>, заметно влияющие на рыночную цену жилья;

3) показатели общего технического состояния конструкций П<sub>3</sub> и инженерных сетей П<sub>4</sub>, практически не оказывающие влияния на рыночную стоимость жилья.

### 3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, ключевыми факторами ценообразования на рынке типового жилья в многоквартирных жилых домах различных серий типовой застройки в г. Нише является месторасположение здания и качество его ограждающих конструкций. Экономически целесообразным направлением инвестирования в развитие и повышение стоимости жилья данной категории является, прежде всего, тепловая и шумовая санация фасадов зданий и элементов заполнения оконных проемов.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Атлас вишепородичних зграда Србије / Архитектонски факултет Универзитета у Београду, GIZ-Deutsche Ge-sellschaft für Internationale Zusammenarbeit; под ред. проф. др. Милице Јовановићу Поповић, доц. Душану Игњатовићу: Публикум, Београд, 2013.
- [2] Nekretnine – najvećiglasnikzanekretnineuSrbiji [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nekretnine.rs> (дата обращения 15.05.2017).
- [3] Авилова И.П. Совершенствование критериев методов оценки экономической эффективности инвестиционно-строительных проектов: дис. канд. эконом. наук. Бел-город, 2007. 199 с.
- [4] Авилова И.П., Никитина Е.А., Сыркина Я.В. Методы анализа наилучшего варианта использования объекта недвижимости. Белгород, 2011. 80 с.

# ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ТЕНДЕНЦИЙ ВОСПРОИЗВОДСТВА ЖИЛИЩНОГО ФОНДА НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ (НА ПРИМЕРЕ ДАННЫХ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ)

## PROCENA STANJA I TENDENCIJE REPRODUKCIJE STAMBENOG FONDA NA REGIONALNOM NIVOU (PRIMER PODATAKA BELGORODKSE OBLASTI)

Виктория А. Криволапова, *БГТУ им. В. Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород*,  
Роман Г. Абакумов, *БГТУ им. В. Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород*.

**Аннотация** - В статье представлен анализ состояния воспроизводства жилищного фонда на основе данных Белгородской области. Определены тенденции и проблемы воспроизводства жилищного фонда в Белгородской области.

**Ключевые слова:** Состояние. Тенденции. Воспроизводство. Региональный уровень. Жилищный фонд.

**Sadržaj** - U ovom radu se analizira stanje reprodukcije stambenog fonda na osnovu podatka iz Belgorskog okruga. Određene su tendencije i problemi reprodukcije stanova u Belgorodskoj oblasti.

**Ključne reči:** Država. Tendencija. Reprodukција. Regionalni nivo. Stambeni fond.

### 1. ВВЕДЕНИЕ

Одним из приоритетных направлений в развитии Белгородской области остается воспроизводство жилищного фонда (далее – ВЖФ). Белгородская область представлена 19 муниципальными районами, 285 поселениями (25 городских и 260 сельских поселений, в состав которых входят 1574 населенных пункта) и 3 городскими округами. ЖФ Белгородской области составляют все жилые помещения, расположенные на территории субъекта.

### 2. СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ ВЖФ

На основании данных сайта <http://belg.gks.ru> - Федеральной службы государственной статистики по Белгородской области проанализируем состояние и тенденции ВЖФ.

На рис. 1 отображена динамика ЖФ фонда Белгородской области с 2003 по 2016 годы.

По представленным данным можно заметить, что общая величина площадей ЖФ в рассматриваемом периоде постоянно росла. Средняя величина прироста - 3,25%. Доля частного ЖФ увеличивается с каждым годом. Удельный вес такой формы собственности, как государственная и муниципальная, в составе ЖФ имеет тенденцию к сокращению, что связано с приватизацией государственной собственности и передачей квартир и домов в собственность граждан региона.

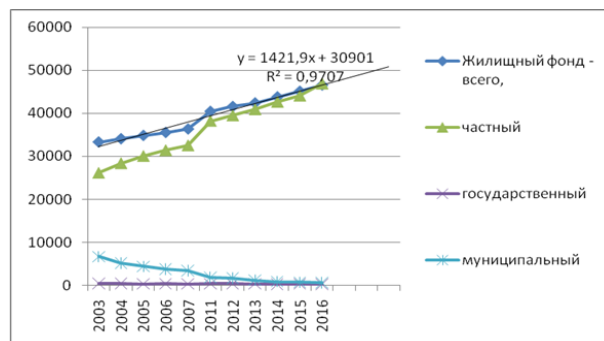
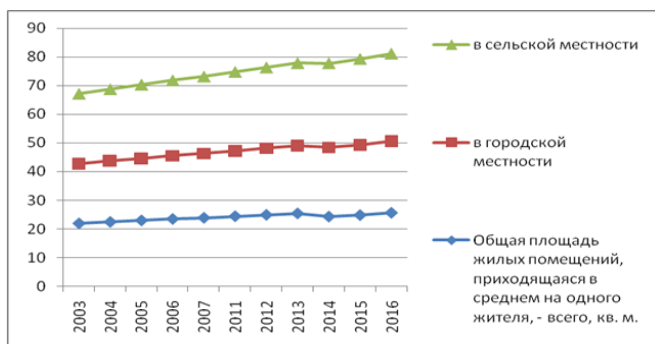


Рисунок 1. Динамика ЖФ Белгородской области за 2003-2016 годы, (тыс. кв. м.).

В области насчитывается 340,0 тыс. жилых домов, из них 321,8 тыс. жилых индивидуально-определенных зданий, 18,2 тыс. - многоквартирных жилых домов. Общее количество квартир в ЖФ области составило 685,2 тыс., в том числе: в индивидуальных домах - 321,8 тыс. квартир; в многоквартирных - 363,4 тыс. квартир.

По объему введенного ЖФ в расчете на 1000 человек населения Белгородская область на протяжении ряда лет входит в лидирующую десятку регионов РФ, среди областей Центрального федерального округа занимает второе место после Московской области.

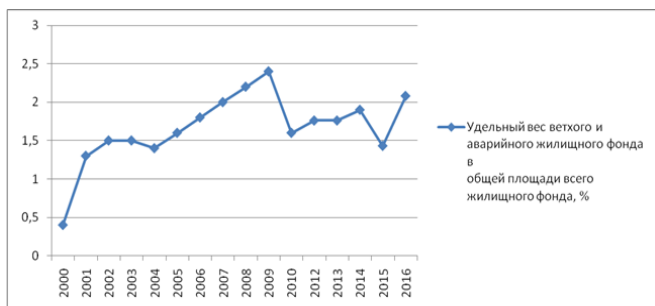
На рис. 2 отображена динамика обеспеченности населения Белгородской области ЖФ.



**Рисунок 2.** Динамика обеспеченности населения Белгородской области ЖФ за 2003-2016 годы, (кв. м.).

По данным рис.16 видно, что общая площадь жилых помещений, приходящаяся в среднем на одного жителя, с каждым годом растет как в городской, так и в сельской местности. Увеличение в 2016 г. по отношению к 2003 г. составило в городской местности на 2,3 кв. метра, а в сельской местности – на 5,7 кв. метров. Причем темпы роста площади ЖФ, приходящейся в среднем на одного жителя, в сельской местности наиболее заметны, это связано с уменьшением численности сельского населения за период 2003-2016 гг. на 10,1 тыс. чел. и увеличением численности городского населения, за тот же период, на 27,7 тыс. чел.

На рис.3 отображено изменение удельного веса ветхого и аварийного жилья во всем ЖФ Белгородской области.



**Рисунок 3.** Динамика удельного веса ветхого и аварийного жилья во всем ЖФ Белгородской области за 2003-2016 гг., (%).

Динамика удельного веса ветхого и аварийного жилья имеет не однозначную тенденцию. Почти 34% от общего ЖФ составляет площадь квартир, имеющая износ 31 - 65%. Кроме того, по сравнению с 2003 годом на 14% увеличилось число домов, износ которых составляет свыше 66%.

Основным способом расселения из ветхого ЖФ в Белгородской области является строительство нового жилья.

Свыше 3 тысяч многоквартирных домов на территории региона требуют капитального ремонта.

Немаловажным для населения при ВЖФ является благоустройство. В табл. 24 представлены данные об изменении динамики удельного веса благоустроенных площадей ЖФ Белгородской области по типам удобств с 2011 по 2016 год.

Исходя из табл. 1 площадь ЖФ, оборудованная водопроводом, увеличивается, что является положительной тен-

денцией. Доля неблагоустроенных помещений водоотведением (канализацией) снижается незначительными темпами.

Самый высокий показатель – площади ЖФ, оборудованные отоплением. Белгородская область относится к областям России с высоким уровнем газификации. Среди регионов РФ в область занимает первое место по уровню газификации сельских населенных пунктов и второе - по газификации городов и поселков городского типа. В то же время уровень оборудования, имеющегося ЖФ водопроводом, водоотведением, ваннами (душем), горячим водоснабжением в регионе ниже, чем в среднем по РФ.

С 2000 года в области реализуются мероприятия по обеспечению ЖФ детей-сирот, детей, оставшихся без попечения родителей, и лиц из их числа. В соответствии с этой программой за 2000 - 2012 годы предоставлено 1939 жилых помещений.

За период с 2003 по 2016 год наблюдается устойчивая тенденция роста показателей жилищного строительства. В 2007 году впервые в области построено более 1 млн. кв. метров жилья, что выше показателя 2003 года в 1,6 раза, при этом доля жилья, введенного населением за счет собственных и заемных средств, в общем вводе по области составила 62,5% против 52,9% в 2003 году. Число застройщиков приблизилось к 20 тысячам. Прогнозируемая структура ВЖФ в Белгородской области определяет соотношение между строительством многоквартирного ЖФ и малоэтажного жилья 15% на 85%.

**Таблица 1.** Динамика удельного веса благоустроенных площадей ЖФ Белгородской области за 2001-2016 гг., в %.

Год	Жилищный фонд, оборудованный						
	Водопроводом	Канализацией	Отоплением	Ваннами (душем)	Газом	Горячим водоснабжением	Напольными электроплитами
Весь жилищный фонд							
2011	74,3	71,4	95,4	67	85,4	65,2	11,6
2012	75,1	72,1	97,7	67,7	85,6	66,1	11,5
2013	79,5	74,4	97,7	69,9	86,1	69,4	11,9
2014	81,4	76,7	98,9	72,5	87,0	72,4	11,6
2015	83,1	78,3	98,9	74,9	87,1	74,2	11,8
2016	83,5	80,3	98,9	79,6	88,8	76,3	11,9

Динамика инвестиции в жилищное строительство на территории Белгородской области в 2003 – 2016 годах представлена на рис. 4.

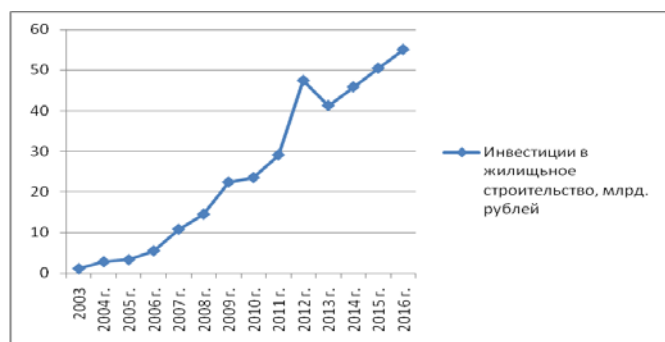
Объем инвестиций в жилищное строительство на территории Белгородской области имеет устойчивую тенденцию к росту.

Динамика удельного веса инвестиций в жилищное строительство в общем объеме инвестиций в



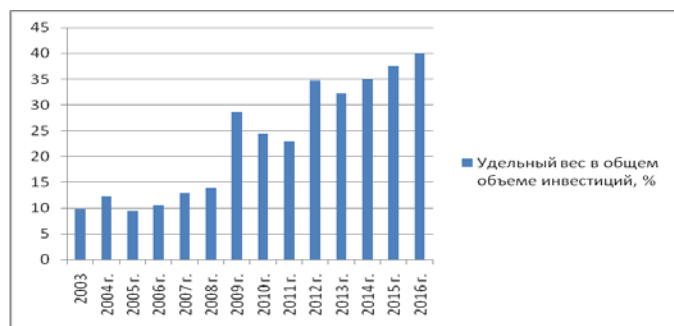
Белгородской области за 2003-2016 гг. представлена на рис.5.

Средняя стоимость строительства одного квадратного метра общей площади ЖФ относительно стабилизировалась и в 2016 году составила 37,2 тыс. рублей. (см. рис.6).

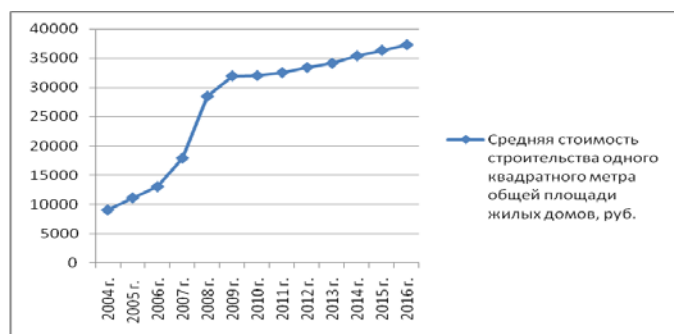


**Рисунок 4.** Динамика инвестиции в жилищное строительство на территории Белгородской области в 2003 – 2016 годах.

Динамика средней стоимости ЖФ на первичном и вторичном рынке недвижимости Белгородской области за 2008-2016 гг. представлена на рис.7.



**Рисунок 5.** Динамика удельного веса инвестиций в жилищное строительство в общем объеме инвестиций в Белгородской области за 2003-2016 гг.



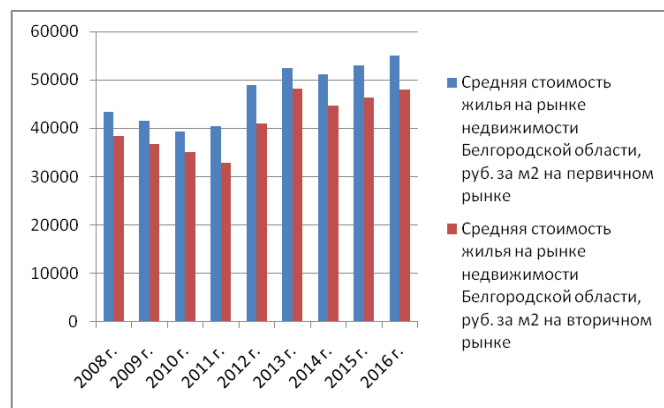
**Рисунок 6.** Средняя стоимость строительства одного квадратного метра общей площади жилых домов в 2004-2016 годах, руб. за м².

### 3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Потребность в ЖФ постоянно растет, 55% населения Белгородской области, хотели бы улучшить свои жилищные условия.

Выделим проблемные аспекты ВЖФ на территории Белгородской области:

1. Инвестиционной активности в строительстве ЖФ постепенно снижается.
2. Использование кредитных ресурсов для строительства ЖФ ограничено.
3. Переоцененность ЖФ в области и монопольный сговор крупных застройщиков.



**Рисунок 7.** Средняя стоимость ЖФ Белгородской области в 2008-2016 годах.

4. Большие социальные обязательства области по обеспечению ЖФ отдельных категорий граждан, определенных федеральным и региональным законодательством.
5. Искусственное завышение доли ветхого и аварийного ЖФ.
6. Бюрократизация на местах процедур подключения к сетям инженерно-технического обеспечения.

### ЛИТЕРАТУРА

[1] Белгородская область в цифрах, 2016: краткий статистический сборник / Белгородстат); редкол.: О.С. Таранова [и др.]. Офиц. изд Белгород Белгородстат, 2016. 289 с.

[2] Совершенствование инструментария управления воспроизводством жилищного фонда на региональном уровне: монография / Р. Г. Абакумов. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2017. – 156 с.

# 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

Snežana Laketić, Galina Korenjkova, Nikolaj Solodov  
*Belgorodski državni tehnološki univerzitet V.G. Šuhov, Kostjukova 46, Belgorod, Rusija*

**Sadržaj** - *Savremeni stručnjaci iz oblasti građevinarstva pronalaze nove načine predstavljanja arhitektonskih i konstruktivnih rešenja za zgrade. U ovom radu se razmatraju suština i karakteristične osobine kinetičke arhitekture na primeru višespratne javne zgrade. Osnova ovog rada je pred-projektno rešenje hotelske zgrade, koja je predmet diplomskog kvalifikacionog rada na osnovnim akademskim studijama. Dati naučni rad identifikuje optimalne konstruktivne sisteme za kinetičke strukture i razmatra princip rada konstrukcije u usvojenoj šemi.*

**Ključne reči:** Kinetička arhitektura. Višespratna zgrada. Planetarni mehanizam. Rešenje prostornog-planiranja. Konstruktivno rešenje. Konstruktivna šema. Opterećenja i uticaji. Jezgro krutosti.

**Abstract** – *Contemporary experts from the field of construction find new ways of supplying architectural and constructive solutions for buildings. In this article we are considering the essence typical features of kinetic architecture at the example of a high-rise public building. The base of this material is the pre-project solution of the hotel construction, which is the subject of the final qualifying work of the Bachelor's Degree students. The article identifies the optimal structural systems for kinetic structures and considers the principle of the operation of structures in the adopted scheme.*

**Key words:** Kinetic architecture. High-rise building. Planetary mechanism. Volume-planning decision. Constructive decision. Constructive scheme. Load and impact. Hardness core.

### 1. UVOD

Arhitektura, orijentisana ka budućnosti, mora ispuniti sve zahteve čoveka i takođe se dinamički menjati zajedno sa njim i njegovim potrebama. Jedna od najvažnijih oblasti arhitekture budućnosti je dinamička ili kinetička arhitektura. Kinetička arhitektura koja u našim danima doživljava period formiranja u svom razvoju, jedna je od najupečatljivijih, inovativnih i zanimljivih arhitektonskih fenomena sa velikim potencijalom rasta.

Sa pojavom ovog pravca u arhitekturi, stručnjaci su dobili veliki broj zadataka, koji zahtevaju rešenje za realizaciju projekata kinetičkih struktura [1].

Ovaj rad se bavi predprojektom predlogom višespratne zgrade kinetičkog tipa sa pokretnim sklopom, čiji spratovi mogu da se rotiraju  $360^\circ$  u odnosu na centralnu statičku cev. Kretanje spratova u odnosu jednih naspram drugih je nezavisno.

Pretpostavlja se da se kretanje takve zgrade omogućava velikim planetarnim mehanizmom.

Konstruktivno planetarni mehanizam predstavlja skup interno-delujućih zupčanika (najmanje 4), od kojih neki (najmanje 2) imaju zajedničku geometrijsku fiksnu osu rotacije, a drugi deo (takođe ne manje od 2) ima pokretne ose rotacije koje se koncentrično rotiraju na tzv. "Vodilji" oko fiksne ose.

Sa aspekta teorijske mehanike, planetarni prenos (PP) je mehanički sistem sa dva ili više stepena slobode. Ova karakteristika, koja je direktna posledica dizajna, važna je razlika između PP i bilo kog drugog rotacionog kretanja, koja uvek ima samo jedan stepen slobode.

Upotreba ovog sistema bila je testirana u razvoju višespratne javne zgrade predstavljene u ovom radu.

### 2. CEVNI SISTEM KAO KONSTRUKTIVNO REŠENJE

Visina zgrade utiče na izbor oblika i elemenata planskih rešenja zgrada, bez obzira na njihovu funkcionalnu svrhu. Visoke zgrade su projektovane uglavnom tipom kula, zasnovane na zahtevima minimalnog ograničenja izolacije pored građevina i potrebe formiranja ekspresivne siluete objekta.

Konstruktivna rešenja visokih zgrada pretrpela su radikalne promene od 1960. godine u vezi sa razvojem i uvođenjem cevnog konstruktivnog sistema, različitih varijanti i kombinacijama koje su vodeće u modernoj visokogradnji.

Strukturalna šema je međusobno povezana grupa vertikalnih i horizontalnih nosećih konstrukcija zgrade, koje zajedno pružaju izdržljivost, čvrstoću i stabilnost.

Klasifikacija konstruktivnih rešenja zgrada u celini izgrađena je na osnovu konstruktivne šeme utvrđene u njihovoj osnovi. Pored tradicionalnih oblika konstruktivnih sklopova – prostorno-površinskih (zidane zgrade) i linijsko-skeletnih (gredni-ramovski), od 1960-ih. aktivno se primenjuje cevni sistem u izgradnji objekata visine od 25 i više spratova [2].

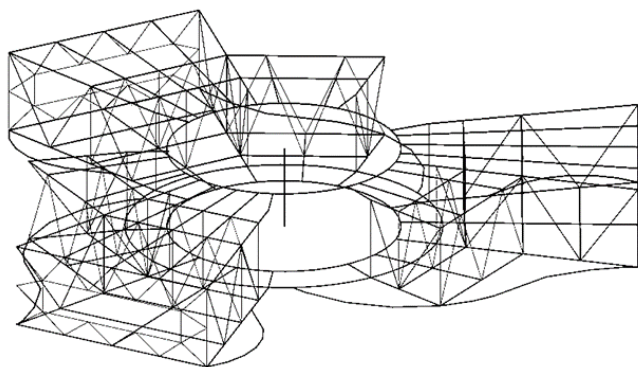
Široko se koriste i mešoviti ili kombinovani konstruktivni sistemi.

Budući da projekat kinetičkog objekta koji se razmatra treba da se izvede u varijanti od 33 sprata i sa prilično komplikovanim oblikom u planu, usvojen je cevni sistem.

Cevni sistem, kao glavna noseća konstrukcija zgrade, koji prima opterećenja i uticaje, sadrži vertikalnu prostornu šipku - cev krutosti, zatvorenog ili otvorenog poprečnog preseka, do cele visine zgrade. Pošto se cev najčešće nalazi u geometrijskom centru plana, pojavio se i poznati termin "jezgro krutosti".

U ovom slučaju, horizontalne strukture percipiraju horizontalna opterećenja i uticaje (težinu konstrukcije i korisno opterećenje), kao i opterećenje od vertikalnih struktura do poda, prenoseći ih na vertikalne noseće strukture [3].

Svaki sprat je poseban segment, koji nije povezan sa sledećim i prethodnim spratovima. Svi segmenti predstavljeni su sistemima ramova i rešetki na spratu (slika 1) i sa dve horizontalne vatrootporne armirano betonske ploče postavljene na donjoj i na gornjoj zoni sprata. Sprat se kači na centralnoj statičnoj cevi, čime se formira pokretna konzola. Cev, zauzvrat, omogućava sva opterećenja i reakcije na temelje.



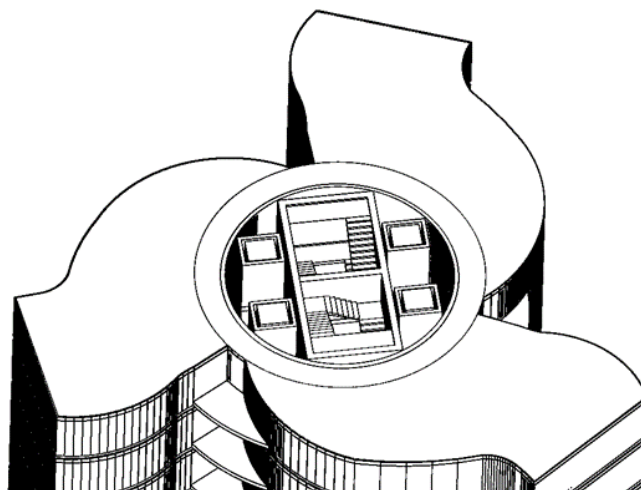
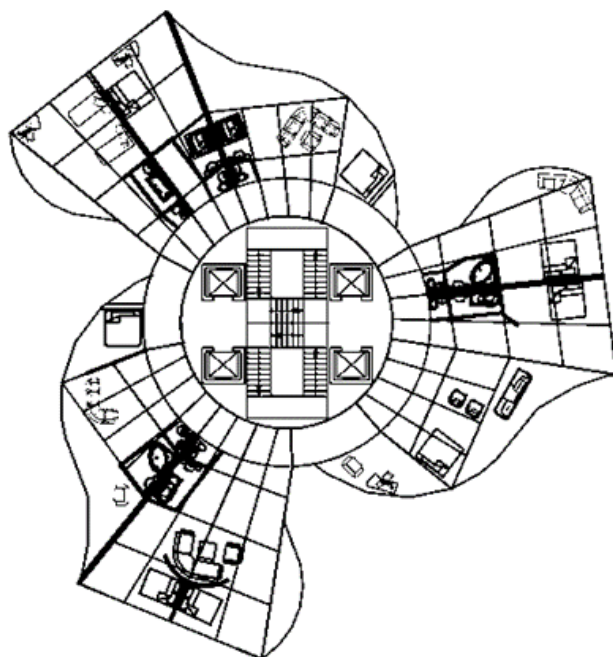
**Slika 1.** Konstruktivno rešenje sistema rešetki i ramova na spratu.

Najbolji uslovi za prostorni rad konstrukcije zgrada cevnih sistema obezbeđuju strogo centralnu lokaciju cevi u planu i geometrijsku sličnost formi planova zgrade i cevi (slika 2).

Centralno postavljena monolitno armirano-betonska cev, u zavisnosti od opterećenja i broja spratova, projektuje se

debljinom cevi u donjem nivou - 60-80 cm, a u gornjim slojevima se smanjuje na 20-30 cm.

Minimalna klasa betona za vertikalne noseće konstrukcije je V30, ali u donjim spratovima visokih zgrada prihvatljivo je koristiti beton visoke čvrstoće klasa B50 i B60.



**Slika 2.** Plan tipskog sprata hotelskog kompleksa.

Zidovi cevi imaju dvostrano ojačanje armaturom do 0,5% i rade na ekscentričnoj kompresiji savijanjem pod uticajem vertikalnih i vetrovitih opterećenja.

Pretpostavlja se da visoke zgrade kinetičkog tipa ne mogu koristiti sve trenutno poznate varijante konstruktivnih sistema. Verovatno, osnova konstruktivnog sistema visoke zgrade sa pokretnim spratovima trebalo bi da bude cevni. U ovom slučaju moguće su dve verzije konstruktivnog rešenja cevi:

- cev u centru plana zgrade sa pokretnim spratovima u krug oko ose cevi.

- spoljašnja cev sa rotacijom pokretnih spratova unutar strukture okvirnog tipa ove konstrukcije.

Svaka od ove dve opcije, očigledno, predstavlja specifične zahteve za konstrukciju i konfiguraciju planetarnog mehanizma.

Osim toga, u konstrukciji cevi treba obezbediti posebne noseće elemente koji nisu karakteristični za tradicionalne konstruktivne sisteme koji primaju opterećenja i uticaje od planetarnog mehanizma.

Trebalo bi očekivati da će sve veća pažnja arhitekata i konstruktora na kinetičku arhitekturu u visokogradnji izgraditi nove konstruktivne sisteme zasnovane na idejama jezgra krutosti u obliku centralne cevi ili spoljašnje cevi okvirnog tipa, što će učiniti potrebno da se spratovima omogući pokretnost.

Karakteristikom konstruktivnih sistema kinetičkih višespratnih zgrada se javlja to da vertikalno opterećenje spratovi moraju preneti na cev ili jedan na drugi. Jezgro krutosti treba da obezbedi percepciju horizontalnog opterećenja i uticaja od mehanizma rotacije.

Centralna cev i cev spoljašnje strukture okvirnog tipa imaju svoje prednosti i mane. Ona omogućava projektovanje visoke kinetičke zgrade s kompleksnim planskim oblicima. Tip predstavljene zgrade sa spratovima u obliku "latica" u ovom radu je primer gore navedenom tekstu.

Međutim, centralno smeštena cev, zbog svog prostornog-planiranja, ima ograničenje u veličini poprečnog preseka (prečnika). Ovo može značajno uticati na nosivost i krutost centralne cevi.

Spoljašnja cev okvirnog tipa može imati znatno veće dimenzije poprečnog preseka i, prema tome, velike parametre krutosti.

Takva cev je racionalna za upotrebu pri velikoj spratnosti i visini. Međutim, pošto se pretpostavlja da je rotacija pokretnih spratova unutar okvira, onda oblik samog plana cevi okvirnog tipa i, posledično, oblik planova okretnih spratova mora biti upisan u krug odgovarajućeg radijusa.

Ovo će značajno ograničiti mogućnosti rešenja prostornog planiranja i ekspresivnost arhitekture.

Osim toga, konstruktivna spoljašnja cev okvirnog tipa može biti samo u obliku strukturne čelične šipke. Ali čak i vertikalne šipke i nagnuti elementi takve strukture će, sa rotacijom spratova, stvoriti poteškoće za ljude da posmatraju panoramski spoljašnji prostor kroz prozore.

U ovom pred-projektnom predlogu, predloženo je korišćenje konstrukcije otvorenog preseka cevi, na primer, poprečnog preseka u obliku krsta.

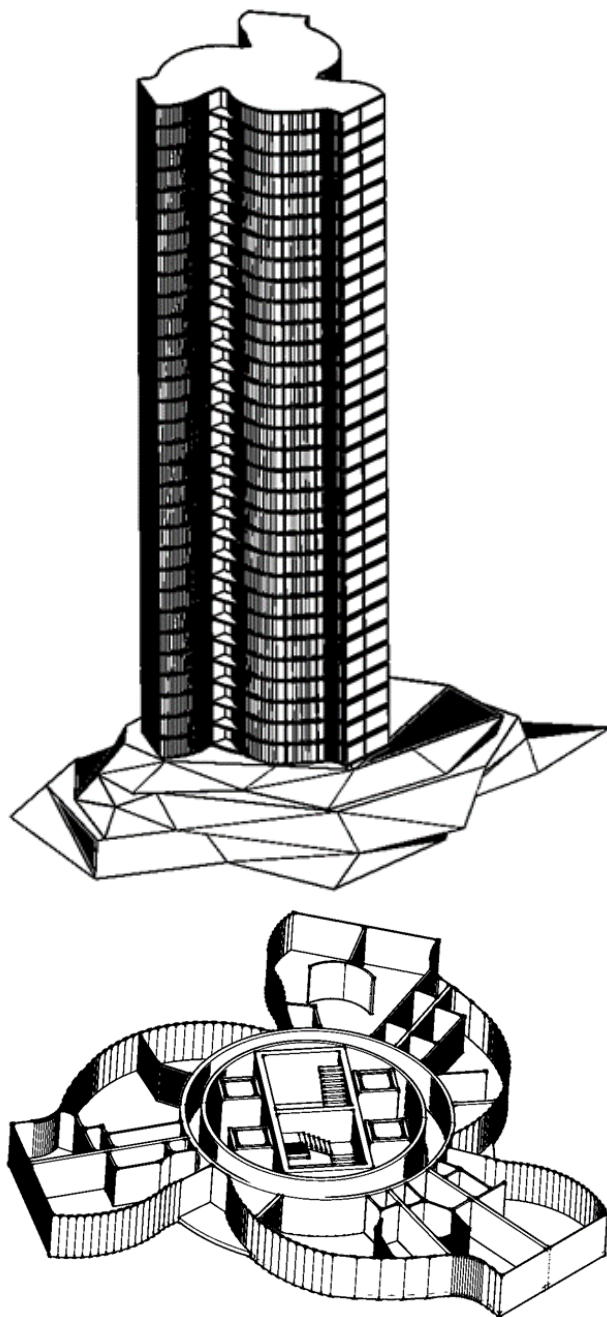
On eliminiše troškove rada i potrošnju metala za ugradnju nadvratnika iznad otvora potrebnih u cevima zatvorenog preseka (vrata od lifta, od stepeništa itd.) i pojednostavljuje ugradnju liftova.

Ograničenje u njihovoj primeni opravdano je samo u posebnim slučajevima visokogradnje, kada krutost cevi otvorenog preseka možda nije dovoljna.

Ovaj projekat kinetičke zgrade je objekat za javnu upotrebu, prvi sprat je namenjen za recepciju, kafić i restoran, na drugom i trećem spratu je poslovni prostor, na ostalih trideset spratova planiran je hotelski kompleks vrhunске klase. Baš ovih 30 spratova su projektovani da budu pokretni, 3600 stepeni u odnosu na centralnu statičku armirano-betonsku cev, nezavisno jedan od drugog [4].

Rešenje prostornog-planiranja hotela podleže opštem zahtevu visokogradnje - kompaktnosti oblika trouglastog, pravougaonog, ovalnog i okruglog plana.

Izabrani oblik zgrade u planu je složen, i predstavlja cvet sa tri latice. Ovaj oblik nije izabran slučajno, već je izrazit i odražava koncepciju projekta zgrade (Slika 3).



**Slika 3.** Model kinetičke zgrade i detaljni plan sprata hotelskog kompleksa.

U slučaju kružnog oblika osnove zgrade koristi se radialni ili ortogonalni raspored prostorija. Međutim, zbog činjenice da kompaktni oblik, čak i sa većim brojem spratova, ne pruža mogućnost povećanja kapaciteta hotela na 800-1000 mesta, usvojena je šema planiranja, koja predstavlja linije (zrake) sa određenim uglom između njih, koji se puštaju od centralne ose armirano-betonske cevi, i na osnovu tih linija vrši se planiranje prostora sprata hotelskog kompleksa.



### 3. ZAKLJUČAK

Višespratne zgrade, po pravilu, značajno su skuplje od mnogospratnih i standardnih zgrada. Istovremeno, pri rastu cene, pored skupljeg rešenja podzemnog dela, ojačanja osnove i skupljih nosećih konstrukcija, utiče veliki broj drugih faktora koji odražavaju se na rešenje prostornog planiranja i vode ka povećanju troškova. Ovi faktori uključuju delimičan gubitak radnog prostora, sa odgovarajućim povećanjem cene usled postavljanja u njihovo prostranstvo nosećih konstrukcija (rešetka i ram).

Kinetički pravac počinje da se aktivno razvija i uvodi u građevinarstvo. A to znači da se približava nova era arhitekture. Kao što je rekao Kristof Bauder (Christoph Bauder), jedan od arhitekata kinetičke arhitekture: "Kinetička arhitektura je sledeći korak u stvaranju našeg okruženja" [5].

U sklopu ekspresivnosti, ova arhitektura će premašiti sve što je prethodno stvoreno.

#### LITERATURA

- [1] Хуркова Д.А., Коренькова Г.В. Кинетическая архитектура: прошлое и будущее /Юность и знание – гарантия успеха-2015: сб. науч. трудов 2-й Междунар. науч.-практ. конф. // Юго-Западный гос. ун-т (01-02 октября 2015 г.). Курск Том 2, 2015. С. 191-193.
- [2] Т.Г. Маклакова. Высотные здания. Градостроительные и архитектурно-конструктивные проблемы проектирования.: Монография. Издание второе, дополненное. – М.: Издательство АСВ, 2008 – 160 с.
- [3] Солодов Н.В., Пешкова Е.В. Исследование устойчивости стержней. Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. №4. С.25-27.
- [4] Цуркина С.К., Солодов Н.В. Кинетическая архитектура: ее типы, особенности и возможности реализации «движения» в зданиях. Международный студенческий строительный форум – 2016 (к 45-летию кафедры строительства и городского хозяйства): сб. докл.: в 3 т. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. – Т.2. С.245-248.
- [5] Кинетическая архитектура. // Молодежный научный форум: Технические и математические науки: электр. сб. ст. по материалам XXXIX студ. междунар. заочной науч.-практ. конф. – М.: «МЦНО». – 2016 – № 10(39) / [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: [https://nauchforum.ru/archive/MNF\\_tech/10\(39\).pdf](https://nauchforum.ru/archive/MNF_tech/10(39).pdf).

**БИЗНИС ПАРКИНГ (БП) – КОНЦЕПЦИЈА СТВАРАЊА И ПЛАНИРАЊА  
ПОСЛОВНОГ ПРОСТРАНСТВА У БЕЛГОРОДСКОЈ ОБЛАСТИ (РУСИЈА) И  
ИЗБОРА ОПТИМАЛНЕ ЛОКАЦИЈЕ ЗА ИЗГРАДЊУ БП****BUSINESS PARKING (BP) - CONCEPT OF CREATING AND PLANNING  
BUSINESS SPACE IN THE BELGOROD REGION (RUSSIA) AND CHOOSING AN OP-  
TIMAL LOCATION FOR BUILDING BP**

Александар Лакетић, Снежана Лакетић, Немања Лакетић

*Белгородски државни технолошки универзитет В.Г. Шухов, Костјукова 46, Белгород, Русија.*

**Садржај** – У овом раду се разматрају примери организације пословног простора, концепција бизнис паркинга као једна од варијанти комерцијалних некретнина, а такође и могућност стварања бизнис паркинга на територији Белгородске области и избор оптималне локације за његову изградњу. Циљ овог истраживања је проналажење критеријума који утичу на избор оптималне локације за изградњу БП.

**Кључне речи:** Бизнис паркинг. Бизнис парк. Пословни простор. Комерцијална некретнина. Оптимална локација. Пословне зграде. Критеријуми избора локације. Фазе животног циклуса Бп.

**Abstract** – In this article considered examples of business premises organization, the concept of business parking as one of the variants of commercial real estate, as well as the possibility of creating business parking in the territory of the Belgorod Oblast and choosing the optimal location for its construction. The aim of this research is to find the criteria that influence the selection of the optimal location for the construction of BP.

**Key words:** Business parking. Business Park. Business space. Commercial real estate. Optimal location. Business buildings. Site Selection Criteria. Life cycle stages BP.

## 1. УВОД

Обично за нас термин “паркинг” означава паркинг место за возила, али у контексту нашег рада овај термин ће бити интегрисан у концепт “Бизнис паркинга”, а његово значење ће се веома разликовати од уобичајеног. У оквиру нашег истраживања, термин “бизнис паркинг” одражава подручје где су груписани бизнис паркови који садрже пословне просторе.

Бизнис паркинг (БП) је један од облика комерцијалних некретнина, простор, на чијем се месту налази велики број пословних зграда. Бизнис паркинг се најчешће налази близу аутопутева или главних саобраћајница на субурбаном подручју, где је грађевинско земљиште јефтине [1].

На основу примера изграђених бизнис-паркинга у осталима земљама у иностранству, у овом раду ће се разматрати најповољнији услови за изградњу истог таквог бизнис пространства на територији Белгородске области (Руска Федерација). Такође, треба узети у обзир избор оптималне локације за БП, као и концепције за његово стварање. Биће представљен животни циклус бизнис паркинга, тачније које све фазе функционисања обухвата БП.

## 2. ПРИМЕРИ БИЗНИС-ПАРКИНГА

Бизнис паркинг оригинално представља хибридизацију градског и Англо – Саксонског модела универзитетских кампуса. Пажња се посвећује слободном простору, као начину обликовања средине. Овај формат комерцијалних некретнина је популарнији у иностранству.

По први пут бизнис паркинги – “градови” за канцеларијске раднике на периферијама метропола - појавили су се 1960. године у Сједињеним Америчким Државама.

20 година касније, ова идеја се појавила и у Енглеској: огромни пословни комплекси у предграђу Лондона постали су популарни међу америчким ИТ компанијама. У последње две деценије овај се сегмент почео развијати у Русији на исти начин, али домаће компаније споро долазе до решења да се преселе на периферију града, пошто је то обично знак недостатка угледа компаније, тако да су главну потражњу за бизнис паркингом формирале западне компаније.

У Србији постоји неколико бизнис паркова, један из тих је научно-технолошки парк Београд који је основан у партнерству Владе Републике Србије (у име Владе, Министарства просвете, науке и технолошког развоја), Гра-

да Београда и Универзитета у Београду, са циљем стварања одговарајућег и повољног амбијента за повезивање привреде и научно-истраживачких и образовних организација. Такође један од главних задатака је окупљање технолошко развојних компанија, домаћих и страних, као и подстицање оснивања “start ap” компанија. Парк се налази у централној зони Београда, 4.5 км од центра града и 22 км од међународног аеродрома и заузима простор од 16 500 квадратних метара (Слика 1.) [2].



Слика 1. Научно-технолошки парк Београд.

У Москви је крајем 2003. године изграђен први бизнис центар изван граница града (Кантри Парк), а почетком 2006. године отворен је први прави бизнис парк Kogylatskie Hills. Упркос удаљеној локацији и одсуству оближњег метроа, пројекат је био веома успешан: пре пуштања у рад сва подручја су предата великим међународним холдинзима сферама ИТ и телекомуникација, фармацеутским компанијама. Међутим, други московски приградски бизнис парк “Олимпија Парк”, не мање успешнији, појавио се тек 2011. године [3].

### 3. КОНЦЕПЦИЈА БИЗНИС-ПАРКИНГА И ИЗБОР ОПТИМАЛНИХ ЛОКАЦИЈА БП

Главни задатак бизнис паркинга је стварање најудобнијих радних услова за запослене. Посебну пажњу у креирању бизнис-паркинга даје се слободном простору, као једној од могућности за формирање бизнис-зоне. Уобичајено је подручје бизнис-паркова од 10 до 20 хектара, а ову територију заузимају нискоспратне пословне зграде са најефикаснијим планирањем, паркинг зонама, инфраструктурни објекти (трговине, кафићи, спортски клубови итд.), велика паркиралишта, све у једном концепту.

Најоптималније локације за изградњу таквих бизнис-паркинга су места саобраћајних веза, предграђа града или на периферији.

Наш пример бизнис паркинга је везан за Белгородску област, чији је центар град Белгород са 369 815 становника, док сама област, рачунајући и Белгород, има 1 552 865 становника по подацима за 2017. годину. Пошто је Белгород центар регије, већина људи одлази на посао, чија се радна места налазе у самом граду, и то само по себи представља један од главних проблема Белгорода, велике саобраћајне гужве. Премештањем седишта великих компанија на периферију града би решило делимично овај проблем.

Слика 1. показује главне путеве који воде до централног дела града, ограничени улицама Победа (на југу), Богдана Хмељницкова и блокови јужно од Енергомаша

(на западу), Вокзалнаја улица (на истоку) и Белгородског проспекта (на северу) [4].

Као што се може видети на слици 1, постоје 6 улаза у централно подручје (ЦП) града:

1-и из приградског насеља Северни (удаљеност од улаза до ЦП – 6,9 км);

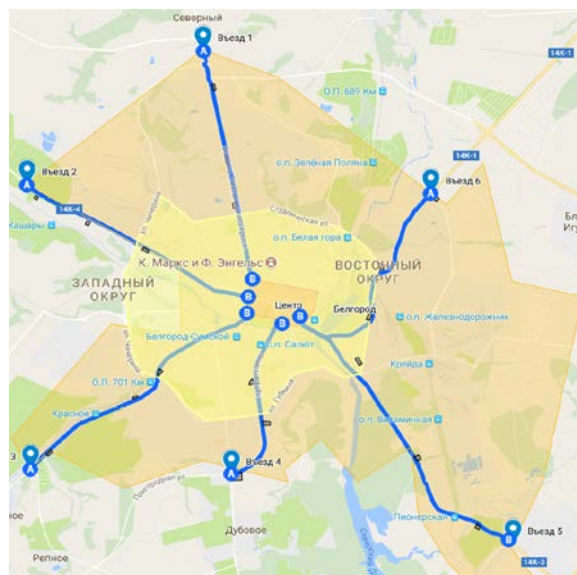
2-и из села Стрелецкоје (удаљеност од улаза до ЦП – 7,1 км);

3-и из села Мајски (удаљеност од улаза до ЦП – 7,95 км);

4-и из приградског насеља Дубавоје (удаљеност од улаза до ЦП – 5,2 км);

5-и из приградског насеља Разумноје (удаљеност од улаза до ЦП – 9,5 км);

6-и из града Короћа (удаљеност од улаза до ЦП – 6,8 км);



Слика 2. Улази у централно подручје (ЦП) града Белгорода.

Удаљеност од улаза у града до ЦП не прелази 10 км, стога, време предвиђено за тај пут не сме бити више од пола сата, узимајући у обзир ограничење брзине и карактеристике путева.

Приликом формирања бизнис-паркинга неопходно је узети у обзир све фазе његовог животног циклуса, који су условљени спиралним обликом и укључује: стварање, развој, одрживо функционисање и реновирање.

Да бисмо утврдили најоптималнију локацију бизнис-паркинга, можемо разликовати следеће критеријуме за компаративну експертну оцену:

1. Трошкови земљишта за изградњу,
2. Повољна локација у односу на аутопутеве и раскрснице,
3. Доступност везе са комуникацијама,
4. Број пролазног саобраћаја,
5. Растојање од ЦП до улаза у град,
6. Порез на имовину.

Први критеријум је квантитативан - ово је просечна цена за ар у рубљама.

У оквиру другог критеријума, стручњаци процењују профитабилност локације будућег БП-а у односу на путеве и раскрснице. Скала рејтинга (профитабилна локација) је следећа: 1 бода - нема путева; 2 бода – пут са две траке; 3 бода - пут са више трака; 4 бода - аутопут или магистрални пут; 5 бодова - петља.

Трећи критеријум је такође квантитативан: стручњаци мере, базирајући се на карти, растојање од најближег објекта, са комуникацијама које су спроведене до њега, до наводне локације БП-а.

У четвртном критеријуму, тачан број пролазног саобраћаја без посебних уређаја не може се утврдити, дакле, руководимо се званичном статистиком, према којој на 5 особа постоји 1 аутомобил, и онда узимамо за просечну вредност овог индикатора однос становништва области према пет.

У петом критеријуму све је сасвим једноставно: стручњаци врше мерења на карти од назначеног ЦП-а до места где се БП планира, према улазима у град.

Увођењем шестог критеријума је због разлика у пореским стопама за град и област.

#### **4. ЗАКЉУЧАК**

Није могуће успоставити хијерархију могућих локација будућег бизнис паркинга у овој фази рада, како би се утврдила најповољнија локација, неопходно је створити динамички променљив математички модел који ће зависити од великог броја фактора и њихових статистичких промена.

БП пружа домаћим и страним инвеститорима опремљене платформе са потпуном инфраструктуром испод тржишних цена, помаже при регистрацији предузећа на основу овог пословног парка, приликом уласка на тржиште роба и услуга, као и саветовање у законодавству. Бизнис-паркинг је пословна, индустријска зона са бизнис инкубаторима, уједињена једним концептом и усмерена на постизање заједничког циља. На једном месту налазиће се спој науке, универзитетског центар и производње, што ће допринети економском просперитету града и регије.

На основу позитивног искуства страних земаља и великих градова Русије, предлаже се изградња Бизнис паркинга на територији Белгородске области, што би резултирало брзи раст и развој појединачних градова. Изградњом таквих бизнис паркинга на периферији града Белгорода не само да ће омогућити развој научних и индустријских сектора, већ и значајно ослободити централни део града премештањем малих, средњих и великих предузећа, бизнис-центра у бизнис паркове, који ће у целини представљати бизнис паркинге.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

- [1] <http://www.zivetisabiljkama.net/sta-je-biznis-park-2/>
- [2] <http://ntpark.rs/about/>
- [3] <https://comstrin.ru/news/articles/230/>
- [4] <http://www.beladm.ru/>



## ОБРАБОТКА АНИЗОТРОПНЫХ МАТЕРИАЛОВ В РОЛИКОВОМ ПРЕССЕ SHREDDING ANISOTROPIC MATERIALS IN ROLLER PRESS MILL

Aleksey A. Romanovich, Anatoliy M. Gridchin, Marina A. Romanovich, Vladislav S. Prokopenko,  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород,  
Российская Федерация

**Аннотация** – В статье рассматривается повышение эффективности шлифовальных материалов с анизотропной текстурой. Основные особенности и условия организации процесса шлифования, в том числе нагрузок материалов с анизотропной структурой, направления их движения и применения силовой нагрузки. Описывается конструкционная роликовая прессовая мельница с устройством для направления подачи анизотропных материалов, представлена диаграмма и описание работы. Рассмотрены условия разрушения анизотропного материала между эксцентрично установленными роликами и уравнение для расчета удельной силы, необходимой для разрушения анизотропных материалов в эксцентриковых валах RPM. Сравнительные данные показывают удельные величины давления измельчения при шлифовании известняковых органогенных, препаратов экспериментально и теоретически RPM.

**Ключевые слова:** Роликовый пресс. Устройство для направления подачи. Анизотропные материалы. Шлифовальное усилие.

**Abstract** - The article deals with the improvement the efficiency by grinding materials with anisotropic texture. The main features of the specific features and conditions of organization of the process of grinding process conditions including the loads of materials with anisotropic structure and direction of their movement and the application of power load. We describe the structure roller press mill with a device for feeding direction of anisotropic materials, it shows a diagram and description of the work. Consider the conditions for the destruction of the anisotropic material between the eccentrically mounted rollers and an equation for the calculation of the specific force required to fracture anisotropic materials in the eccentric rolls RPM The comparative data values the specific quantities grinding pressure during grinding limestone organogenic, preparations experimentally and theoretically RPM.

**Key words:** Roller press mill. Device for feeding direction. Anisotropic materials. Grinding effort.

### 1. INTRODUCTION

Modern construction industry is based on processing the huge amount of materials with different mineralogical composition and physico-mechanical properties (clay, sand, limestone, granite, basalt, etc.). However, their grinding is accompanied by significant material and energy costs. It's known that about 10% of the world's electricity is consumed in the process of crushing and grinding [1-2].

The increasing need for processing of natural raw materials for creation of new building materials and mixtures thereof, and the need for technological waste dumps and various waste products require appear more expensive electricity for grinding.

### 2. MAIN PART

At the same time, the extraction of metallic and nonmetallic minerals annually in the blade for storage and tens of billions of tons of rocks, which, by their mineralogical composition may be used well in the manufacture of a wide range of building materials. Produced rocks differ from the traditional raw material construction industry to its geological origin, mineralogical composition, structure and physico-

mechanical properties. A special place among these are anisotropic materials have different physical and mechanical parameters of the medium (compressive strength, tensile, bending, Jung's modulus, shear, Poisson's ratio, dielectric, magnetic permeability, and others, Table1).

Numerous studies scholars [3-5] confirm the direct dependence of the anisotropy  $\hat{E}_{an}$ :

$$\hat{E}_{an} = \frac{\sigma_{\perp}}{\sigma_{\parallel}} \quad (1)$$

where  $\sigma_{\perp}, \sigma_{\parallel}$  - Accordingly, the tensile strength of the anisotropic material in directions perpendicular and parallel to the layering of minerals.

These circumstances determine much attention to academics and practitioners in the development of processing technologies and constructive improvement of crushing and milling equipment to save energy during grinding materials with anisotropic texture.

In this regard, there is a special relevance in the uniform direction and power units used for the destruction of materials having an anisotropic structure, since it becomes possible to

provide directed force action on the material to be ground in the direction of its smallest strength, thus significantly reducing the energy consumption for grinding.

At splitting anisotropic rocks destruction efficiency of the process depends on many factors: the strength characteristics of materials and their structural and textural features and the main way and the direction of the application of destructive forces. Analysis of scientific and technological research process fracture of isotropic and anisotropic materials in various crushing and grinding units shows that the organization of the grinding process of anisotropic materials should take into account not only their specific characteristics, but also the conditions of organization of the process:

- loading conditions of materials with anisotropic structure and direction of their movement;
- direction of application of power load;

Technological schemes of processes of grinding material at each stage of processing (classification of ground products, internal and external recycled crushed materials, separation finely chopped particles, etc.).

**Table 1.** Different physical and mechanical parameters of anisotropic materials

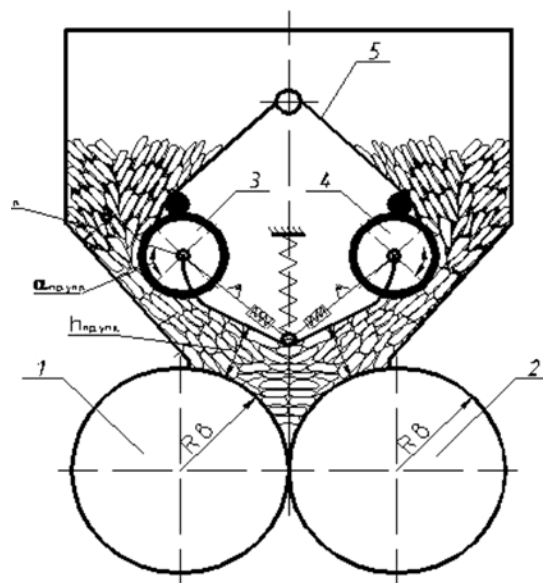
Identification of the substance	Compressive strength, MPa		Anisotropy factor,
	Perpendicular to the foliation	Parallel to foliation	
Organogenic limestones	95	65	1.46
Schists (mine KMA)	130	59	2.2
Amphibolites(Mine KMA)	145	75	1.93
Quartzite-sandstone banded	260	190	1.37

Existing fleet of crushing equipment for today both in our country and abroad do not take into account features of the crushed materials [6 -10].

The analysis of the conditions of the expiration of the charge and its crushing compression in the press roller assemblies demonstrates the feasibility of using the feed roller-type devices that provide uniform distribution of the mixture layer to the width of the working bodies of RPM, its effective pre-consolidation I feed direction of the material layer in the roll space. We designed of the invention the press roll grinder with a device for supplying directional anisotropic materials (Figure-1).

Press roller crusher consists of an eccentric roller mounted on the frame 1, 2, on which is situated inside the hopper a roller unit consisting of two movable cheeks 5 in contact with the shaft and Kami3,4 interconnected by movable guide rods. Unit operates as follows. A material having anisotropic texture, for example, organogenic limestone and others fed into the hopper, where the movable cheeks 5 is fed to the rollers 3 and 4 are gripped by them, rotated in the longitudinal position, is sealed, uniformly distributed over the width of the roll and guided in the roll space.

a)



**Figure 1.** Roller press mill with a device for feeding direction of anisotropic materials: a –photo of the experimental setup, b - scheme of work.

Then the material is captured eccentric rollers 1, 2, where it is implemented crush-shear deformation, due to the different peripheral speeds of the working surfaces of the rolls. The gap between spring rolls 3, 4, is set within the value  $H = R_{cp} (1 - \cos \alpha) + \delta$  (Wherein  $\alpha$  - Capture angle rolls,  $R_{Wed}$  - the average radius of the current roll,  $\delta$  - The gap between the eccentric rollers)

The experimental results confirmed the efficiency of this design and RPM and high efficiency of the use of the grinding materials with anisotropic texture.

However, the complexity of the implementation of these aggregates in real production is largely predetermined by the lack of methodology calculating the amount of effort required in the fracture and anisotropic materials.

Implement effective modalities crush-directional shear force action on the anisotropic material can press roll grinders with eccentrically mounted rollers.Consider conditions fracture anisotropic material between the eccentrically mounted

rollers (Figure-2) assuming that the normal stresses in anisotropic material, uniformly distributed on the arc of the rolls in the deformation zone, and the greatest efforts the grinding is achieved by the line connecting the centers of the rolls.

After appropriate transformations we obtain the equation for the calculation of the specific force required to fracture anisotropic materials in eccentric rolls RPM.

$$D_1 = \frac{0,71fL\alpha_e\sigma_{cj}}{k_{af}} \left( \text{tg}\gamma - f_T \right) / e^{\frac{\xi f L \delta}{S \cos \alpha}} \cdot \frac{H_0 \cdot \text{tg}\alpha_{\text{def}}}{\Delta h f_0 (f_0 + \text{tg}\alpha_{\text{def}})} \cdot \left[ 1 + \frac{f_0}{\text{tg}\alpha_{\text{def}}} \left( 1 - \frac{2(I_0 - \delta)}{H_0} \right) - \frac{(\text{tg}\alpha_{\text{def}} - f_0)}{\text{tg}\alpha_{\text{def}}} \left( \frac{H_0}{h_x} \right)^{f_0/\text{tg}\alpha_{\text{def}}} \right], \quad (2)$$

where,  $\sigma_{cj}$  - tensile strength of anisotropic materials under compression, N / m<sup>2</sup>;  $\alpha$  - the angle deformation of the charge layer;  $f$ ,  $f_0$  - accordingly, the coefficient of friction of the internal and external;  $S$  - The area of the crushing chamber, m<sup>2</sup>;  $L$  - the perimeter of the crushing chamber, m;  $\alpha_{\kappa}$  - angle applications power load, hail;  $\xi$  - Coefficient of lateral thrust;  $\text{tg}\gamma$  - The average value of the angle of inclination of the contact area of anisotropic particles, the three mutually perpendicular axes;  $H_0$  - the thickness of the particle layer in the beginning of deformation, m;  $\Delta h$  - Deformation of a layer charge at its destruction, m;  $k_{af}$  - coefficient of anisotropy of the material;  $\alpha$  - The angle of maximum effort;  $\delta$  - The value of the roll gap, m.

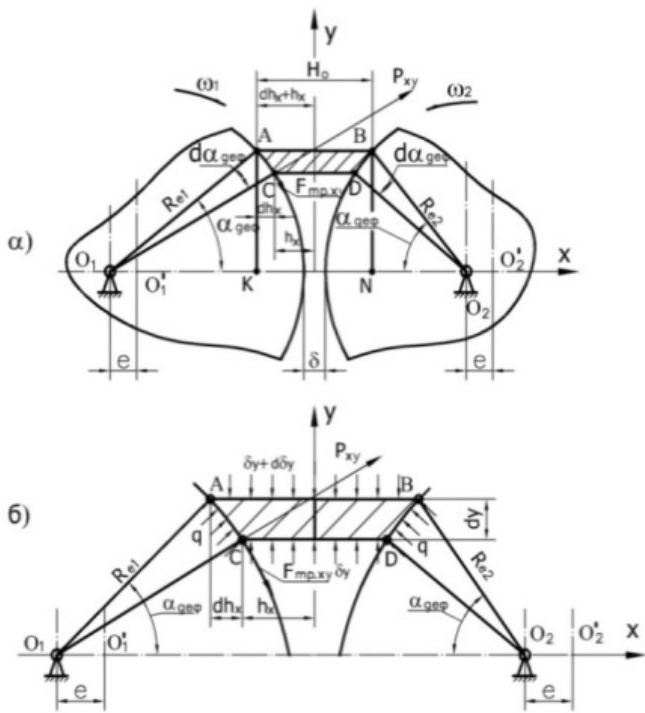


Figure 2. Driving forces to determine the grinding force.

From the plot (Figure-3) Constructed according to equation (2) has shown that increasing the radius of the roll leads to an increase effort grinding. This indicates that the increase in the radius of the rolls leads to increased thickness of the material and the gripping rollers area zone of maximum effort, and consequently and LS, requires great effort grinding.

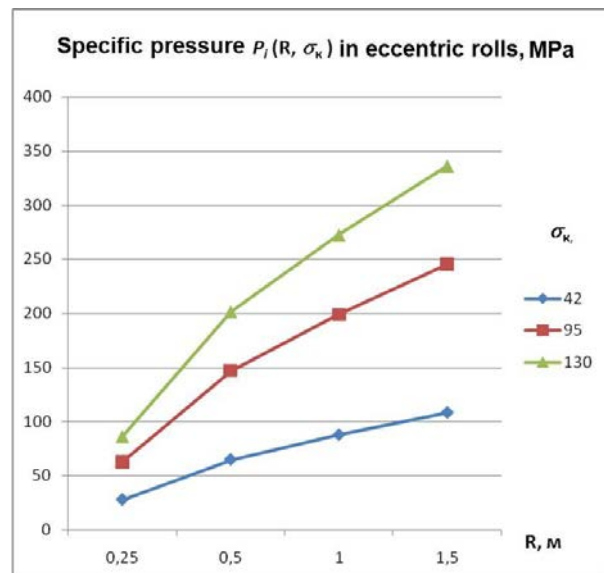


Figure 3. The effect of the radius of the roller on the specific pressure failure in IMC anisotropic materials with different compressive strength.

Grinding effort also increases the initial strength of crushed material that allows you to make important practical conclusion that the grinding anisotropic materials necessary to create the force effect in the direction of least resistance. This requires the development of device that the direction of their submission to the rolls of RPM.

### 3. CONCLUSION

Thus, the obtained equation allows to determine the value of the current crushing resistance-shear deformation of the charge layer on the basis of the geometrical parameters of the press roller crusher with eccentric rollers and physico-mechanical properties of crushed anisotropic material. Comparing the values of specific variables the grinding pressure during grinding limestone organogenic ( $= 95 \text{ N / m}^2$ ) Preparations experimentally RPM  $R = 0$  to  $5 \text{ m}$ , and equal to  $141 \text{ MPa}$  by calculation is equal to  $148.6 \text{ MPa}$  determined that the difference does not exceed 10%. Thus, the resulting expression (2) is adequately reflects the actual process.

### 4. ACKNOWLEDGEMENTS

The authors extend acknowledgements to the rector of BSTU named after V.G. Shukhov, prof. Sergei Nikolayevich Glagolev for their assistance in organizing the study and publication of the results.

\* Work has been performed in the framework of Strategic Development Program at BSTU named after V.G. Shukhov for 2012-2016.

### REFERENCES

- [1] Hasanov, O.L. The technology of products from nanoceramics. Engineering Journal Nanotechnics, 3: 2006. 82-83.
- [2] Romanovich A.A., Bogdanov V.S., Romanovich L.G., Romanischin D.V. Determination of power mill spent on the creation of the longitudinal motion of the grinding load / Journal of Applied Engineering Science. 2015. T. 13. № 3. pp. 155-160.

- [3] Sevostyanov, V.S., Targonskij, I.I., Romanovich, A.A., Goncharov, A.A. Energy saving mills with internal recycling of milled materials. *Glass and Ceramics*, 4: 1993. pp. 28-30.
- [4] Romanovich, A.A., Bogdanov, V.S., Romanovich, L.G., Romanischin, D.V. 2015. Etermination of power mill spent on the creation of the longitudinal motion of the grinding load. *Journal of Applied Engineering Science*, 13(3):155-160.
- [5] Romanovich, A.A., Bogdanov, V.S., Vorobyov, N.D. Definicion of Rational Conditions of Materials Griding in Energy-Saving Milling Complex. *World Applied Sciences Journal*, 25(2): 2013. 214-221.
- [6] Romanovich L.G., Romanovich M.A., Vybornova V.V., Riapukhina V.N. Small businesses is a sphere of innovation in the age of globalization / *Journal of Applied Engineering Science*. T. 12. № 4. 2014. C. 297-301.
- [7] Romanovich, A.A. 2011. Analysis preconsolidation process of anisotropic materials in the roller press mill. *Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov*, 1: 56-60.
- [8] Schafer, H.U. Loesche Mills for the Cement Industry. *ZKG International*, 3: 2003. 56-62.
- [9] Stroiber, W. Comminution Technology and Energy consumption, part 2. *Cement International*, 2003. 90-97.
- [10] Vybornova, V., Vybornova, S., Romanovich, L., Romanovich, M. The cost reduction - the main condition for sustainable development of industrial enterprises. *Journal of Applied Engineering Science*, 12(4): 2014. 261-264.



АНАЛИЗ ТРАВМАТИЗМА В СФЕРЕ СТРОИТЕЛЬСТВА И ПУТИ  
ЕГО СНИЖЕНИЯANALYSIS OF TRAUMATISM IN THE SPHERE OF CONSTRUCTION AND WAYS  
OF HIS REDUCTION

Viktoriya P. Khlusova, Elena V. Klimova

*Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, Belgorod, Russia*

**Аннотация** – Производственный травматизм является одной из актуальных проблем современности. И не смотря на внедрение новых, более безопасных для человека технологий, остается много отраслей производственной деятельности человека, где травматизм является значительной проблемой, которая требует особого внимания. В статье представлен анализ состояния производственного травматизма в сфере строительства, выявлены его основные причины, намечены пути снижения.

**Ключевые слова:** Травматизм. Анализ производственного травматизма. Несчастный случай. Строительство.

**Abstract** - Industrial injuries are one of the topical problems of modernity. And despite the introduction of new, more human-safe technologies, many branches of man's production activities remain, where injuries are a significant problem that requires special attention. The article presents the dynamics and analysis of the state of traumatism in the construction industry.

**Key words:** Traumatism. Analysis of industrial injuries. Accident. Civil engineering.

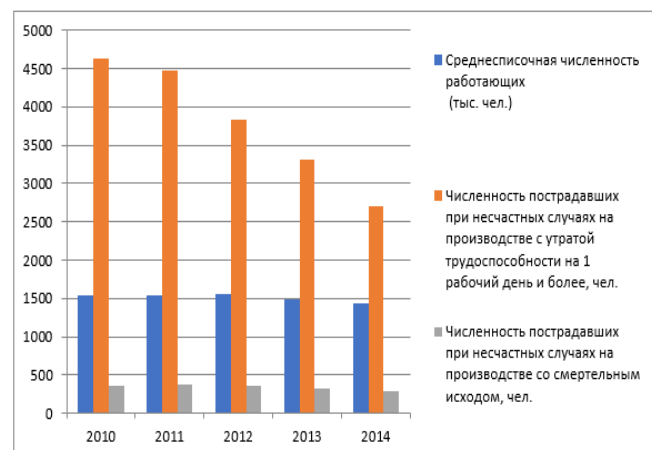
## 1. ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время строительство является одной из наиболее травмоопасных отраслей промышленности. В связи с многообразием технологических особенностей строительного процесса условия труда на строительной площадке часто подвергаются изменениям. На работников строительных специальностей постоянно воздействуют вредные и опасные производственные факторы. Среди которых, особо негативное влияние на здоровье человека оказывают: воздействие вредных веществ (цементная и асбестосодержащая пыль, диоксид азота, кварц, оксид углерода, сварочные аэрозоли, аммиак и другие вещества), перемещение вручную крупногабаритных и тяжелых грузов, повышенный уровень шума и вибрации, работы на высоте и пр. [1]. С целью выявления основных причин возникновения травмоопасных ситуаций и разработки комплекса мероприятий по снижению риска травматизма мы провели анализ производственного травматизма за 2010 – 2014 гг. в строительной сфере по данным Росстата (Рисунок 1) [2].

## 2. АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА

Анализ производственного травматизма в строительстве, показывает, что численность пострадавших при несчастных случаях с утратой трудоспособности на 1 рабочий день и более в 2014 году снизилась на 96 человек по сравнению с 2010 годом и стремительно идет на спад.

Строительная отрасль является протяжением долгого времени остается одной из самых травмоопасных отраслей производства (Таблица 1). [3]



**Рисунок 1.** Динамика производственного травматизма в строительстве за 2010 – 2014 гг.

Основными причинами производственного травматизма в строительстве является: падение работников с высоты - 24% от общего числа несчастных случаев; воздействие движущихся и вращающихся предметов, деталей, машин – 22%; транспортные происшествия -14%, падение предметов с высоты, обвалы земли, обрушение, падение предметов и материалов – 11%, другие виды происшествий – 29% (Рисунок 2).

**Таблица 1.** Уровень травматизма в различных видах экономической деятельности за 2011- 2015 гг.

Отрасли	Уровень травматизма, %				
	2011 год	2012 год	2013 год	2014 год	2015 год
Строительство	222,1	224,0	223,4	224,1	222,5
Обрабатывающие производства	115,3	118,0	117,1	117,4	117,2
Сельское хозяйство	112,2	110,3	111,5	110,9	110,3
Транспорт	113,3	112,0	111,1	111,7	113,5
Добыча ископаемых	66,5	66,9	77,5	77,9	77,3
Сфера услуг, торговля	77,2	77,0	66,2	66,4	55,6



**Рисунок 2.** Анализ причин производственного травматизма в строительстве

В общем виде причины производственного травматизма в строительной сфере классифицируются по 3 основным направлениям:

- организационные – заключаются в неправильной организации работ на строительной площадке, недостаточной обученности и подготовленности рабочих, отсутствии необходимого контроля за выполнением работ, не соблюдении технологии производства, нарушение режима труда и отдыха;

- технические – неисправное состояние приспособлений и инструментов, конструктивные недостатки машин, механизмов, грузозахватных средств, строительных конструкций и оборудования;

- психофизиологические и другие – недостаточное внимание к выполнению работы, ослабление контроля рабочих за своей деятельностью в следствие своего психологического состояния [4].

Мероприятия по снижению производственного травматизма в строительстве должны носить комплексный характер [5].

**С технической стороны** это:

- безопасное исправное производственное оборудование;

- огражденные подвижные части механизмов;

- максимальная автоматизация производства и внедрение дистанционного управления, исключающее неверные операции;

- наличие различных предохранительных приспособлений;

- периодическое тестирование оборудование на наличие неполадок и его техническое обслуживание;

- применение индивидуальных средств защиты [6].

**К санитарно-гигиенической части** относится:

- правильное освещение рабочей площадки;

- правильное отопление производственных помещений, а также защита от вредоносного теплового излучения;

- вентиляция помещений, очистка воздуха от вредных примесей;

- шумоизоляция и минимизация вибраций;

- использование в производстве безвредных или маловредных веществ и материалов как альтернативу более вредным;

- наличие исправного водоснабжения и канализации;

- соблюдение чистоты на рабочих места и на производстве в целом [7].

**К организационной части** относится:

- соблюдение трудового законодательства;

- систематический контроль соблюдения правил безопасности, инструктаж и обучение рабочих по охране и гигиене труда;

- разработка местных инструкций по охране труда, учитывающие особенности производства;

- применение предупредительных надписей и знаков [8].

### 3. ВЫВОД

Ознакомление работающих с возможностью возникновения опасных ситуаций на рабочем месте, агитационная и разъяснительная работа, обучение всех работников предприятия безопасным методам работы, самопрофилактика производственного травматизма позволяют многократно снизить уровень травматизма на предприятии. Осуществление мероприятий по снижению производственного травматизма и профессиональной заболеваемости, а также улучшение условий работы труда ведут к профессиональной активности трудящихся, росту производительности труда и сокращению потерь при производстве [9].

### ЛИТЕРАТУРА

[1] Диссертация Оганян Оганес Арменакович «Развитие принципов и методологических основ профессиональной адаптации к сложным видам деятельности» Москва 1999 г.

- [2] Графкина М.В., д-р. тех. наук., проф., Свиридова Е. Ю. канд. тех. наук., Сафрина Н.А. студент. Московский политехнический университет. Вестник БГТУ, №9 2017 г.
- [3] Лубенская О.А., Климова Е.В., Храмцов Б.А., Ростовева А.А. Оценка аварийности и производственного травматизма при разработке полезных ископаемых открытым способом // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. — 2013. — № 1. — С. 140—144.
- [4] К вопросу о производственном травматизме в горнодобывающей отрасли на примере Белгородской области Ястребинская А.В., Едаменко А.С., Дивиченко И.В., Матвеева Л.Ю. Вестник гражданских инженеров. 2017. № 3 (62). С. 273-279.
- [5] Едаменко А.С. Анализ причин травматизма в строительном комплексе // Технические науки - от теории к практике: сб. ст. по матер. XXVI междунар. науч.-практ. конф. № 9(22). – Новосибирск: СибАК, 2013.
- [6] СНиП 12-03 2001. «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования» (приняты и введены в действие Постановлением Госстроя РФ от 23.07.2001 № 80). (приняты и введены в действие Постановлением Госстроя РФ от 23.07.2001 № 80).
- [7] Дарьин В.М. «Охрана труда на предприятии», М., Феникс, 2006.
- [8] Снижение производственного травматизма путем совершенствования системы управления охраной труда Климова Е.В., Рыжиков Е.Н. Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2017. № 1. С. 41-51.
- [9] Анализ проблемы охраны труда в строительной отрасли Климова Е.В., Калатоzi В.В., Рыжиков Е.Н., Калатоzi Э.К. Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 12. С. 100-104.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ СЖИМАЕМОЙ ТОЛЩИ ГРУНТОВ В  
ОСНОВАНИИ СООРУЖЕНИЙODREĐIVANJE KOLIČINE KOMPRESIBILNE DEBLJINE TLA U TEMELJU  
OBJEKTA

Александр С. Черныш, БГТУ им. В. Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород.

**Аннотация** - В статье проведено сравнение размеров зон сжатия грунта под подошвой фундаментов в различных условиях. На основании сравнения установлены значительного отклонения полевых данных по величине сжимаемой толщи основания и осадок фундамента от теоретических значений, полученных расчетным путем. Установлены причины отклонений. Сравнивались результаты штамповых испытаний.

**Ключевые слова:** Зона сжатия грунта. Осадка фундамента. Штамповые испытания. Деформация сжимаемой толщи. Модуль деформации. Напряжения.

**Sadržaj** - U članku se upoređuje veličina zona za kompresiju zemljišta ispod osnove temelja u zavisnosti od uslova. Na osnovu poređenja u radu je utvrđeno znatno odstupanje podataka polja od same vrednosti, debljine baze tla i sendimenata od teorijskih vrednosti koje su dobijene metodom izračunavanja. Takođe rad pruža uvid u razloge odstupanja kao i rezultate ispitivanja.

**Кljučне речи:** Зона компресије земљишта. Клизисте темелја. Испитивање. Деформација компресибилне дебљине. Модул деформације. Тензија.

## 1. ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время по СП 22.13330-2011 расчетная схема осадки фундамента определяется по глубине, где дополнительное давление составляет 20% от природного, т.е.

$$P'_Z = 0,2P_{\delta Z'}$$

где  $P_{\delta Z'}$  - природное давление в горизонтальном сечении грунта на глубине  $Z$  ниже подошвы фундамента.

Расчетная схема распределение давления по глубине сжимаемой толщи устанавливается по величине заданной нагрузки в соответствии с качеством грунтов природного сложения, выявленного при инженерно-геологических изысканиях.

Расчет осадки отдельного фундамента по данным природного сложения грунтов основания, рекомендуется СНиПом производить по методу послойного суммирования:

$$S = \sum_{i=1}^n P_i h_i \frac{\beta}{E_{0i}}$$

где  $n$  – число слоев, на которые разбита сжимаемая толщина основания;

$P_i$  – полусумма вертикальных нормальных давлений, возникающих на верх-ней и нижней границах  $i$ -го слоя грунта от давления, передаваемого фундаментом, кгс/см<sup>2</sup>;

$h_i$  – толщина  $i$ -го слоя грунтов, см;

$E_{0i}$  – модуль общей деформации  $i$ -го слоя, кгс/м<sup>2</sup>;

$\beta$  - безразмерный коэффициент, равный 0,8 (корректирующий упрощенную схему расчета).

## 2. МЕТОДОЛОГИЯ

В ряде случаев, учитывая класс сооружения и чувствительность конструкции к неравномерным осадкам, исследование сжимаемой толщи производится при помощи штампа непосредственно на площадке строительства – площадь штампа 5000 см<sup>2</sup>. При этом обеспечивается свободное выпирание грунтов по всему периметру штампа. Нагрузка на штамп производится ступенями по 0,25 кгс/см<sup>2</sup> для слабых грунтов и 0,5 кгс/см<sup>2</sup> для плотных грунтов. Новая ступень нагрузки дается только после полной стабилизации осадки, что связано с продолжительностью развития деформации.

По данным испытаний штампа, фиксируется кривая зависимости осадок во времени при постоянной нагрузке и кривая зависимости осадок от нагрузки.

Для замера послойных вертикальных деформаций основания под штампом на глубине до 1 м в штампе устраивались глубинные марки, завинчиваемые в грунт через отверстия в штампе, с присоединением их к прогибометру.

Сравнение данных послойных деформаций грунта основания, полученных по указанным выше рекомендациям СП и непосредственно замеренных под штампом выявило значительную между ними разницу.



Опыты со штампом, оборудованным глубинными марками, нами были поставлены на грунтах связного типа, в условиях залегания минерализованных вод. Физико-механические свойства исследованных грунтов приведены в табл. 1. Глубина залегания подземных вод – 2,9 м.

**Таблица 1.** Физико-механические свойства грунтов основания.

Объемный вес, гс/см <sup>3</sup>	Коэффициент пористости	Пластичность, %			Сцепление $C$ , кгс/см <sup>2</sup>
		$W_L$	$W_P$	$I_P$	
1,75	0,96	39,2	22,5	16,7	0,44

Нагрузка на штамп передавалась, начиная с 0,25 до 6,0 кгс/см<sup>2</sup>.

Глубина активной зоны, рассчитанная по СП, составила:

при нагрузке  $P = 1,0$  кгс/см<sup>2</sup> – 116,4 см;

при нагрузке  $P = 2,0$  кгс/см<sup>2</sup> – 189,3 см.

По данным опыта, при нагрузке  $P = 0,5-2,5$  кгс/см<sup>2</sup> развите деформаций на глубине до 105 см не произошло. В табл. 2 приводятся сравнительные данные по величине осадки штампа, замеренной в натуре и рассчитанной по рекомендации СП.

**Таблица 2.** Сравнительные данные по величине осадки штампа.

Нагрузка $P$ , кгс/см <sup>2</sup>	Осадка, см		$\alpha = \frac{S_P}{S_0}$
	Опыт $S_0$	СНиП $S_P$	
1	0,45	2,05	4,55
2	1,65	6,4	3,88
3	4,6	13,3	4,94
4	8,3	32,1	3,74
5	13,2	45,1	3,42
6	21,4	66,4	3,11

Разница в осадке фундамента и послойной деформации грунтов под воздействием внешней нагрузки, замеренных при помощи штампа и рассчитанных по СП, была получена и при других глубинах заложения фундамента.

Опыты со штампом, оборудованным глубинными марками на воздушно-сухих моренных грунтах и песчаном основании были проведены П.А. Коноваловым [1] и получены следующие данные:

а) на моренных грунтах штамп  $F = 5000$  см<sup>2</sup> был уложен на глубине 0,8 м. Число пластичности грунтов основания  $I_P = 16\%$ , коэффициент пористости  $e = 0,73$  и объемный вес  $\gamma = 1,98$  гс/см<sup>3</sup>.

Активная зона, рассчитанная по СП (сжимаемая толща) составила:

при нагрузке  $P = 1,0$  кгс/см<sup>2</sup> – 144 см;

при нагрузке  $P = 2,0$  кгс/см<sup>2</sup> – 224 см;

при нагрузке  $P = 3,0$  кгс/см<sup>2</sup> – 265 см;

Опыты показали, что на глубине 100 см деформации грунтов основания не имели место даже при нагрузке  $P = 4,0$  кгс/см<sup>2</sup>. Таким образом, и для данного вида грунта и его состояния, граница активной зоны, рассчитанная по СП, превышает замеренную.

б) на песчаном основании штамп был заложен на глубине 6,65 м.

Физико-механические свойства грунтов основания приведены в табл. 3.

**Таблица 3.** Физико-механические свойства грунтов основания.

Объемный вес, гс/см <sup>3</sup>	Коэффициент пористости	Природная влажность	Степень влажности	Сцепление $C$ , кгс/см <sup>2</sup>	Угол трения, град.
1,88	0,52	6,0	0,33	0,01	32°38'

Рассчитанная по СНиП глубина активной зоны составляет:

при нагрузке  $P = 2,0$  кгс/см<sup>2</sup> – 80 см;

при нагрузке  $P = 3,0$  кгс/см<sup>2</sup> – 128 см;

при нагрузке  $P = 5,0$  кгс/см<sup>2</sup> – 192 см;

при нагрузке  $P = 7,0$  кгс/см<sup>2</sup> – 224 см.

По опытным данным на глубине 100 см деформации грунта при нагрузке при нагрузке  $P = 4,0$  кгс/см<sup>2</sup> отсутствовали, а при давлениях от 2 до 4 кгс/см<sup>2</sup> толщина активной зоны, рассчитанная по СНиП, превышает фактически замеренную в 1,5-2,3 раза.

Значительное отклонение величины сжимаемой толщи грунтов основания (активная зона) и осадки фундамента, полученных путем расчета по рекомендациям СП по полевым испытаниям со штампом получено и другими авторами исследований. Однако несмотря на выявленную разницу упомянутых данных, нельзя согласиться с мнением других авторов о том, что несоответствие данных расчета и опыта являются следствием несовершенства СП 22.13330-2011.

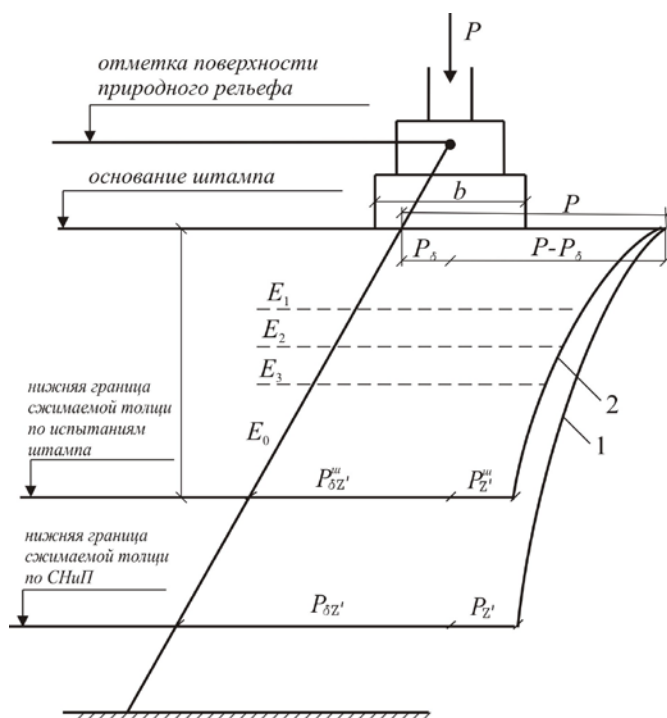
Следует обратить внимание на некоторые особенности исходных данных, на основании которых получены разноречивые данные.

В начале данной работы подчеркнуто, что величина сжимаемой толщи основания, установленная в СП, основана на расчетной схеме распределения давления в горизонтальных сечениях ниже подошвы фундамента и распределение этой нагрузки рассматривается в толще грунтов природного сложения (однородного или разнородного). При такой расчетной схеме изменение модулей деформации грунтов, в особенности непосредственно подстилающих фундаменты, поэтому в СП не рассматривается.

В испытаниях грунтов основания под опытным штампом нагрузки передается ступенями до полной стабилизации осадки штампа от природной нагрузки, последняя деформирует грунты не природного сложения, как это имеет

место в расчетной схеме СП, а предварительно обжатые нагрузками предыдущих ступеней. Иначе, деформация сжимаемой толщи под расчетной нагрузкой происходит через «подушку» из искусственно уплотненных грунтов, обладающих повышенным значением модуля деформации ( $E$ ), площадь которых превышает площадь фундамента (рисунок 1). В этом случае, как известно из практики устройства искусственных оснований из уплотненных грунтов и теории механики грунтов, происходит значительное перераспределение напряжений по глубине и их концентрация в верхних уплотнениях.

Следовательно, в условиях испытания грунтов основания при помощи штампа, глубина сжимаемой толщи основания примеры осадки фундамента будут меньше, чем те же данные, полученные при расчетной схеме СП.



**Рисунок 1.** Расчетные схемы распределения давлений в грунтах основания фундамента.

1 – рассчитанная по СНиП (природное сложение грунтов основания  $E_0$ );

2 – рассчитанные по опытным данным (влияние предварительного уплотненных слоев грунта ступенчатой нагрузкой на штамп, где  $E_1 > E_2 > E_3 > \dots > E_n$ )

К примеру, известны рекомендации К.Е. Егорова [2] по расчету максимальных сжимаемых напряжений в двухслойном основании при действии полособразной равномерно распределенной нагрузки. Автор двухслойное основание характеризует параметром:

$$\nu = \frac{E_1}{E_2} \cdot \frac{1 - \mu_2^2}{1 - \mu_1^2}$$

В зависимости от соотношения  $Z/b_1$  ( $b_1$  – полуширина полособразной нагрузки) величины сжимающих напряжений, в долях от «р» составляют:

$Z/b_1$	$\nu = 1$	$\nu = 5$	$\nu = 15$
0	1,0	1,0	1,0
1	0,90	0,69	0,52
2	0,60	0,41	0,29
5	0,27	0,17	0,12

Следует, что при  $E_1 = E_2$ ,  $\nu = 1,0$  при  $Z/b_1 = 2$ , а при  $\frac{E_1}{E_2} = 5$ ,  $P_{z'} = 0,41P$ , что соответственно снижает величину активной зоны ( $Z$ ) и величину осадки фундамента.

Если также учесть развитие площади напряженного состояния не только по глубине, а и по площади грунтов основания, от ступенчатой нагрузки, передаваемой на штамп, то величина активной зоны окажется равной, примерно, замеренной в опыте.

### 3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из изложенного следует, что одной из причин значительного отклонения полевых данных по величине сжимаемой толщи основания и осадок фундамента от расчетных (СП) является недопустимое сравнение различных схем развития напряженного состояния в грунтах природного сложения (СП) и грунтах искусственно обжатых нагрузками на штамп в процессе испытания. Очевидно, что при определении сжимаемой толщи грунтов основания и величины осадки фундамента следует учитывать интенсивность загрузки фундамента, что зависит от типа сооружения.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Коновалов П.А. Исследование глубин деформированной зоны грунта под штампами в полевых условиях. Сб. трудов №54 НИИ оснований, 1964.
- [2] Егоров К.Е. Распределение давлений в двухслойном основании. Сборник трудов №9. Научно-исследовательский сектор фундаментостроя, 1938.
- [3] Куликов Г.В. Расчет и проектирование фундаментов сооружений на лессовых грунтах в ТССР. – Ашхабад: Изд-во Минвуза ТССР, 1984.

## РОЛЬ ЭКСПЕРТИЗЫ ПРОЕКТНО-СМЕТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ В ЭФФЕКТИВНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИНВЕСТИЦИЙ В КАПИТАЛЬНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

### THE ROLE OF EXPERTISE OF THE DESIGN-DOCUMENTATION DOCUMENTATION IN EFFICIENT-USE OF INVESTMENTS IN CAPITAL CONSTRUCTION

Иван П. Чечель, *Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород, Российская Федерация*

**Аннотация** – В данной работе автор рассматривает актуальную проблему экспертизы проектно-сметной документации в капитальном строительстве. Автор подробно останавливается на современной нормативно-правовой основе проведения экспертизы документации. Целью работы является указание роли экспертизы проектно-сметной документации в эффективном использовании инвестиций в капитальном строительстве.

**Ключевые слова:** Экспертиза. Проектно-сметная документация. Капитальное строительство.

**Abstract** - In this paper, the author considers the actual problem of examination of design estimates in capital construction. The author dwells in detail on the modern regulatory framework for the examination of documentation. The purpose of the work is to indicate the role of expertise of design estimates in the effective use of investments in capital construction.

**Key words:** Expertise. Design and estimate documentation. Capital construction.

#### 1. ВВЕДЕНИЕ

Трансформация строительной отрасли из плановой в инвестиционно-строительный комплекс с ориентацией на использование передовых материалов и технологий с модернизацией производственного процесса, произошла с переходом экономики на рыночные рельсы в конце 1990-х годов. Процесс становления современной строительной отрасли идет и в настоящее время, которое диктует необходимость постоянного развития.

Вопросам строительной индустрии было посвящено заседание Государственного Совета, которое прошло в апреле 2016 года. Заседание открыл Президент Российской Федерации В.В. Путин. Он подчеркнул, что на строительство приходится порядка 6% ВВП страны. По словам Президента, «именно строительство может стать одним из локомотивов, который и в условиях спада производства потянет вверх отечественную экономику» [1].

Согласно докладу, представленного на рассмотрение Госсовета Минстроем РФ, внешними предпосылками развития строительного комплекса являются «...новые требования к качеству возводимых жилых, общественных, производственных зданий и сооружений, коммунальной и транспортной инфраструктуры, как со стороны государства, так и со стороны населения» [2]. Внутренние предпосылки развития строительного комплекса обусловлены «потребностью участников строительства в увеличении прибыли в условиях высокой конкуренции и связанной с этим необходимостью совершенствования материально-технической базы, отраслевой науки, методов проектиро-

вания» [2]. Для достижения поставленной цели по развитию строительного комплекса, необходимо решение ряда задач, среди которых на передний план выходит задача создания качественной проектно-сметной документации.

#### 2. ЗНАЧЕНИЕ ЭКСПЕРТИЗЫ В ПОДГОТОВКЕ КАЧЕСТВЕННОЙ ПРОЕКТНО-СМЕТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ В КАПИТАЛЬНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Разработка проектно-сметной документации является одним из наиболее важных и ответственных этапов инвестиционного процесса. Именно на этой стадии определяется возможность реализации проекта, его физические и технические параметры, безопасность и функциональность, а также необходимый объем инвестиций для реализации проекта в жизнь.

Согласно законодательству РФ, разработка проектной документации является обязательной процедурой при проведении строительства, реконструкции или капитального ремонта объектов капитального строительства.

Градостроительный кодекс РФ определяет проектную документацию или проектно-сметную документацию (ПСД) – как «установленный перечень документов, который подтверждает целесообразность строительства, наличие условий, необходимых для реализации проекта и описывает суть проекта» [3].

Подготовка проектной документации может делиться на три этапа:

- разработка эскизного проекта – предпроектное предложение (ЭП);

- разработка проектной документации (ПД);
- разработка рабочей документации (РД).

В зависимости от категории сложности объекта и возможностей Заказчика стадийность проектирования определяется по-разному:

- одностадийное проектирование (проектная и рабочая документация разрабатываются параллельно) – применяется в отношении объектов III-I категорий сложности, а также для объектов, строящихся по типовым и повторно применяемым проектам;

- двухстадийное проектирование (сначала разрабатывается проектная документация (стадия «ПД»), затем рабочая «РД») – применяется в отношении объектов V, IV категорий сложности и для объектов III категории сложности по индивидуальным проектам;

- трехстадийное проектирование (сначала составляется предпроектное предложение, затем разрабатывается проектная документация, потом – рабочая документация) – для объектов V, IV категорий сложности и для объектов III категории сложности по индивидуальным проектам, с недостаточным перечнем исходно-разрешительной документации.

Разработка ПСД, ее согласование и экспертиза являются начальным этапом строительных работ. В течение всего процесса строительства, реконструкции объекта или проведения капитального ремонта строительная организация руководствуется принятой и утвержденной проектно-сметной документацией. Без утверждения проектно-сметной документации вести строительство на территории Российской Федерации запрещено.

Состав проектной документации, ее формат, требования к чертежам и схемам определяются отдельными нормативными актами, такими как ГОСТ Р 21.1001-2009 «Система проектной документации для строительства» [4], а также Постановлением Правительства РФ от 16.02.2008 N 87 (ред. от 10.12.2014) "О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию" [5].

Экспертиза проектно-сметной документации является обязательной процедурой при проведении строительства, реконструкции или капитального ремонта объектов капитального строительства. Необходимость проведения строительной экспертизы обусловлена требованиями по безопасности и качеству строительных объектов.

Деятельность в области экспертизы проектной документации регламентируется Федеральным законодательством РФ, Градостроительным Кодексом РФ и другими действующими нормативными актами. Кодекс определяет объекты, в отношении которых проведение экспертизы обязательно, а также объекты, в отношении которых процедура проведения экспертизы проектной документации не является обязательной.

Экспертизу проектной документации в отношении объектов капитального строительства имеют право осуществлять как государственные уполномоченные органы, так и частные юридические лица, имеющие аккредитацию на осуществление соответствующих видов деятельности. Проектная документация особо опасных, технически

сложных, а также уникальные объекты подлежат только государственной экспертизе.

Процедура проведения экспертизы ПСД регламентирована и представляет собой определенный порядок исследования и анализа проектно-сметной документации. Для государственных органов регламент проведения экспертизы утвержден Положением Правительства РФ от 05.03.2007 № 145 [6]. Негосударственные органы, имеющие право на проведение экспертизы проектно-сметной документации, прописывают регламент процедуры внутренним документом, который находится в общем доступе.

Результатом экспертизы является заключение о соответствии или несоответствии проектной документации действующим техническим регламентам, результатам инженерных изысканий и другим нормативным требованиям. Положительное заключение является основанием для получения разрешения на строительство.

Государственная экспертиза проводится на втором этапе – при разработке комплекта проектной документации (ПД). На данной стадии осуществляется контроль соответствия проекта действующим нормам и стандартам, требованиям безопасности, а также определяется достоверность заявленной сметной стоимости объектов капитального строительства.

Ежегодно множество объектов самого разного назначения возводится за бюджетные средства, а процесс строительства тесно связан с ведением сметной документации, с учетом стоимости стройматериалов и прочими затратами. В некоторых случаях необходимо проведение государственной экспертизы, направленной на выяснение достоверности сметной документации:

- заказчик не уверен в обоснованности указанной в смете стоимости проводимых работ, необходимых стройматериалов, проводится проверка обоснованности сметной стоимости;
- непосредственно сама целесообразность привлечения указанного количества специалистов и задействованного технического обеспечения ставится под сомнение;
- спорные моменты в плане возникновения необходимости дополнительных затрат, которые не были заявлены в начале строительства, оправданность заявленных дополнительных расходов.
- анализ корректности использования коэффициентов, которые применяются для установления проектно-сметной стоимости строительства;
- уточнение соответствия заявленной в смете стоимости строительных материалов и проводимых работ средней по рынку стоимости;
- в большинстве случаев, обязательная экспертиза сметы проводится в случае судебного разбирательства.

Государственная экспертиза сметной документации позволяет определить вовремя факт правонарушения и, в случае необходимости, определить объем нанесенного ущерба. В связи с тем, что большинство строящихся и реконструируемых объектов в России финансируется не из бюджетных источников, а частными и юридическими лицами, к экспертизе инвестиционных проектов отношение



весьма скрупулезное и взыскательное. Ни один серьезный инвестор не возьмется за осуществление строительного инвестиционного проекта, не подвергнув тщательному анализу технико-экономические показатели, риски и эффективность конкретного инвестиционного проекта.

Негосударственная экспертиза может проводиться на любом этапе проектирования, в зависимости от целей Заказчика – Инвестора по исследованию проектной документации. В отличие от государственной экспертизы, негосударственная может не только проверить объект на соответствие действующим нормам и стандартам, но и оценить экономическую целесообразность проекта, проверить актуальность сметной документации, оценить социальный эффект строительства и затраты на эксплуатацию возводимых объектов.

Негосударственная экспертиза может быть шире, чем государственная:

- по возможности заказа параметров оценки с экономической точки выгодности проекта и социальной значимости сооружения;

- по возможности заказа экспертизы только некоторого раздела, который разработан в нескольких вариантах, и на основании заключения экспертов выбрать вариант, обеспечивающий наилучшие характеристики;

- по проверке и оценке нестандартных инновационных решений, не противоречащим правилам проектирования и конструирования.

В результате рассмотрения проектно-сметной документации на разных стадиях, легко устанавливаются наиболее характерные ошибки. Для прогноза эффективности инвестиционного процесса необходимо проведение не только экспертизы проектных решений и достоверности сметой стоимости объектов капитального строительства, но и ряд других экспертиз. Эти экспертизы необходимо проводить на предпроектной стадии проектирования - на стадии подготовки задания на проектирование и технического задания. К таким экспертизам относятся правовая, экологическая, техническая, экономическая, управленческая и экспертиза местоположения объекта.

Правовая экспертиза предназначена для анализа идентификационных признаков земельных участков, предназначенных для строительства на основе Земельного кадастра, анализа различных форм собственности, сервитутов и обременений, соответствия требованиям Градостроительного кодекса, других федеральных и региональных законов. А так же анализ характеристик фактического использования земельных участков и расположенных на них зданий и сооружений и исполнение требований разрешенного использования. Экспертиза местоположения – предусматривает анализ факторов влияния местоположения объекта на определение их потребительской стоимости, на рациональное, экономически обоснованное и безопасное для жизнедеятельности, размещение территорий для застройки и зонирования территории городов, локальных участков строительства с учетом экологической чистоты окружающей среды, наличия коммуникационной системы, транспортной доступности, ландшафтных, социальных и других характеристик.

Экологическая экспертиза – ее предметом исследования является анализ уровня загрязнения окружающей среды местности, предполагаемой для застройки городов и населенных пунктов, а также отдельных мест застройки, производит обследование существующих зданий (помещений) с целью определения уровня и вида загрязнителей и их выделения: радиационного, электромагнитного, шумового, химического и разрабатывает рекомендации по устранению загрязнений в помещениях до уровня, не превышающего ПДК.

Техническая экспертиза проводит обследование строительных конструкций и систем инженерного оборудования объектов, выполняет поверочные расчеты несущей способности оснований, фундаментов и конструкций надземной части и выдает техническое заключение с выдачей технических решений с целью: оценки здания как объекта недвижимости; оценки технического состояния здания и его элементов с целью реконструкции или капитального ремонта.

Экономическая экспертиза анализирует структуры дохода в бюджет РФ, в том числе по основным видам недвижимости (природной, коммерческой, производственной), анализирует причины низкой доходности в сфере производственной и др. недвижимости. Проводит исследование вопросов налогообложения недвижимости при ее эксплуатации и при осуществлении сделок. Результатом экспертизы является выявление факторов низкой доходности объектов недвижимости и выработка рекомендаций по устранению их влияния на доходность.

Управленческая экспертиза - это изучение системы управления в коммерческом и производственном видах недвижимости. Результатом экспертизы является выявление негативных факторов влияния на уровень управления в существующей системе управления всеми видами недвижимости и этапы жизненного цикла объекта недвижимости.

В ходе подготовки данной статьи были изучены материалы экспертных заключений Государственной экспертизы Департамента строительства и транспорта Белгородской области по объектам гражданского назначения. Анализ замечаний экспертизы, которые были адресованы к разделам проектно-сметной документации, представленной на экспертизу, показал, что поскольку Государственная экспертиза проводится только на втором этапе – при разработке комплекта проектной документации (ПД), то на данном этапе осуществляется только контроль соответствия проекта действующим нормам и стандартам, требованиям безопасности, соответствие ГОСТу по оформлению чертежей, а так же определяется достоверность заявленной сметной стоимости объектов капитального строительства.

Замечаний, касающихся анализа эффективности инвестиций при выполнении объемно-планировочных, конструктивных и инженерных решений, заложенных в проектно-сметную документацию, экспертизой, как правило, не выносятся.

Возможно, это происходит по причине того, что на экспертизу предоставляется проектно-сметная документация на стадии «Проектная документация», тогда как анализ

будущих проектных решений должен происходить на стадии предпроектной проработки, эскизного проекта в том числе на этой стадии должна рассматриваться вариантность, которая может быть как по объемно-планировочным, так и по техническим, организационным, иным решениям, описываемым в проектной документации.

Как показывают результаты экспертизы, в последнее время проектно-сметная документация чаще всего не отвечает поставленным Инвестором (Заказчиком) требованиям, постоянно замечается применение неэффективных технических, объемно-планировочных и конструктивных решений, завышение объемов сметной стоимости строительства. В связи с чем, роль экспертизы проектно-сметной документации, разработанной для объектов инвестирования, должна быть многократно усилена.

### 3. ВЫВОД

Для эффективного использования инвестиций при строительстве объектов недвижимости необходимо:

- проведение комплекса экспертиз на стадии предпроектной проработки и эскизного проектирования.

- разработка технико-экономического обоснования объекта инвестирования, в том числе в нескольких вариантах, по утвержденному эскизному проекту;

- проведение экспертизы ТЭО и его вариантов на соответствие строительным нормам, техническим регламентам и пр., а также укрупненного сметного обоснования.

Последовательность разработки ПСД может быть сформирована следующим образом:

- сбор исходных данных;
- инженерные изыскания;
- основные технические решения (как часть ПД);
- внутренняя экспертиза Заказчика;

- внешняя экспертиза (в какие организации и какую документацию передавать на экспертизу) – в Государственную экспертизу или негосударственную экспертизу.

В таком случае, при постоянном и всестороннем контроле процесса проектирования со стороны Инвестора(Заказчика) под эгидой органов экспертизы, можно получить экономически обоснованную качественную проектно-сметную документацию.

С течением времени качество проектно-сметной документации из чисто технического вопроса перешел в разряд общеэкономического. Методы планирования, распре-

деления и эффективности использования капиталовложений во многом определяются тем, насколько правильно были разработаны технические решения, определены объемы стоимости возведения объектов. В связи с чем, при постоянном и всестороннем контроле процесса проектирования со стороны Инвестора(Заказчика) при активном участии органов экспертизы, можно получить экономически обоснованную качественную проектно-сметную документацию.

Только в этом случае можно будет решить задачу, поставленную на заседании Государственного Совета в апреле 2016 года: «Мы должны не просто предложить качественно новый строительный продукт россиянам, обеспечив их доступным, удобным и максимально безопасным жильем, всей необходимой инфраструктурой, организовав благоприятную среду для работы и отдыха, но и создать условия для развития предприятий стройиндустрии, проектных, подрядных, научных организаций, которые могли бы занять ведущие позиции на мировом строительном рынке» [2].

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Путин В.В. Выступление на заседании Госсовета РФ. URL: <http://pg@npr.ru> (дата обращения: 21.09.2017).
- [2] Доклад «О развитии строительного комплекса и совершенствовании градостроительной деятельности в Российской Федерации». Москва, Кремль, 2016 г. // Журнал российского права. 2016. № 4.
- [3] Градостроительный кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс]: федер. закон РФ от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ (ред. от 30.12.2015) // Справочно-правовая система «КонсультантПлюс». Информ. банк. «Версия Проф.». Разд. «Законодательство».
- [4] ГОСТ Р 21.1001-2009 «Система проектной документации для строительства. Общие положения».
- [5] Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 N 87 ред. от 10.12.2014) "О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию".
- [6] Постановление Правительства РФ от 5 марта 2007 г. N 145 "О порядке организации и проведения государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий".

## КАКО ДРУШТВО ТЕХНИКОМ И ТЕХНОЛОГИЈОМ (НЕ) ЧУВА ПРИРОДУ? ON HOW SOCIETY PROTECTS OR NOT NATURE WITH TECHNOLOGY

Станиша Димитријевић, Висока техничка школа, Александра Медведева 20, Ниш.

**Садржај** - У раду се разматра негативни утицај данашње технике и технологије на природу и потреба унапређења еколошке свести до нивоа етичке и правне одговорности човека према својој природној околини. Аутор полази од претпоставке да је могућ истовремени индустријски и технолошки развој и еколошка заштита природе, да се по себи међусобно априори не искључују цивилизацијски развој и очување животне средине.

Неравнотежа између природе и друштва посредована је постојећим економским и техничко-технолошким развојем и уништавањем ресурса животне средине. Друштвена одговорност техничко-технолошке интервенције човека у природно окружење, подразумева нову етичку поставку да је одговорност за живот на планети Земљи предуслов опстанка савременог човека. Заштита животне средине претпоставља технологију очувања, а не урушавања природе око нас.

**Кључне речи:** Социјална екологија. Технолошка и друштвена одговорност. Еколошка свест.

**Abstract**—This paper analyses the negative impact of present day technology on nature as well as the need to increase ecological awareness to the level of ethical and legal responsibility of man towards his natural environment. The author starts from the assumption that simultaneous industrial and technological development and environmental protection is possible, since development of civilization and environmental protection do not, a priori, exclude one another.

Imbalance between nature and society is mediated by the existing economic and technological development as well as the destruction of environmental resources. Social responsibility of technological intervention of humans in the environment implies a new ethical assumption which states that responsibility for life on planet Earth is a precondition for survival of a modern man. Environmental protection presupposes the technology of preservation, not the destruction of our natural environment.

**Key words:** Social ecology. Technological and social responsibility. Ecological awareness.

### 1. УВОД

После формирања планете Земље, природа је у себи већ поседовала материјалне претпоставке и услове за настанак и одржање живота. Наравно, било је потребно много времена да се тај живот, у почетку веома примитиван - појави и постепено усаврши у оличењу људског живота. Многе науке се баве изучавањем трансформације свеукупног живота на Земљи у најсавршенији живот - живот човека и људског друштва.

Социјалну екологију, нову науку о човеку и природи, интересује проучавање односа људског друштва и природе и њиховог међусобног утицаја. Она се конституисала као природна и хуманистичка наука. Као природна - није смела искључити човека, а као хуманистичка - није смела бити одвојена од природе [1].

Међусобно деловање друштва и природе, у почетку се заснивало на омогућавању чисте егзистенције човека у природи. Она му је несребично пружала уточиште и услове за његово преживљавање и што је врло битно, његово умножавање. Међутим, чак ни његово бројчано увећање

није сметало природи, јер начин како је у почетку узимао од природе, све што му је било потребно за живот, у тим почетним периодима друштвеног развоја, није нарушавало природу која је имала могућности да саму себе обнавља.

Правим парадоксом можемо назвати и чињеницу, да се чак ни после схватања нарушеног односа човека и природе, однос значаја и примене знања наука о природи, о друштву и техници није много променио. Питање је: да ли ће појава нових наука, као што је социјална екологија, моћи да бар на одређени начин утиче на успостављање позитивнијег односа према природи ових трију научних области?

### 2. ПРИРОДА - ДРУШТВО – ТЕХНИКА

Природа - друштво - техника, овакав редослед и сам упућује на историјску хронологију настанка, развоја и међусобну зависност ових појмова.

Све док се човек и буквално осећао делом природе, њихов складан однос је годно и човеку и природи. Онда, када је човек пожелело да постане господар природе, када

је променио начин и количину узимања од природе, њихов однос је почео да се нарушава. Почетак њиховог дисбаланса је уследио онда када човек у том присвајању природе није више користио само своју снагу, ум и могућности које му је сама природа подарила. У том новом начину узимања природе, човек је почео да користи одређена оруђа, чијим усавршавањем се постепено губила равнотежа експлоатације природе и човекових стварних потреба.

Који начини човековог деловања су довели до таквог стања? Парадоксално звучи, али је велики удео у том нарушавању равнотеже човека и природе, имао развој технике и технологије. Од када је њихово усавршавање захтевало све веће узимање од природе, почело је и нарушавање њиховог односа. Овакво мишљење ће многи осудити, и то не само припадници техничке интелигенције, јер полазе од тога да је развој технике и технологије омогућио много бољи живот и стандард људском друштву. Али, многи не знају или боље рећи, не желе да знају, да то и није парадокс, него права истина. Поред тога, посебно питање је - шта се може дефинисати бољим животом, ко треба да дефинише критеријуме за то. Свако ће рећи – па наравно човек то треба да одреди, ко други уместо њега, али је питање да ли он то може, да ли он то сме, без да "пита природу" која то треба да му омогући? То је и основно питање односа друштвено-хуманистичких и природних наука и у оквиру њих посебно техничких, када се ради о односу природе, друштва и технике.

Сама појава и открића законитости друштвених наука, као и примена њихових знања, десила су се много касније од открића до којих су долазиле природне - техничке науке. Развој друштвених наука и њихова практична примена је, не само спорије усвајана од стране човека, него су и та решења успостављања баланса природе и човека, развоја и примене технике, мање одговарала људима. Друштвене науке су упућивале човека на одређена ограничења према неким лагодностима које му је пружала техника. Наравно те лагодности су умногоме зависиле од експлоатације природе. Људима су више одговорале новине развоја технологије, које су неконтролисано нуђење људима на коришћење, него сазнања друштвених наука и норме еколошке свести. Та неконтролисаност техничког развоја, његово неусклађивање са социјалним развојем, условљавала је и неконтролисану експлоатацију природе.

Да ли је човек довољно mudar да то разреши на добробит природе, а самим тим и у своју корист? Ако логично размишљамо, одговор је 'да', јер човек се бави и природним и друштвеним и техничким наукама, а да ли смемо веровати у овакву логику. „Је ли човек томе дорастао или ће га нове технологије блокирати?“ [2]

### **3. ОДГОВОРНОСТ ДРУШТВА И ТЕХНИКЕ ПРЕМА ПРИРОДИ**

Опстанак планете Земље и природе на њој, детерминисан је одређеним природним законима који владају на Земљи и у космосу. Појава човека и друштва је била условљена одређеним појавама и процесима који су се одиграли на Земљи. Опстанак човека и друштва такође зависи од тих природних законитости, али, временом, човек је хтео да их подреди својим интересима и жељама и, што је најгоре – да управља природом и њеним законима.

Због таквих императива, нарушио је равнотежу одржања саме планете, чиме је показао велику неодговорност према Земљи која му је омогућила живот на њој.

Неодговорност се пре свега огледа у његовој неконтролисаној експлоатацији ресурса који су му потребни за егзистенцију. Ради напретка друштва, развојем технологије, човек није обраћао пажњу на последице које могу да произађу из његовог нерационалног односа према природи. Свака врста одговорности - па и она која се тиче регулисања односа природа – друштво – техника - базира се на етици. Због тога се с правом можемо питати - да ли је човекова етика по питању његове одговорности према природи затајила и можемо ли се уопште надати да као таква може нешто даље да учини?

Да ли свакодневне енормне технолошке захтеве модерног друштва може да контролише важећа традиционална, класична етика? Стара етика и нови технолошки изазови не иду под руку. Све већи су човекови интереси у друштву нових техничких захтева, друштву које се обликовало у последњих неколико векова названом разним 'модерним' именима: "постиндустријско друштво", "модерно друштво", са различитим карактеристикама будућег друштва – "глобално доба" "еколошки век", "биотехнолошко доба" итд. Није у питању само то друштво, него и остала историјски различита друштва и културе које данас постоје и све више постају рубне зоне "kiborg друштва", колико год се трудиле да га технолошки достигну.[2]

Без обзира на све те различите модерне називе, свима је заједнички и готово истоветан исход – задовољавање потреба друштва помоћу технологије, све већим захватањем из природе са врло негативним последицама по њу. Ма колико се човек трудио, боље рећи, покушавао да то само тако прикаже, да својим знањем, пре свега техничким, свој рад усагласи између својих потреба и могућности природе, посебно њене обновљивости, чињенице говоре управо супротно. Човек постаје свестан да угрожава природу и живот на њој тек када се суочи са негативним и трагичним последицама својих резултата 'техничког напретка'. Најгоре у томе је што се често такве последице манифестују много времена након примене нових технолошких достигнућа.

На жалост, човекова свест, на неке опасне ствари реагује тек онда када се оне десе. Најеклатантнији пример је свакако атомска бомба бачена на Хирошиму и Нагасаки 1945. године, чије се последице још увек осећају и осећаће се још ко зна колико? Али, без обзира на катастрофалне последице које су тада изазване, још увек се ради о теоријској критици таквог човековог односа, док се свет не може похвалити бољим односом према природи у практичном смислу. Доказ за то је и даље присуство нуклеарног оружја и нуклеарне пробе у многим земљама света. Најновија полемика између Америке и Северне Кореје потврђује чињеницу да се још увек не може говорити о правој одговорности друштва према природи. Није потребно улазити у доказивање ко је у праву у вези нуклеарног наоружавања Северне Кореје, довољно је рећи да ни једна земља у свету, па ни Америка, не би требала да користи нуклеарну енергију као оружје, већ само као алтернативни облик електричне енергије.



Треба ли и може ли човек у перспективи техничке цивилизације вратити "светост" живота и у којој мери или је она дефинитивно изгубљена? Треба ли човеку уопште 'светост' живота, ако прихватимо утопију техничке цивилизације? Није ли у природи човека - било као сукреатора, било као природног еволуционо најразвијенијег бића - да стално искушава своје могућности у процесу отпора природи и да свесно ради на опстанку властите врсте, укључујући властите промене и побољшање особина свог интелектуалног и биолошког бића: промене у генској структури бића и промене техничком интервенцијом у биолошкој структури? Питање, да ли ће се човек биолошки променити, без обзира на живот у технички још савршенијем друштву, представља морални изазов "етике будућности", односно "етике одговорности". Јер, у "kiborg друштву" као ово данашње, које је изузетно зависно од технике, вероватно је логично да човек постаје "homo kiborg". Међутим, постоје и друга жива бића у природи као његов сусвет с којима живи на овој планети. О њима треба такође данас водити рачуна и као о претпоставкама властитог опстанка.[2]

Извесност будућности за генерације које ће доћи, у великој мери зависи од човекових поступака данас, као што данашње генерације трпе последице неодговорног понашања ранијих генерација. Велику улогу у тој превентивној улози има научно-технолошки развој са свим својим извршиоцима, међу којима значајно место припада и професији инжењера. Узимајући учешће у развоју друштва, који је скоро увек подразумевао константан напредак, инжењери у свим областима, почев од грађевине, машинства, саобраћаја, електронике, медицинског инжењеринга итд., могу да дају изузетан допринос. Он се огледа у свим областима живота, што човеков живот чини бољим. Али, примена технологије често пође погрешним смером. Онда када је то резултат неизвесности нових открића - налази се оправдање у томе да мора и да се греша да би се дошло до нечега новог и бољег. Посебно је трагично што се и за исходе са катастрофалним последицама и по друштво и по природу, увек нађу оправдања која дају алиби за увек нове и нове грешке.

Још горе је када се такве грешке не дешавају случајно, већ планирано и свесно. Због тога је етика, као интегрални део понашања људи, а посебно професионалаца који учествују у креирању нове технологије, једини механизам контролисања лоших последица технолошког напретка према природи.

#### **4. ЕКОЛОШКА КРИЗА - УСЛОВ ПРОМЕНЕ ТЕХНИЧКО-ТЕХНОЛОШКОГ ОДНОСА ПРЕМА ПРИРОДИ**

Без обзира што екоцентризам полако, али сигурно осваја дух човечанства, упоришта антропоцентризма још увек настоје да оправдају посесивни однос човека према природи. Овакви ставови још увек спречавају потпуно утемељење нове логике живота, културе рада и техничке културе. Ипак, свест о размерама еколошке кризе убрзано подстиче друштвено-економска, техничко-технолошка, политичка и културна прегнућа на путу ка одрживом друштву. Немоћ модерне и песимизам постмодерне треба да превазиђе „зелена опција“ - кадра да изнедри здрав дух промене, отрезни успавано, помири различито, сабере расуто. Њени најважнији адути постају: еколошка свест, еколошко образовање, понашање, политика, цивилно

друштво и читава плејада нових еманципаторских снага, међу којима и еколошки покрет заузима најзначајније место.[3]

Еколошка криза није више пролазно стање. Она је све трајнија и условљава промене начина живота, рада и односа према природи. Захватила је сав живи свет, укључујући и човека, без обзира на његове повећане адаптивне моћи. Све више, продуктори техничко-технолошког развоја, али и њихови конзументи, схватају да се у неразумном односу према природи дошло до ивице саме провалије. Даљи друштвени и технички развој мора да промени своје приоритете, да развоја нове технологије, која у највећем делу нема пресудну улогу за егзистенцијални опстанак човека. Сем тога, не би смела ни најмање да допринесе даљем урушавању природних услова живота, не само за човека, него и за сав остали живи свет.

Еколошка криза нема исти значај и важност у свим друштвима, јер се свуда не испољава на исти начин, истим интензитетом. Ни узроци нарушавања еколошке равнотеже нису свуда исти, и она све више поприма глобално обележје које води угрожавању опстанка екосистема, па и живих организама (и људи) у њима. Брзо ширење еколошке кризе натерало је људе да се суоче са неопходношћу проучавања неочекиваних негативних последица људског неконтролисаног односа према природи. Сем тога, потребно је да се преиспитају основна филозофско - етичка полазишта при конципирању новог техничко-технолошког односа човека и друштва према природи. Човек, иако је креатор тог односа, ни у ком случају не може бити у позицији тоталног потчињавања природе себи и својим потребама и жељама. Успостављање суодноса човека са природом, мора се базирати на екоцентризму, а никако на бази профитног и интересно оријентисаног антропоцентризма који није усмерен само према природи, већ поставља и питање опстанка самог човека.

#### **5. ОД ТРАДИЦИОНАЛНОГ ДРУШТВЕНОГ КА МОДЕРНОМ ТЕХНИЧКОМ МОРАЛУ**

Друштвени развој и прогрес подразумева сталне технолошке иновације при чему се, у корист техничких и технолошких, заборављају основне људске вредности. Оно што представља прави парадокс је што су техника и технологија достигле ниво да могу да учине невероватне подухвате у природи, али, упркос томе, показују неспособност да решавају еколошку проблематику. У томе лежи и апсурд да техничка цивилизација примењује научно-техничка достигнућа и законску регулативу у заштити живота, а с друге стране непосредно и посредно угрожава живот многих врста, укључујући и живот човека.

Један од начина заштите природе је планска превентива и техничко-технолошка интервенција. Међутим, реално стање намеће питање: да ли је технолошка етика на недовољно високом степену да би могла да интервенише у заштити природе. У складу са овим, може се поставити и питање да ли људи који учествују у стварању технолошких иновација то једноставно не желе, јер би то проузроковало смањивање њихове професионалне активности.[4]

Свести о техничком напретку као пожељном и као човековој судбини, супротставља се свест о сврси таквог напретка, која је у уској повезаности са моралом. Он се са

развојем друштва прилагођавао новим друштвеним околностима, али је увек у себи садржавао своју суштину у облику такозваних традиционалних етичких норми. То се наравно односи и на прилагођавање класичног морала техничко-технолошком прогресу. Међутим, то прилагођавање не би требало да значи да се моралне норме безусловно подреде развоју и напретку технике и да друштво прихвати оно што му као основу морала нуди техника. Наравно, техника и технологија као свој крајњи циљ имају добробит човека, али постоје и такозване ризичне технологије чије би последице осетили, не само људи, него и природа са осталим живим светом који је настањен у њој.

На жалост, човек се све више налази у недоумици између лагодног живота и заштите природе и осталог живог света у њој. У томе лежи његова одговорност која се мора заснивати на људском, а не на техничком моралу који очекује промену човековог погледа на свет према новим техничким захтевима. Техника треба да служи човеку, а не он њој и зато он не треба да се прилагођава техничким захтевима, него развој технике треба да се оријентише према основним вредностима људске цивилизације.

При томе, човек не може једноставно да одбаци или онемогући технолошки напредак, што би могло да има негативне последице по људски род и сада и у будућности. Он може и треба, напредак технике да контролише и усмерава ка бољем животу, узимајући у обзир да и будуће генерације имају право на коришћење ресурса планете Земље. При томе, не треба обратити пажњу само на последице појединих технологија на самог човека, већ узети у обзир универзалне негативне последице које неконтролисани и погрешно усмерени технолошки напредак може да изазове човечанству, осталом живом свету и самој планети Земљи.

Одговорност за живот интерпретативно је дефинисана кроз два нивоа одговорности. Први је "одговорност само за људски живот" што имплицира антропо-центричну позицију, а други "одговорност за сав живот", што имплицира биоцентричну позицију. На тај начин се методички изражава традиционална подела на *human* и *nonhuman life* и јасније конфронтирају те две теоретске моралне позиције.[2] Одговор је у конвергенцији ове теоријске перспективе: одговорност за живот на планети подразумева и одговорност за људски живот.

## 5. ЗАКЉУЧАК

Неспорна су и велика научно-технолошка достигнућа и сазнања, врло корисна човеку која су му продужила и улепшала живот. Међутим, са правом се може констативати, у остваривању тог циља, недовољно и неадекватно се поштују основне етичке поставке света и етика друштва, науке и технологије према природи. Да ли је до-

вољно оправдање, у реализацији тог циља - интерес човека на штету осталог живог света и саме природе? По чему је човек сам себи дао приоритет угрозивши све на планети Земљи?

Из тог разлога би, однос друштва и природе, уз технологију као њиховог посредника, у циљу њихове даље коегзистенције на планети Земљи, морао бити усаглашен са начелима *еколошке етике* и равноправности целокупног живог и неживог света на Земљи. Једино тако би деловање науке и технологије било у циљу одржања и развоја људске цивилизације, а самим тим и одржање природе. Остварење тог циља је могуће само тако што би експлоатација природе била оптимална - колико је неопходна садашњим, али и будућим генерацијама, чиме би била испуњена такозвана "интергенерацијска правда". Сем тога, неопходно је да људи промене своје основне ставове према природи и да технологију користе, не само ради својих потреба, него да помоћу ње и заштите природу.

То ће бити могуће тек онда када људско друштво схвати, да ни помоћу најсавременије технологије, не може да контролише природу и да природа "држи судбину друштва у својим рукама". Уколико то не схвати, човек ће се, али и сав остали живи свет, суочити са "страховитим" одговором, тачније, већ се суочава са реакцијом природе, коју нисмо знали да поштујемо што нам је омогућила да се "родимо" и живимо у њој!

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Љ. Лазаревић, *Чикашка школа социјалне екологије*, Географски факултет, Београд.
- [2] И. Цифрић, *Антропоцентрична и биоцентрична одговорност за живот*, Социјална екологија, Вол. 14, Но.3 Загреб, 2005.
- [3] В. Васовић, *Друштво, Етика и Екологија*, Висока пословно техничка школа струковних студија, Ужице, 2014.
- [4] F. Guattari, *Les trois ecologies*, Editions Galilee, Париз, 1989 - У сусрет еколошком друству у Зборнику радова - Социолошко друштво Хрватске, Загреб, 1990.
- [5] Ј. Божичевић, *Инжењерска етика и друштвена одговорност*, Нова присутност: часопис за интелектуална и духовна питања, Загреб, 2012.
- [6] Д. Ђорић, *Еколошка етика – појам, историјат и правци развоја*, Зборник - Правни факултет, Нови Сад, 2012.

# STUDENTS' COMMUNICATIVE ABILITIES IN LEARNING FOREIGN LANGUAGES IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

## KOMUNIKATIVNE SPOSOBNOSTI STUDENATA U UČENJU STRANIH JEZIKA U VISOKOŠKOLSKIM USTANOVAMA

Slađana Živković, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

**Abstract** – *This paper points to the role and the importance of the communicative approach to learning foreign languages in higher education institutions. The goal of teaching foreign languages is to develop students' spoken expression language skills as a productive linguistic skill and its application in a real communication environment. By adequate development of communicative ability, the success of interaction in different situations increases.*

**Key words:** Communicative ability. Foreign language. Higher education institutions.

**Sadržaj** – *Ovaj rad ukazuje na ulogu i značaj komunikativnog pristupa učenju stranih jezika u visokoškolskim ustanovama. Cilj nastave stranih jezika je razvoj veštine usmenog izražavanja kao produktivne jezičke veštine i njena uspešna primena u realnoj komunikacijskoj sredini. Adekvatnim razvojem komunikativne sposobnosti povećava se uspešnost interakcije studenata u raznovrsnim situacijama.*

**Ključne reči:** Komunikativna sposobnost. Strani jezik. Visokoškolska ustanova.

### 1. INTRODUCTION

The paper discusses the role and the high importance of the communicative approach to learning foreign languages in higher education institutions.

In addressing new concerns in the learning environment, it is necessary to remodel the traditional way of teaching and learning [21], [22]. Regarding this issue, we face a new approach which helps to create innovative way of education, both theoretical and practical.

The goal of foreign language courses is to extend the range of communicative situation in which the students can perform [17].

The communicative perspective on language is primarily about what we learn. When we learn a language, we are primarily learning not language structures, but language functions (how to do things with words) [17]. These communicative functions play a central role in syllabus design and methodology. In communication courses students practice expressing functions (such as 'making suggestions') and then use them in 'communicative activities' (such as pair work, role-play, discussion and the use of authentic materials [17].

Highly developed spoken communication is an especially relevant curriculum segment and, thus, prepares students for active and effective participation in society [3].

### 2. GENERAL VIEW OF COMMUNICATION SKILLS

It should be stressed that this rapidly changing world needs young people to develop their potential as individuals in order to be prepared for the unique demands of the 21st century world.

"It is no longer sufficient for a new graduate to have knowledge of an academic subject; increasingly, it is necessary for students to gain those skills which will enhance their prospects of employment" [7]. It needs young people who are flexible, active innovative and creative in problem solving and decision making, who can communicate effectively and work collaboratively. The ability to communicate is becoming increasingly important in order to function effectively in professional settings [13], [18] and thus, be prepared for active and effective participation in society [3].

Students are given the opportunity to enhance their speaking skills in the classroom, and even less have the opportunity to talk about academic topics [11].

For successful communication, students require more than the formal ability to present well and a range of formulaic expressions. Successful communication is context-dependent and therefore embedded in its particular discourse community [4].

It can be argued that communication reflects the persistent and powerful role of language and communication in human society. From the viewpoint of [12], communication is more than merely an exchange of words between parties; it is a "sociological encounter, and through exchange of meanings in the communication process, social reality is created, maintained and modified" [5].

As [19] explains, "communication creates, maintains and modifies social reality through the exchange of meanings and understandings in the process of communication". It is a dynamic interactive process that involves the effective transmission of facts, ideas, thoughts, feelings and values. It is tai-

lored according to the needs of specific professions and allows students to present the acquired academic knowledge in both academic and professional environment [16].

Additionally, [11] argues that communication skills must be transferred from the classroom to the workplace. So, it is important to increase the number of spoken presentations to ensure that students are prepared for the professional environment after graduation.

### 3. COURSE ACTIVITIES – DIALOGIC COMMUNICATION

In line with the studies in foreign language learning context, we should not forget about the importance of dialogue in facilitating the process of knowledge construction. Through dialogue students learn and collectively advance knowledge and understanding through argument and critical inquiry, how to think together in analyzing a shared problem or creating new knowledge.

[8] emphasizes the importance of dialogic communication between teachers and students as a means of actively involving students in their own education. “Through dialogue, the teacher-of-the-students, and the students-of-the-teacher cease to exist and a new term emerges: teacher-student with students-teachers” [9]. He spoke about the benefits of dialogue, calling it the process of learning and knowing. It is more than a mere conversation. It requires the engagement at a deep and thoughtful level. Dialogue begins with student experience and language and moves toward a more general or global understanding of the object of study.

Without dialogue there is no communication, and without communication there can be no true education [20].

From the viewpoint of [1], a dialogue involves:

- interactions which encourage students to think, and to think in different ways;
- questions which require much more than simple recall;
- answers which are followed up and built on rather than merely received;
- feedback which informs and leads thinking forward as well as encourages;
- contributions which are extended rather than fragmented;
- exchanges which chain together into coherent and deepening lines of enquiry;
- classroom organization, climate and relationships which make all this possible [1].

[2] discusses principles which bring together the essential features of dialogic learning in the classroom. They are the following:

- collective – students address learning tasks together;
- reciprocal – students listen to each other, share ideas and consider alternative viewpoints;
- supportive – students express their ideas freely, without fear of embarrassment over ‘wrong’ answers, and they help each other to reach common understandings;

- cumulative – students build on answers and other oral contributions and chain them into coherent lines of thinking and understanding;
- purposeful – classroom talk, though open and dialogic, is also planned and structured with specific learning goals in view [2].

### 4. SPOKEN PRESENTATIONS

The goal of foreign language courses is to extend the range of communicative situations in which students can perform with focus on meaning without being hindered by the attention he must pay to linguistic form [17].

One especially relevant part of foreign language instruction curriculum at faculties refers to the principles of spoken presentation skills for professional needs [23], [24]. The importance of these skills lies in the fact that they have a completely practical purpose and are directly related with the real future needs of the students. All decisions as to content and method are based on students’ reasons for learning [6], [14].

Spoken presentations enable students to participate fully in their learning, to demonstrate their ability to communicate, and it helps them develop competencies in areas of their future working places [24].

[16] adds that spoken presentations have been shown to help bridge the gap between language study and language use; that presentations require students to use all four language skills in a naturally integrated way; and that presentations have been shown to encourage students to become active and autonomous learners.

A spoken presentation is an effective communicative activity that has been widely adopted by foreign language conversation teachers to promote spoken proficiency [11]. If properly guided and organized, it provides learning experience that will be beneficial later in future careers [16].

Additionally, it demonstrates one of the most successful way “to get the student’s attention, encourage curiosity, create challenges”[14].

Regarding the benefits of students’ spoken presentations, it ought to be underlined that they include [10]:

- greater class interaction and participation,
- increased interest in learning,
- new perspectives not covered otherwise, and
- improvement in communication and presentation skills.

In this sense, it can be argued that among the many advantages of designing spoken presentations for students are [16]:

- bridging the gap between language study and language use;
- using the four language skills in a naturally integrated way;
- helping students to collect, inquire, organize and construct information;
- enhancing team work;



- helping students become active and autonomous learners,
- to develop learners' confidence that they can achieve communicative goals,
- to give learners chances to try out communication strategies,
- to engage learners in using language purposefully and cooperatively.

## 5. CONCLUSION

This paper emphasized the role and the importance of the communicative approach to learning foreign languages in higher education institutions in a classroom environment that is learner-centered, knowledge-centered, community centered and assessment-centered.

Foreign language courses prepare students for effective communication in real-life situations. Proficiency in spoken communication is highly important in order to function successfully and efficiently in professional settings. Highly developed spoken communication is an especially relevant curriculum segment and thus, prepare students for active and effective participation in society [3].

So, the focus of modern foreign language learning is on practical experience and direct activity of students. A student-centered approach requires students to set their own goals for learning, and determine resources and activities that will help them meet those goals [15].

## LITERATURE

- [1] R. J. Alexander, Talk in teaching and learning: international perspectives, in *New perspectives on English in the classroom*, London QCA, 2003.
- [2] R. J. Alexander, *Towards dialogic teaching* (3rd ed.), York: Dialogos, 2006.
- [3] C. M. Barker, *Liberal Arts Education for a Global Society*, Carnegie Corporation of New York, 2000.
- [4] P. Bizzell, "Review of the book The Social Construction of Written Communication," *College Composition and Communication*, 40, pp. 483–486, 1989.
- [5] M. Clyne, *Inter-cultural communication at work*, Cambridge University Press, Cambridge, 1994.
- [6] T. Dudley-Evans, and M. J. John, *Developments in English for specific purposes: A multi-disciplinary approach*, Cambridge, Cambridge University Press, 1998.
- [7] S. Fallows, and C. Steven, "Building Employability Skills into the Higher Education Curriculum: A University-wide Initiative," *Education & Training*, 42(2), pp. 75-83, 2000.
- [8] P. Freire, *Teachers as cultural workers: Letters to those who dare to teach*, Boulder, CO: Westview Press, 1998.
- [9] P. Freire, *Pedagogy of the oppressed* (30th anniversary edition), New York and London: Continuum, 2000.
- [10] M. P. Girard, and P. Trapp, "An exploratory study of class presentations and peer evaluations: Do students perceive benefits?" *Academy of Educational Leadership Journal*, vol. 15, no. 1, pp. 77-94, 2011.
- [11] F. E. Gray, Specific oral communication skills desired in new accountancy graduates. *Business Communication Quarterly*, 73(1), 40-67, 2010.
- [12] M.K. Halliday, *Language as social semiotic*. London: Edward Arnold, 1978.
- [13] T. Hedge, *Teaching and Learning in the Language Classroom*. Oxford: OUP, 2000.
- [14] T. Hutchinson, and A. Waters, *English for Specific Purposes: A Learning-centered Approach*. Cambridge: Cambridge University Press, 1987.
- [15] 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*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, 89-121, 2000.
- [16] J. King, Preparing EFL learners for oral presentations preparing. *Journal of Humanistic Studies*, 4, 401-418, 2012.
- [17] W. Littlewood, *Communicative Language Learning*. Cambridge: Cambridge University Press, 1981.
- [18] H. A. Murphy, and H. W. Hildebrandt, *Effective business communications*. UK: McGraw-Hill Ryerson, Ltd, 1990.
- [19] D. Nunan, *Designing Tasks for the Communicative Classroom*. Cambridge: Cambridge University Press, 1989.
- [20] I. Shor, and P. Freire, What is the 'dialogical method' of teaching. *Journal of Education*, 169(3), 11-31, 1987.
- [21] S. Živković, *Modernization of English as Foreign Language Studies in University Education*, Second International Scientific Conference: University Education in Transition, *Transition in University Education – Modern and Universal*. Belgrade. Higher Education Institution For Applied Studies for Entrepreneurialship, 2011.
- [22] S. Živković, The Importance of Oral Presentations for University Students. International Conference on Social Sciences. ICSS 2014. 19-20 September, Bucharest, Romania, 2013.
- [23] S. Živković, Teaching Students how to master Spoken Presentation Skills, *Journal of Educational and Social Research*, Vol. 4, No 4, Rome, Italy, 2014.
- [24] S. Živković, Introducing Students to the Genre of Presentations for Professional Purposes. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, MCSER Publishing, Rome-Italy. Vol.6, No2, 2015.

## DIJALEKTIKA KULTURALNOG I SOCIJALNOG EKOFEMINIZMA DIALECTICS OF CULTURAL AND SOCIAL ECOFEMINISM

Danica Milošević, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

**Sadržaj** - U ovom radu se ukazuje na različite sisteme u okviru ekofeminizma koji imaju za cilj da ukažu na nedostatke dualističkog i esencijalističkog pogleda na svet, kao i prednosti konstruktivizma, na putu izgradnje pravičnog društva zasnovanog na principu demokratičnosti, tolerancije i ravnopravnosti. Kulturalni ekofeminizam, koji polazi od esencijalističkih stanovišta, i socijalni ekofeminizam, koji se zasniva na konstruktivizmu, i pored brojnih neslaganja, ipak imaju zajedničko uporište, na šta ovaj rad želi da ukaže. To navodi na zaključak da su oba pravca podjednako važna za formiranje ekofeminističke svesti, a ne isključivo socijalni ekofeminizam, kako vodeće teoretičarke socijalnog ekofeminizma to žele da prikažu.

**Ključne reči:** Dualizam. Esencijalizam. Konstruktivizam. Ekofeminizam.

**Abstract** - This paper draws attention to different systems within the ecofeminist framework which aim to pinpoint the flaws of dualist and essentialist views, as well as the advantages of constructionism, in the process of constructing a just society based on the principles of democracy, tolerance and equality. Cultural ecofeminism, which stems from essentialist views, and social ecofeminism that is based on constructionism, share a common foothold despite numerous disagreements, which is emphasized in this paper. The conclusion can be drawn that both theoretical courses and not just social ecofeminism, as the leading theoreticians in social ecofeminism are trying to prove, are equally important for the expansion of ecofeminist awareness.

**Key words:** Dualism. Essentialism. Constructionism. Ecofeminism.

### 1. DUALIZAM KAO POLAZNA TAČKA EKOFEMINISTIČKIH RAZMATRANJA

Val Plamvud, ekofeministkinja socijalne orijentacije dala je definiciju dualizma u [1], koja kaže da je to „proces putem kojeg se formiraju suprotstavljeni koncepti dominacijom i potčinjavanjem i konstruišu suprotnosti i isključivosti”, odnosno, način „konstruisanja razlike u duhu logike hijerarhije”. Kao ideološko stanovište još od perioda antičke Grčke, dualizam je u neo koncept binarnih opozicija ne samo u tokove patrijarhalnog diskursa, već i mnogo šire u druge pore patrijarhalnog strukturnog uređenja, što je dovelo do uvođenja dualističkog pogleda na svet, kao sveprožimajućeg, opšteg mesta i najznačajnijeg teorijskog uporišta u patrijarhalnoj kulturološkoj matrici. Pojmanje realnosti bazirano na sistemu suprotstavljenih pojmova, podelilo je svet na bića, predmete i pojave koje su srodne muškom principu, i time zaslužuju viši status u kulturi, i ona druga, manje važna bića, predmete i pojave obeležene svojom nesavršenošću i nedostatkom, budući da odskaču od normativa idealne muške jedinice kao predstavnika civilizacije.

U sistemu parova, to jest binarnih opozicija/dihotomija, prvi član u paru je uvek superiorniji u odnosu na drugi član i nosi veću vrednost, upravo iz razloga što se vezuje za muške attribute. Muškarac/žena, kultura/priroda, um/telo, razum/emocije, čovek/priroda, čovek/životinja, dan/noć, toplo/hladno su samo neki primeri ovakvih razgraničenja, koji jasno ukazuju na to da je svet podeljen u korist patrijarhalnog muškarca koji je nosilac svih najprestižnijih epiteta u patrijarhalnoj kulturi, dok ono što predstavlja Drugo gubi na svojoj vrednosti i dobija

derogativno značenje. Drugo je u procesu kreiranja savršenog patrijarhalnog poretka postalo inferiorno, marginalizovano i odbačeno, zaslugom patrijarhalnog autoriteta koji nemilosrdno i beskompromisno nameće svoje vrednosti i stavove.

Budući da uočava ovu problematiku, ekofeminizam, kao teorijski pravac, kritikuje dualizam i detektuje nepravdu koja proizilazi na osnovu dualističkih podela u hijerarhijskom društvu patrijarhata. Osnovni angažman ekofeminizma je izražen u težnji da se obelodane vrednosti koje se kriju iza kategorije Drugo, koje su nepravедno odbačene i potisnute u drugi plan, pri čemu se ekofeminizam može posmatrati kao pokušaj dekonstruisanja dihotomija u cilju izjednačavanja entiteta i uvažavanja njihove različitosti. Ekofeminizam je, kao što ekofeministkinja Jenestra King u [2] tvrdi „globalni pokret baziran na zajedničkim interesima koji slavi različitost i protivi se svim vrstama dominacije i nasilja”. Kako i samo njegovo ime kaže, ekofeminizam se posebno protivi patrijarhalnim praksama koje ugnjetavaju i eksploatišu kako žene, tako i prirodno okruženje u savremenom patrijarhalnom društvu.

### 2. ESENCIJALIZAM I KONSTRUKTIVIZAM U KONTEKSTU EKOFEMINIZMA

Dualizam daje potporu esencijalističkom pojmanju realnosti koje se zasniva na ideji da je svaki entitet u potpunosti saznatljiv i da ima svoju suštinu ili esenciju koja ga trajno određuje. Kako ekofeministkinja Karlaser objašnjava „esencijalizam se obično odnosi na pretpostavku da je subjekat...konstituisan pred-društvenim, urođenim, nepromenljivim kvaliteta”, što dalje upućuje na činjenicu da su „muškarci i žene

obdareni urođenim kvalitetima ili esencijama koje nisu istorijski i kulturalno određene, već večne i nepromenljive, kao rezultat biologije, koja je fiksirana”u [3].

Sledeći ideje esencijalizma, patrijarhalna kultura je trajno definisala ženu i prirodu kao entitete koje karakteriše pasivnost i koji su povezani analogijom reprodukcije. Uloga žene u društvu je prvenstveno determinisana njenim reproduktivnim potencijalom da bude majka, kao što je i uloga prirode zasnovana na mogućnosti da iznova rađa nove prinose, i obnavlja svoje resurse da bi potkrepljivala patrijarhalnu civilizaciju.

Suprotno stanovište od esencijalističkog, zagovara teoriju konstruktivizma i ono je mnogo prijemčivije za ekofeministkinje pa se može reći da je većina ekofeminističkih razmatranja konstruktivistička. U duhu konstruktivizma, Delamater i Hajd ukazuju na činjenicu da se svet „sastoji od događaja i osoba koji postoje nezavisno od naše percepcije tih događaja i osoba” odnosno da „socijalni konstrukcionizam počiva na uverenju da je stvarnost socijalno konstruisana”, [4]. Ova teorija uvodi ideju o nepostojanju konstante, već o podložnosti promenama, razvoju i varijacijama. Ne postoje esencije koje su suštinski date, već čovek iznova stvara nove konstrukte, nova značenja, pravila i norme koja opisuju njegovu realnost. To se ostvaruje putem jezika, budući da „jezik, ili diskurs, jeste konstitutivan za svet”u kome živimo [4]. Putem jezika izražavamo naš doživljaj realnosti, a naše iskustvo i naša percepcija događaja i osoba u spoljašnjem svetu nam u tome pomažu. Takođe, kroz jezik dobijamo informacije o spoljašnjem svetu od drugih, a putem jezika nam se plasiraju i razne doktrine i ideologije koje utiču na našu viziju sveta. Ta „centralna uloga data jeziku obezbeđuje konkretan mehanizam kojim kultura utiče na misli i ponašanje individue”, [4].

Ključna misao konstruktivističke teorije je da su izmene neminovnost. Ukoliko je čovek tvorac izvesnih konstrukata, on ih može i razgraditi, preformulisati i rekonstruisati, što ostavlja prostora za izmene, dorade i prepravke i time otvara vrata za pregršt novih mogućnosti. U čitavom tom procesu, jezik igra glavnu ulogu, kao oruđe kojim je moguće menjati svet i kojim svet dobija smisao. Jezik postaje osnovno sredstvo interakcije među ljudima koje omogućava komunikaciju, razmenu ideja, donošenje zaključaka i pronalaženje rešenja. On nam omogućava da „podelimo iskustvo, da sopstvene doživljaje učinimo dostupnim drugima. Tako je stvarnost predmet društvene interakcije” [4]. Prihvatanjem ovog gledišta, ekofeministkinje smatraju da je zaista moguće dovesti do promena, pre svega na polju jezika, tako da se omogući svim entitetima da dobiju vrednost na svom značaju, a onda i u političkoj sferi u kojoj će se taj novi diskurs plasirati. Konstruktivizam donosi optimizam da je moguće razgraditi već postojeće koncepte i dati im novu dimenziju, sa novim značenjem i novom vrednošću.

### **3. RAZMIMOILAŽENJE KULTURALNOG I SOCIJALNOG EKOFEMINIZMA**

Kulturalni ekofeminizam, čije su predstavnice Suzan Griffin, Starhok, Spretnak i donekle Vandana Šiva, polazi od esencijalističkih pretpostavki u svojoj kritici patrijarhalne paradigme. Sa jedne strane kulturalni ekofeminizam iskazuje protest protiv esencijalizma koji ženu predstavlja kao nesavršeno i nekompletno biće, a sa druge strane veliča i slavi žensku reproduktivnost i sposobnost žene da gaji empatiju prema prirodi i živim bićima u svom okruženju, što je suštinsko, esencijalističko poimanje žene u patrijarhalnoj kulturi. Upravo zbog

koketiranja sa esencijalizmom, kulturalne ekofeministkinje nailaze na osudu drugih ekofeministkinja koje smatraju da njihov angažman ide u korist patrijarhalnom režimu, a ne protiv njega. Međutim, očigledno je da je takvo stanovište prema esencijalizmu prilično ambivalentno, kao što se iz navedenog može zaključiti. To potvrđuje i činjenica da kulturalne ekofeministkinje teže duhovnom razvoju i spiritualnosti, što je u suprotnosti sa esencijalističkim ubeđenjem o nepromenljivosti konstante. Kulturalne ekofeministkinje oživljavaju kult Velike Boginje, čijim je ukidanjem preovladala logika dominacije i destrukcije patrijarhata, da bi ponovo ukazale na one vrednosti koje je društvo zaboravilo, a koje slave život u svim njegovim aspektima, veličaju kreativni, a ne destruktivni potencijal, propagiraju nenasilje, toleranciju, suživot i princip rađanja, a ne smrti.

Osnovna tačka spoticanja između kulturalnih ekofeministkinja koje se pozivaju na esencijalizam i socijalnih ekofeministkinja koje preferiraju konstruktivizam je pitanje veze između žene i prirode i njihovog odnosa. Problem predstavlja to što kulturalne ekofeministkinje smatraju da žene imaju veću predispoziciju za razumevanje prirode. One veruju da žena živi u dosluhu sa prirodom i da ima posebne mentalne sposobnosti, kao i emotivni aparat koji je čine sposobnijom da prirodu doživljava na empatičan, altruistički način, za razliku od muškaraca koji nema takvih sklonosti budući da nije opremljen alatima koji su svojstveni ženi. Međutim, socijalni ekofeminizam na čelu sa Keren Voren, tvrdi da je žena bliža prirodi samo zato što joj se takva bliskost istorijski nametala kroz patrijarhalni sistem uređenja. Ženi je oduvek mesto bilo kod kuće, u porodičnom domu, kako bi vodila brigu o imanju i deci. Usmerena na takav život, žena je više bila upućena na interakciju sa prirodnim okruženjem, dok je muškarac više vremena provodio daleko od kuće, prvo u lovu, a zatim kako je civilizacija napredovala, u poslovima usmerenim ka izgradnji društva i stvaranju kulture.

U socijalnom ekofeminizmu veza žena-priroda se ne naturalizuje u kulturi Zapada, već istorizuje, odnosno posmatra kroz prizmu društvenih okolnosti, iz uverenja da je subjekat uvek „konstituisan društvenim, istorijskim i kulturalnim kontekstima koji su složeni i promenljivi”[4]. Za razliku od kulturalnih ekofeministkinja koje na neki način podražavaju stereotipe koji su stvoreni o ženi i prirodi unutar patrijarhalne kulture, socijalne ekofeministkinje odbacuju stereotipe, pa kažu da su „ideje poput žena- hraniteljka, žena -brižni čuvar, i žena -bliskija prirodi bile korišćene za ugnjetavanje žena, ograničavanje njihovog polja delovanja i gušenje njihovih potencijala kao društvenih i kulturalnih agenata”[3]. Osim toga, socijalne ekofeministkinje naglašavaju da svako ljudsko biće treba da ima razvijen odnos sa prirodom, a ne samo žena, zato što je priroda životni prostor svih nas koji se nužno mora poštovati, čuvati i negovati ukoliko želimo da dalji opstanak bude moguć. Briga o deci, bolesnima, starima, ugroženim životinjama, zagađenim ekosistemima prema tome nije odgovornost samo ženske jedinice, već odgovornost svakog pojedinca ponaosob. To je centralna ideja etike brižnosti koju socijalni ekofeminizam pokušava da uspostavi unutar kolektiva.

Neslaganje postoji i oko političkih pitanja. Kulturalne ekofeministkinje smatraju da „ugnjjetavanje ukazuje na duhovnu krizu”, a da se „politička i kulturalna transformacija (se) neće dogoditi bez odgovarajućih promena u ljudskoj svesti” jer su „promene u ljudskoj svesti i duhovnosti neodvojive od promena unutar institucija koje su neophodne da

bi došlo do oslobođenja žene i prirode”, [3]. Kulturalne ekofeministkinje smatraju da je nužno zaroniti u podsvest, krenuti na put otkrivanja svog nesvesnog potencijala, pri čemu treba slediti Veliku Boginju kao vodilju koja podučava svojom mudrošću, iskustvom, energijom i kreativnom sposobnošću. Tek kroz obnovu davno zaboravljenih verovanja i principa zasnovanih na religiji Velike Boginje, moguće je doći do prosvetljenja, prepoznati vrednosti koje su patrijarhalnom logikom pogažene i obezvređene i uspostaviti jedan pravičan diskurs u patrijarhalnoj kulturi koji ne isključuje postojanje drugačijih stanovišta i pogleda na svet.

Sa druge strane, socijalne ekofeministkinje smatraju da je preča promena ne lične svesti, već društvenih institucija i struktura koje su zadužene za sprovođenje politike patrijarhata. „Promene u sferama društvene reprodukcije, biloške reprodukcije, i proizvodnje su neophodne da bi došlo do restrukturiranja rodni relacija, kao i interakcije na nivou čovek-priroda, da bi se postigla egalitistička i ekološka transformacija društva”, smatra Karlaser [3]. Vrlo često se kulturalne ekofeministkinje osuđuju zbog toga što se njihov angažman smatra apolitičnim. Međutim, ne treba smetnuti sa uma činjenicu da se kult Velike Boginje u okviru kulturalnog ekofeminizma upravo koristi kao ideja oko koje se ujedinjuje ženski kolektiv kao potencijalno subverzivno, političko telo i putem koje se žena osnažuje za samostalnu, ali i kolektivnu borbu protiv ugnjetavačkog režima patrijarhalnog društva, bilo kroz autentičan jezik ili kroz konkretne činove i akcije. U ovom angažmanu, konačni cilj kulturalnih ekofeministkinja nije reverzibilnost odnosa, uspostavljanje dominacije i diktature, već „transformisanje svesti, polaganje prava na žensku istoriju i osnaživanje ženske kulture i duhovnosti” [3].

Kulturalne ekofeministkinje trpe napade i zbog toga što tretiraju žensko iskustvo kao univerzalno, što u krajnjoj instanci dovodi do „hegemonizacije raznovrsnosti ženskih iskustava”, pri čemu „izvesna iskustva predstavljaju iskustva svih žena” [3]. U konstruktivizmu ne postoje dve indentične ženske jedinice. Svaka žena je unikat sama po sebi i ima jedinstvena obeležja koja je čine drugačijom. Prema tome, nijedno žensko iskustvo ne može biti identično sa drugim ženskim iskustvom. Autentičnost ženskog identiteta ogleda se u ličnim, neponovljivim karakteristikama i specifičnom iskustvu. Međutim, ovde ne treba odbaciti u potpunosti mogućnost ženskog prepoznavanja na osnovu iskustva, jer to onda uvodi novi problem vezan za nemogućnost formiranja političkog kolektiva vođenog zajedničkim interesima žena. Ipak treba imati na umu da iskustva iako ne mogu uvek biti u potpunosti identična, ponekad mogu imati zajedničke imenitelj, što može davati podstrek ženama da se udružuju, deluju, politički angažuju ili brane svoja prava na zajedničkoj osnovi. Ekofeminizam generalno ne podržava isključivost, već se zalaže za jedinstvo različitosti i uvažavanje razlika, tako da ne treba zahtevati isključivost ni po ovom pitanju.

Džanet Bil je možda i najoštrij kritičar kulturalnog ekofeminizma koja mu zamera to što je iracionalan, odnosno previše vezan za duhovno, apolitičan, zbog nejasnog programa za stupanje u borbu sa patrijarhalnim strukturama moći i nedovoljno intelektualno stimulativan, zbog atipičnog stila koji nije u pravom smislu akademski, već više poetičan. Isključivanje kulturalnog ekofeminizma po ovim kriterijumima ukazuje na nemogućnost Bilove da prizna različitosti kulturalnog ekofeminizma u odnosu na mejnstrim socijalni

ekofeminizam. Ona odbacuje mogućnost da se putem kulturalnog ekofeminizma promoviše ženska kultura i spiritualnost, kao i da se koristi poseban diskurs u političkoj borbi koji protivureći patrijarhalnom diskursu, što narušava sliku o ekofeminističkim principima tolerantnosti, pravednosti, uvažavanja razlike i jednakosti. Praksa kulturalnog ekofeminizma podrazumeva prepoznavanje svih ugnjetavačkih praksi patrijarhalnog društva prema ženi i prirodi, njihovu identifikaciju, osudu, a zatim i njihovo osujećivanje, bilo na polju jezika ili putem konkretne političke borbe koja uključuje akciju i direktno sučeljavanje sa patrijarhalnim izvorom moći, što Bilova negira kao mogućnost.

Iako je veći broj ekofeministkinja opredeljen za socijalni ili socijalistički ekofeminizam nego za kulturalni, ima i onih ekofeministkinja iz suprotnih tabora koje brane stanovišta kulturalnog ekofeminizma. Karlaser je jedna od njih, budući da kulturalni ekofeminizam ne čita kao puko reprodukovanje esencijalizma, već kao polaznu tačku sa koje se kritikuje esencijalizam da bi se pokazalo da je čak i esencijalizam jedan vid konstrukta. Ona smatra da Suzan Griffin i Meri DeJli kao kulturalne ekofeministkinje „potvrđuju ženske esencijalizovane rodne karakteristike pri čemu priznaju konstrukciju ženske esencije unutar određenog društvenog, kulturalnog i istorijskog konteksta” [3]. Ona tvrdi da čak i socijalne ekofeministkinje upadaju u klopke esencijalizma tako što koriste monolitnu kategoriju žena, kao „istorijski kontinualan, jednostavan i esencijalizovan pojam”, kada raspravljaju o rasnim, klasnim i rodni pitanjima vezanim za žene, u [3]. Prema Karlaserovoj, socijalni ekofeminizam se takođe pomalo oslanja na esencijalizam jer, kako kaže, „žene se stvaraju, a ne rađaju, mada su društveno konstruisane od prirodnog, polno određenog, anatomskog, sirovog materijala”, što dovodi do zaključka da je rod baziran na „materijalnoj prirodi ili biološkom polu”, pa je time čak i rod naturalizovan i esencijalizovan [3].

#### 4. ZAKLJUČAK

Nikako ne treba zanemariti činjenicu da kulturalni ekofeminizam daje izuzetno važan doprinos teoriji ekofeminizma. U subverzivnom potencijalu nesvesnog kome se pristupa kroz ujedinjavanje sa kultom Velike Boginje, postoji kapacitet za duhovni preobražaj jedinice i samim tim za napredovanje, razvitak preoblikovanje i korigovanje identiteta koji je izgubio svoju autentičnost usled pritisaka normi, pravila i kodeksa patrijarhalnog društva, koji su nametnuti prevlašću muškog principa nad ženskim. Odbaciti kulturalni ekofeminizam bi značilo odbaciti činjenicu da je patrijarhat inicijalno zaslužan za ugnjetavanje žene i prirode, a ne isključivo njegovi produkti kao što je kapitalizam, na čemu više insistira konstruktivistička kritika koja se zauzima za „transformaciju društvenih struktura” i „ukidanje represivnih institucija”, [4]. Takođe, odbacivanje bi značilo ponovnu smrt Velike Boginje i zakopavanje njenih vrednosti i principa u tamnicu patrijarhalnog društva, čime se nastavlja dobro poznata tradicija patrijarhata da ženu učutkuje, utišava, pa čak i čini potpuno nečujnom u areni društvenog i javnog života. To bi značilo i ponovnu smrt ženske istorije, budući da je patrijarhalnom praksom ženina društvena i istorijska uloga minimalizovana, osujećivana i osuđivana o čemu svedoče brojne istorijske knjige iz kojih je ženski narativ u potpunosti izbrisan kao irelevantan. Iz svih ovih navedenih razloga, ali i brojnih drugih, kao što je recimo oživljavanje autentičnog ženskog jezika (jezika: nesvesnog, jezika Velike



Boginje) koji nije oblikovan patrijarhalnim diskursom, slavljene života, različitosti i harmonično recipročne veze sa prirodom, kulturalni ekofeminizam mora biti uvažen i prepoznat kao značajno gledište unutar ekofeminizma.

#### LITERATURA

- [1] V. Plumwood, *Feminism and the Mastery of Nature*, London: Routledge 1993.
- [2] Y. King, *Rocking the Ship of State: Toward a Feminist Peace Politics*, Westview press 1989.
- [3] E. Carlassare, "Essentialism in Ecofeminist Discourse," in *Ecology*, ed. Carolyn Merchant, pp. 220-234, 1994.
- [4] DŽ.D Delamater i DŽ.Š.Hajd, „Esencijalizam nasuprot socijalnom konstrukcionizmu u proučavanju ljudske seksualnosti,“ prevod Tea Nikolić u *Časopis za književnost i kulturu i društvena pitanja*, 2002.

## ZAŠTITA PRAVA NA RAD I PRAVA IZ RADNOG ODNOSA PRED EVROPSKIM SUDOM ZA LJUDSKA PRAVA

### PROTECTION OF RIGHTS TO WORK AND RIGHTS FROM WORKING RELATIONS BETWEEN THE EUROPEAN COURT OF HUMAN RIGHTS

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

**Sadržaj** - U ovom radu prikazan je mehanizam zaštite prava na rad pred Evropskim sudom za ljudska prava u Strazburu. U prvom delu rada prikazan je pojam prava na rad, kao i ekonomski i društveni faktori u Republici Srbiji koji su uticali na ostvarivanje prava na rad. Drugi deo rada posvećen je pravo na radu Republici Srbiji. Drugi deo rada posvećen je definisanju pojma i pravnog osnova zaštite ljudskih prava predviđene Evropskom konvencijom za zaštitu ljudskih prava i osnovnih sloboda. Prikazan je postupak pred Evropskim sudom za ljudska prava i dejstvo odluka suda koje se posredno odnose na povredu prava na rad.

**Ključne reči:** Pravo na rad. Predstavka. Evropski sud za ljudska prava. Sudska odluka.

**Abstract** - This paper presents the mechanism for the protection of the right to work before the European Court of Human Rights in Strasbourg. The first part of the paper presents the notion of the right to work, as well as economic and social factors in the Republic of Serbia which have influenced the exercise of the right to work. The second part of the article is dedicated to the right to work for the Republic of Serbia. The second part of the paper is devoted to defining the notion and legal basis for the protection of human rights envisaged by the European Convention for the Protection of Human Rights and Fundamental Freedoms. The procedure is presented before the European Court of Human Rights and the effect of court decisions indirectly related to the violation of the right to work.

**Keywords:** Right to work. Petition. European Court of Human Rights. Judicial decision.

#### 1. UVOD

Zaštita prava na rad smatra se osnovnim ljudskim pravom neodvojivim od demokratskog pravnog poretka. Kako veliki deo života ljudi provode na radnom mestu i u radnom okruženju, izvršavajući poslove i obavljajući rad za različite poslodavce, od izuzetnog su značaja zaštita prava koja uživaju zaposleni. Jer se njihov položaj na poslu odražava na kvalitet čitavog života. Zaštiti slabiju stranu u radnom odnosu je najstarija i najvažnija funkcija zakonodavstva o radu. Svrha njegovog nastanka i postojanja do današnjih dana se nije promenila. Putem zakonske zaštite zaposlenih država teži da uspostavi ravnotežu između strana u radnom odnosu koja je, formalno izjednačenim pozicijama poslodavca i zaposlenog, pomerena u korist poslodavca [1].

#### 2. PRAVO NA RAD U REPUBLICI SRBIJI

Krajem 20. i početkom 21. veka, u Republici Srbiji je došlo do promene državnog uređenja, čime je Republika Srbija zvanično postala država sa demokratskim uređenjem vlasti. Međutim demokratija je u Srbiju ušla na mala vrata. Srbiji su bile neophodne korenite promene kako bi stajala rame uz rame sa državama Starog Kontineta. Dok je Evropa doživljavala progres kako na ekonomskom tako i na intelektualnom polju, Srbija je deceniju provela pod barikadama. Svi ti faktori uticali su da se ljudska prava samim tim i pravo na rad mnogo sporije razvija i harmonizuje sa evropskim zakonodavstvom u odnosu na ostale demokratske države. Svako civilizovano i organizovano društvo dužno je da

svojim građanima omogućiti da nesmetano uživa u svojim ljudskim pravima. Svedoci smo svakodnevnog kršenja prava na rad. U sredstvima javnih medija, sve je više bombastičnih naslova o kršenju prava na ograničeno radno vreme, dnevni i nedeljni odmor, plaćeni godišnji odmor, pravičnu naknadu za rad i na pravnu zaštitu za slučaj prestanka radnog odnosa, nepružanja zaštite na radu trudnicama. Zaposleni iz straha od otkaza, trpe različite vidove nasilja kako sebi i svojoj porodici uskratili i ono malo egzistencije koju sa minimalnom zaradom uspeju da ostvare. Primorani su da podižu kredite, koji ih obavezuju da ostanu u radnom odnosu i onda se pokreće uzročno-posledična veza.

Mehanizam zaštite sloboda i prava čoveka obuhvata niz pravnih principa, institucionalnih garancija i drugih pravnih instrumenata i postupaka kojima se štite ustavne slobode i prava građana od mogućih povreda, ugrožavanja zloupotreba, ukidanja ili neosnovanih ograničenja [2].

Za razliku od Zapadne Evrope, gde se uspostavljanje tržišnog društveno-ekonomskog uređenja odvijalo vekovima, u postsocijalističkim državama je napravljen oštar zaokret u svojinskim odnosima, čija je polazna tačka bila privatizacija nevidenih razmera i nevidenog tempa. Privatizacijom državnih preduzeća, prvi na udaru su bili radnici koji su planom reorganizacije postajali tehnološki viškovi. Problem zaštite ustavnih ljudskih prava i sloboda otežava činjenica da smo se uz teškoće tranzicionog perioda, suočili i sa teškoćama globalne ekonomske krize. Pravni problemi koji se postavljaju pred organe za kontrolu ustavnosti u državama

u tranzitu, su u značajnoj meri uslovljeni nekim objektivnim teškoćama prelaznog perioda kao što su:

- neizbalansiranost sistema raspodele vlasti, koju neretko prati jasno izražen konflikt između zakonodavne i izvršne grane vlasti rupe u zakonodavstvu, koje je bremenito kršenjem ustavnih prava i sloboda
- nerazvijenost parlamentarizma, koja se najupadljivije manifestuje u zanemarivanju gledišta parlamentarne manjine i interesa grupacije stanovništva koje stoje iza nje, kao i problem odnosa između pravnog i faktičkog legitimiteta predstavničkih organa
- nedovoljna saglasnost nacionalog zakonodavstva sa opštepriznatim principima i normama međunarodnog prava
- neizgrađenost nacionalnih ustavnopravnih doktrina [3].

U Srbiji, nije ustanovljen sud za radne sporove. Ukoliko dođe do spora iz radnog odnosa i koji ne može da se reši van-sudskim putem, građani svoja prava, ostaruju u postupku pred redovim sudovima kao i podnošenjem predstavke Evropskom sudu za ljudska prava u Strazburu.

### **3. ZAŠTITE PRAVA NA RAD PRED EVROPSKIM SUDOM ZA LJUDSKA PRAVA**

Evropska konvencija za zaštitu ljudskih prava i osnovnih sloboda svečano je potpisana 4. novembra 1950. godine u Rimu, a na snagu je stupila tri godine kasnije, nakon što je ratifikovana od strane deset država potpisnica. Republika Srbija je pristupila Evropskoj konvenciji za zaštitu ljudskih prava i osnovnih sloboda 2004. godine. Istovremeno, to je omogućilo licima, nevladinim organizacijama i grupama lica koja tvrde da su žrtve povrede nekog od zajemčenih prava, da protiv naše države podnose predstavke Sudu u Strazburu. Broj predstavki koje se upućuju Evropskom sudu protiv Srbije u stalnom je porastu. Veliki broj predstavki svedoči o poverenju koje naši građani imaju u ovu instancu.

Evropski sud za ljudska prava je sudska instanca sa sedištem u Strazburu, kojoj se mogu obratiti svi građani zemalja članica Saveta Evrope kao potpisnica Evropske Konvencije o ljudskim pravima, koji smatraju da su im povređena prava propisana ovom Konvencijom. Sud je organizovan tako da svaka od članica Saveta Evrope koje su ratifikovale navedenu konvenciju daje po jednog sudiju, tako da je broj sudija jednak broju zemalja članica Saveta Evrope.

#### **3.1. Rok i uslovi prihvatljivosti**

Temelj celog sistema zaštite Konvencije predstavlja pravo na pojedinačnu predstavku. Da bi se predstavka koja je podneta sudu uzela u razmatranje moraju biti ispunjeni uslovi da su iscrpljeni samo ako su već iscrpljeni svi unutrašnji pravni lekovi, koje Evropski sud za ljudska prava smatra delotvornim kao i da je podneta u roku od 6 meseci nakon što je u pravnoj stvari odlučeno od strane najvišeg suda ili državnog organa. Ukoliko presuda nije objavljena javno, rok od šest meseci počinje teći od datuma kada je sporna sudska odluka domaćeg suda dostavljena podnosiocu predstavke ili njegovom pravnom zastupniku. Ukoliko stranka u postupku naknadno sazna za nove činjenice, koje predočavaju kršenje njenih prava u postupku pred domaćim sudom, rok se računa od trenutka saznanja za kršenja vaših prava garantovanih Konvencijom.

Zaštita prava pred Evropskim sudom počiva na načelu usposudijariteta. Osnovna karakteristika sistema zaštite uspostavljenog Konvencijom je da je on usposudijaran u odnosu na nacionalne sisteme koji štiti ljudska prava. Primarna zaštita Konvencije ostvaruje se pred organima država potpisnica, zbog čega se nadležnost Evropskog suda za ljudska prava uspostavlja tek po iscrpljivanju svih unutrašnjih pravnih lekova.

Predstavka se mora odnositi na kršenja prava koja su se desila nakon što je Konvencija stupila na pravnu snagu, dakle posle ratifikacije Konvencije od strane države potpisnice. Republika Srbija je Konvenciju ratifikovala 23. decembra 2003. godine. Predstavke koje se odnose na ršenje prava koje je nastupilo pre ovog perioda sud će prihvatiti samo ukoliko sporno kršenje prava i dalje proizvodi posledice koje su u suprotnosti sa obavezama koje je država preuzela ratifikacijom Konvencije. Sud neće postupati po anonimnoj predstavi, ili po predstavi koja je suštini istovetna sa predstavkom koju je već razmatrao. Predstavka koju sud smatra nespojivom sa odredbama Konvencije ili Protokola, ili koja je očigledno neosnovana ili predstavlja zloupotrebu prava na predstavku biće odbačena.

Da bi sud predstavku uzeo u razmatranje, podnosilac predstavke mora lično biti pogođen kršenjem Konvencije. Važan procesni uslov za prihvatljivost predstavke jeste i obaveznost isticanja povrede Konvencije pred domaćim postupajućim organom.

#### **3.2. Sadržaj predstavke**

Da bi sud predstavku uzeo u razmatranje pored ispunjenja uslova iz člana 35. Konvencije, predstavka treba da sadrži sledeće elemente:

- kratak opis činjeničnog stanja na koje se povreda prava iz Konvencije odnosi
- pod navedeno činjenično stanje podvedene, povrede prava garantovanih Konvencijom
- tok postupka pred domaćim državnim organima uključujući:
- taksativno nabrojanje odluka navedenih organa
- datume njihovog donošenja
- prilaganje kopija navedenih odluka
- nabrojanje svih pravnih lekova koje ste iskoristili pred domaćim organima.
- potpis podnosioca i potpis pravnog zastupnika ukoliko postoji

#### **3.3. Postupak pred Evropskim sudom za ljudska prava**

Postupak pred Evropskim sudom za ljudska prava je besplatan, a službeni jezici suda su francuski i engleski na kojima se odvija i najveći deo prakse. Jedini troškovi koje snosi podnosilac su troškovi sastavljanja podneska koje plaća advokatu, ukoliko ga ima, i troškovi prepiske sa sudom. Predstavka se može podneti na bilo kom od zvaničnih jezika suda. Predsednik veća može izuzetno, odlučiti da se postupak odvija na službenom jeziku na kome je podneta predstavka.

Predstavka se podnosi na zvaničnom formularu, ili u slobodnoj formi pri čemu i ovaj način podnošenja predstavke zahteva naknadnu popunu zvaničnog formulara predstavke, koji podnosiocu šalje sekretarijat suda, uz uslov da isti bude

popunjen u roku od šest meseci. O poštovanju ovih uslova sud će voditi računa po službenoj dužnosti.

Po prijemu predstavke od strane suda podnosilac će od strane sekretarijata biti obavešten o prijemu i broju predmeta. Sekretarijat je pomoćni organ suda, sa prvenstveno organizacionom ulogom ali i sa velikim uticajem na praksu, posebno u inicijalnim fazama postupka.

Postupak pred sudom podnosilac može započeti i lično, bez pravnog zastupnika ili advokata, međutim u određenoj fazi postupka, od momenta kada vaša predstavka bude prosleđena vladi države članice na odgovor, od strane suda ćete biti pozvani da angažujete pravnog zastupnika.

Po poslovniku suda, na izričit zahtev podnosioca predstavke, ili po sopstvenoj inicijativi, predsednik veća može stranci omogućiti da koristi besplatnu pravnu pomoć. Da bi se ovo pravo ostvarilo potrebno je da podnosilac predstavke dokaže sudu da nema sredstava da pokrije troškove zastupanja pred ovim sudom, u kojem slučaju će mu sud, omogućiti naknadu koja pokriva troškove zastupnika i sve druge izdatke koje je stranka imala u odnosu na ovaj postupak.

Postupak bi se mogao podeliti u nekoliko faza. U početnoj fazi postupka po prijemu predstavke, sud prvo rešava o njenoj prihvatljivosti, u smislu povreda Konvencije na koje se pozivate u vašem zahtevu. Ukoliko predstavka bude proglašena prihvatljivom, podnosilac predstavke biva od strane suda upućen na prijateljsko poravnanje sa zastupnikom države na čije se kršenja Konvencije obratio Sudu. Međutim, u postupku izgrađenom u sudskoj praksi, sud može rešiti da istovremeno odluči o prihvatljivosti predstavke i u meritumu spora. i u tom slučaju mora postojati formalna odluka o prihvatljivosti predstavke

Na osnovu zaključenog prijateljskog poravnanja predmet će biti brisan sa liste predmeta suda. Ukoliko ovaj proces ne dovede do rezultata sud će rešiti predstavku ulaženjem u meritum. Odluke u meritumu donose se u većina.

Od stupanja na snagu Protokola 14 tročlani sudijski odbor može, pored odlučivanja o prihvatljivosti predstavke, odlučivati i u meritumu ukoliko se radi o takozvanim „repetitivnim slučajevima“ u kojima postoji dobro ustanovljena praksa suda. U slučaju da se utvrdi povreda Konvencije, a pravo države ugovornice omogućava samo delimičnu odštetu, podnosilac predstavke ima pravo na pravično zadovoljenje. U načelu, sud se trudi da pravično zadovoljenje obuhvata prvenstveno nematerijalnu štetu zbog povreda Konvencije.

### 3.4. Aktivna procesna legitimacija

Posmatrajući kako je pitanje aktivne procesne legitimacije rešeno kod podnošenja ustavne žalbe, stiče se utisak da unutrašnji pravni sistemi strože postavljaju uslove za izjavljivanje ustavne žalbe i da se to odražava na krug lica koji imaju aktivnu procesnu legitimaciju, koji je uži nego kod podnošenja predstavki Evropskom sudu.

Predstavka koja se podnosi Evropskom sudu pored subjektivnog može da ima i objektivni karakter. Ona može da se tiče ne samo ličnog interesa podnosioca, već i da bude podneta u javnom interesu

Prilikom podnošenja individualne predstavke podnosilac se poziva na povredu ili povrede Evropske konvencije ili Protokola, navodeći odgovarajuće dokaze za svoje tvrdnje. Kako obraćanje Evropskom sudu može da usledi tek nakon što su iskorišćena sva raspoloživa pravna sredstva, to je neophodno u predstavci navesti konačnu domaću odluku, te sud ili drugi organ koji je tu odluku doneo.

Acti u odnosu na koje je moguće izjaviti ustavnu žalbu su precizno navedeni u unutrašnjim pravnim sistemima., onda se u najvećem broju slučajeva u predstavci podnosilac poziva na konačnu odluku domaćeg suda.

Smrću fizičkog lica po pojedinačnoj predstavci ne obustavlja se automatski postupak pred Sudom, već postupak mogu nastaviti njegovi/njeni naslednici ili bliski srodnici ako za to imaju opravdan interes ili ako rešenje pojedinačne predstavke može da bude od opšteg interesa. Štiteći svoja osnovna prava i sprovodeći svoje interese građanin se bori za ostvarivanje osnovnih ustavnih principa. Neophodno da je takva povreda lična, realna i trenutna.

Lična povreda znači da se žalilac obraća Sudu samo zbog povrede nekog svog osnovnog prava, što isključuje mogućnost da se ustavna žalba upotrebi radi zaštite prava drugih. Stvarna povreda znači da povreda mora da postoji u vreme kada se podnosi, i da ne može prestati u budućnosti. Trenutna povreda znači da je ona direktna posledica osporenog akta i da nije rezultat nekog kasnijeg akta.

### 3.5. Obaveznost i izvršenje presude

Presude Evropskog suda za ljudska prava su obavezujuće za države potpisnice Konvencije. Presudom može biti dosuđena novčana nadoknada za štetu koja je naneta od strane utužene države potpisnice Konvencije. Takodje, može se zahtevati čitav niz pojedinačnih mera, koje mogu podrazumevati konkretne činidbe države potpisnice u smislu npr. ponovnog otvaranja postupka u predmetu u kome su navedene povrede Konvencije počinjene, ali i opštih mera u kojima se na manje ili više izričit način konstatuju sistemski nedostaci u pravnom sistemu tužene države članice i traži njihovo otklanjanje, promenama u zakonodavstvu utužene države ili u sudskoj ili upravnoj praksi.

Odlukama Evropskog suda za ljudska prava se ne mogu preinačiti, ukidati ili menjati presude domaćih sudova, niti se mogu vršiti neposredne izmene u zakonodavstvu država članica. Izvršenje presude je formalno u nadležnosti Komiteta ministara Saveta Evrope pa stavovi izloženi u presudama, često imaju karakter preporuka koje mogu biti instrument za političku inicijativu prema navedenoj državi potpisnici. Ovo je mehanizam u nastajanju, a odluke sudske prakse mogu uticati na promene u zakonodavstvima zemalja članica, što se više puta pokazalo i u praksi. Nesprovođenje odluke Evropskog suda za ljudska prava može u krajnoj liniji dovesti do suspenzije članstva u Savetu Evrope države koja se o presudu oglašila, pa čak i do isključenja iz članstva.

Sve presude Evropskog suda za ljudska prava dostupne su javnosti. Ukoliko u postupku pred Evropskim sudom za ljudska prava sud ne utvrdi da je došlo do kršenja Konvencije, podnosilac predstavke ne snosi nikakve troškove. Evropska konvencija se od drugih sličnih međunarodnih ugovora o ljudskim pravima razlikuje po mehanizmu zaštite koji se "aktivira" u slučaju povrede prava koji

su u njoj sadržani. Evropska konvencija utvrđuje dva mehanizma zaštite ljudskih prava: međudržavne i individualne predstavke. [8]

#### 4. ZAKLJUČAK

Iako u postupcima u parnicama iz radnih odnosa, a naročito prilikom određivanja rokova i ročišta sud posebno vodi računa o potrebi hitnosti rešavanja radnih sporova, oni traju godinama i neretko ravršavaju pred Evropskim sudom za ljudska prava. U presudama koje je Evropski sud donosila u predmetima protiv Republike Srbije, građani Republike Srbije su se navise žalili na povredu prava na sudjenje u razumnom roku kao i nepostojanja adekvatnog rešenja efikasne naplate potraživanja koja su presudom potvrđena. Preopterećenost sudova, upravo zbog broja povećanih sporova, koje nije pratilo povećanje sredstava i sudija, jedan je od vodećih problema u Republici Srbiji. Zbog sistemskih problema u pravosuđu Republike Srbije, građani Srbije se obraćaju Evropskom sudu. Zbog izgubljenih sporova, koji su napred navedeni, pred Evropskim sudom pravde Republika Srbija je u obavezi da isplati sredstva u visini od oko 4.000,00 evra na ima naknade troškova i isplate štete.

#### LITERATURA

- [1] G. Obradović, „Zaštitna funkcija zakonodavstva o radu,“ *Zbornik radova pravnog fakulteta u Nišu*, br. 70, str. 269, 2015.
- [2] D. Stojanovic, *Ustavno pravo*, prva knjiga, Niš, str. 224, 2009.
- [3] V. D. Zorbkin, *Ustavno sudstvo zemalja nove demokratije: izazovi i perspektive, Položaj i perspektiva ustavog sudstva*, Beograd, str. 54-56, 2014.
- [4] G. Domien, *Short guide to the European Convention on Human Rights*, Council of Europe, pp. 12, 2005.
- [5] S. Carić, Stanje u predmetima koje Republika Srbija ima pred Evropskim sudom za ljudska prava - uporedna statistička analiza, *Strani pravni život*, Beograd, str. 100, 2011.
- [6] B. Janković, Z. Radivojević, *Međunarodno javno pravo*, Niš, str. 267, 2014.
- [7] K. Reid, *Apracitioner's guide to the European Convention of Human Rights*, London, 2004, str. 26
- [8] M. Nastić, *Ustavno pravni osnov primene Evropske konvencije za zaštitu ljudskih prva i osnovnih sloboda u postupku pred nacionalnim ustavnim sudovima*-doktorska disertacija Niš 2012
- [9] Evropska konvencija za zaštitu ljudskih prava
- [10] W. M. Janis, S. R. Kay, W. A. Bradley, *European Human Rights Law*, Oxford University Press, pp. 403-404, 2000.
- [11] S. Carić, *Pravo na sudjenje u razumnom roku*, Beograd, str. 3, 2008.



## UPRAVNI POSTUPAK U VISOKOM OBRAZOVANJU

### ADMINISTRATIVE PROCEDURE IN HIGHER EDUCATION

Jelena Petković, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

**Sadržaj** - U ovom radu prikazani su neki od osnovnih pojmova upravnog postupka, opisane su i objašnjene vrste upravno-pravnih stvari u visokom obrazovanju. Prikazane su neke od novina Zakona o opštem upravnom postuku koje mogu biti od uticaja na rešavanje upravno pravnih stvari u visokom obrazovanju.

**Ključne reči:** Upravni postupak. Upravna stvar. Stranke u upravnom postupku. Visoko obrazovanje.

**Abstract** - This paper presents some of the basic concepts of the administrative procedure, presents the types of administrative-legal matters in higher education. The novelties of the Law on General Administrative Procedure, which may have an impact on the of administrative and legal matters in higher education are shown

**Keywords:** Administrative procedure. Administrative matter. Participant in the administrative procedure. Higher education.

#### 1. UVOD

Upravni postupak je skup precizno utvrđenih koraka, tj. upravnih radnji koje organ uprave provodi u određenom, zakonski utvrđenom vremenskom periodu [1].

Predmet upravnog postupka jeste upravna stvar, odnosno odlučivanje o pravima, obavezama i pravnim interesima pojedinaca, pravnih lica i drugih subjekata primenom propisa na konkretan slučaj, odnosno donošenjem pojedinačnog upravnog akta.

Upravna stvar, jeste pojedinačna situacija u kojoj organ, neposredno primenjujući zakone i druge propise, pravno ili faktički utiče na položaj stranke tako što donosi upravne akte, zaključuje upravne ugovore, preduzima upravne radnje i pruža javne usluge. Upravna stvar je i svaka druga situacija koja je zakonom određena kao upravna stvar [2].

Strane u upravnom postupku su, s jedne strane, organ državne uprave, odnosno organ, ustanova ili druga institucija nedržavne uprave kojoj su poverena javna ovlašćenja i sa druge strane stranka. Stranke mogu biti pojedinci, pravna lica, organizacije, udruženja, grupe građana i drugi subjekti koji mogu imati pravni subjektivitet.

Upravni postupak je definisan i kao skup pravno uređenih radnji organa uprave pri primenjivanju propisa na konkretne životne slučajeve.

Osnovni smisao upravnog postupka je uređivanje načina delovanja organa uprave, drugih državnih organa i drugih subjekata (kada su zakonom ovlašćeni da vrše javna ovlašćenja) prilikom primene materijalno-pravnih propisa na konkretan slučaj [3].

Upravni postupak može biti opšti i posebni. U upravnom postupku se donose upravni akti.

Upravni akt je pojedinačni pravni akt kojim organ, neposredno primenjujući propise iz odgovarajuće upravne oblasti, odlučuje o pravu, obavezi ili pravnom interesu stranke, ili o procesnim pitanjima. Upravni akti su rešenja i zaključci. Rešenja i zaključci mogu imati i drugi naziv, ako je to posebnim zakonom predviđeno.

#### 2. UPRAVNI POSTUPCI U VISOKOM OBRAZOVANJU

Zakon o visokom obrazovanju je *lex specialis* za oblast visokog obrazovanja.

Zakon o visokom obrazovanju uređuje nekoliko posebnih upravnih postupaka koje vode nadležni organi uprave: akreditacija visokoškolskih ustanova i studijskih programa (član 23), početna akreditacija visokoškolskih ustanova [4],[5] tj. izdavanje dozvole za rad (član 52), izmena, dopuna i oduzimanje dozvole za rad (član 53), promena naziva i sedišta i statusne promene visokoškolske ustanove (član 54), izbor u zvanje nastavnika i saradnika (član 75 do 87), oglašavanje diplome, odnosno dodatka diplomu nastavim (član 127), priznavanje stranih visokoškolskih isprava u svrhu zapošljavanja (član 133), priznavanje stranih visokoškolskih diploma radi nastavka obrazovanja (član 132), oglašavanje diplome i dodatka diplome nastavim (član 127) [6].

Upravnim postupcima u visokom obrazovanju se rešava o pravima, obavezama ili pravnim interesima pravnih ili fizičkih lica iz oblasti visokog obrazovanja (visokoškolskih ustanova, nastavnika, studenata ili diplomiranih studenata) i to neposrednom primenom posebnih pravnih propisa iz oblasti visokog obrazovanja, a organi koji su nadležni su tela ili ustanove u oblasti visokog obrazovanja [7].

U odnosu na zakon o visokom obrazovanju, ZUP se primenjuje samo na pitanja koja nisu regulisana Zakonom o visokom obrazovanju, podzakonskim propisima i opštim aktima visokoškolskih ustanova.

Upravne stvari u visokom obrazovanju rešavaju organi (državne i nedržavne) uprave u čiji delokrug poslova spada visoko obrazovanje. To je Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (u daljem tekstu: Ministarstvo). Ministarstvo je nadležno za izdavanje, izmenu i oduzimanje dozvole za rad visokoškolskih ustanova, promenu naziva, sedišta i statusne promene visokoškolske ustanove, priznavanje stranih visokoškolskih isprava radi zapošljavanja (putem ENIC/NARIC centra) i oglašavanje diplome i dodatka diplomi nastavim ukoliko je izdata od neovlašćene organizacije. Osim rešavanja u upravnim stvarima, Ministarstvo je nadležno za vršenje upravnog nadzora nad radom visokoškolskih ustanova (član 135 Zakona) [8].

Osim Ministarstva za rešavanje upravnih stvari u visokom obrazovanju nadležne su i organi i tela kojima je povereno vršenje javnih ovlašćenja, kao što je Komisija za akreditaciju i Nacionalno akreditaciono telo.

Na kraju, u rešavanju upravnih stvari u visokom obrazovanju nadležne su i visokoškolske ustanove. Visokoškolske ustanove u vršenju javnih ovlašćenja postupaju u skladu sa Zakonom o visokom obrazovanju (lex specialis), a na pitanja koja nisu regulisana ovim zakonom primenjuju opšte propise o upravnom postupku, tj. Zakon o opštem upravnom postupku. S obzirom da su visokoškolske ustanove imao javnih ovlašćenja dužne su da primenjuju i odredbe Zakona o državnoj upravi Republike Srbije koje se odnose na imaoce javnih ovlašćenja.

Kod svih upravnih stvari u visokom obrazovanju primenjuju se odredbe Zakona o opštem upravnom postupku koje se odnose na prijem podnesaka (razumljivost, postupanje u slučaju da organ nije nadležan, potvrda prijema podneska), izuzeće, pravo na žalbu.

Upravne stvari iz visokog obrazovanja rešavaju se upravnim postupcima koji su po pravilu jednostranački jer se u postupku pojavljuje samo jedna stranka i to ona po čijem je zahtevu pokrenut postupak, odnosno o čijim se pravima, obavezama i pravnim interesima rešava u postupku pokrenutom po službenoj dužnosti.

Izuzetak predstavlja jedino postupak sticanja zvanja nastavnika i saradnika koji se pokreće raspisivanjem konkursa za zasnivanje radnog odnosa i sticanje zvanja za uže oblasti utvrđene opšti aktom visokoškolske ustanove, s obzirom na mogućnost da se konkurs može javiti više kandidata koji ispunjavaju uslove konkursa.

Ono što je karakteristično za upravnu stvar u visokom obrazovanju je da u rešavanju upravne stvari učestvuju dva ili više organa, odnosno za rešavanje upravne stvari je potrebna saglasnost, mišljenje, potvrda ili odobrenje drugog organa, što je npr. slučaj kod izdavanja dozvole za rad visokoškolske ustanove, gde Nacionalno akreditaciono telo sačinjava izveštaj o ispunjenosti standarda za početnu akreditaciju visokoškolske ustanove i studijskih programa sa preporukom za izdavanje dozvole za rad, odnosno odbijanja zahteva za izdavanje dozvole za rad [10].

### 3. NOVINE U ZAKONU O OPŠTEM UPRAVNOM POSTUPKU

Upravni postupci koji se vode u visokom obrazovanju su brojni i različiti. U osnovnom obimu su regulisani zakonom o visokom obrazovanju, a detaljnije podzakonskim propisima i opštim aktima visokoškolskih ustanova. Kada nešto nije regulisano ovim propisima, primenjuje se Zakon o opštem upravnom postupku.

Novi Zakon o opštem upravnom postupku („Službeni Glasnik RS“, broj 18/2016) donet 29. februara 2016. godine stupio je na snagu 9. marta 2016. godine. Zakon se primenjuje od 1. jula 2017. godine, osim određenih odredaba koje počinju da se primenjuju istekom 90 dana od dana stupanja na snagu ovog zakona, odnosno od 7. juna 2016. godine [9].

Prilikom donošenja ovog Zakona zakonodavac je želeo da modernizuje upravni postupak i učini ga jednostavnijim. Želeo je da se da se javna uprava približi građanima, pružajući im usluge u skladu sa potrebama, kvalitetno i efikasno jačajući pravnu sigurnost

Izvršeno je jezičko pojednostavljenje pri formulaciji normi ZUP-a sa ciljem lakšeg razumevanja i bolje primene zakona.

Posle donošenja ZUP-a doneta je i odluka o obrazovanju Koordinacionog tela za usklađivanje posebnih zakona sa ZUP-om Odluka je objavljena u „Službenom glasniku RS“, br. 82/2016 od 7.10.2016. godine, a stupila je na snagu 15.10.2016.

Članovi ovog tela imaju zadatak da je da proceni usklađenost odredaba posebnih zakona, kojima su uređena pojedina pitanja upravnog postupka u pojedinim upravnim oblastima sa odredbama Zakona o opštem upravnom postupku i koje je potrebno uskladiti do 1. juna 2018. godine, a naročito da 1) utvrdi kriterijume za određivanje posebnih zakona čije je usklađivanje prioritarno potrebno;

1. usvoji plan rada na usklađivanju posebnih zakona;
2. prati proces usklađivanja i daje smernice za rad;
3. usvaja izveštaj o radu;
4. obavlja druge poslove neophodne za rad na praćenju usklađivanja zakona sa Zakonom o opštem upravnom postupku [10-15].

Imajući to u vidu jasno je da je potrebno uskladiti propise kojima je regulisana upravna materija u visokom obrazovanju sa novim Zakonom o opštem upravnom postupku.

Na žalost u Koordinacionom telu za usklađivanje posebnih zakona sa ZUP-om nema predstavnika visokog obrazovanja iako se u visokom obrazovanju pružaju usluge od opšteg interesa. Neke od novina na koje treba obratiti pažnju prilikom usklađivanja propisa visokog obrazovanja u upravnoj oblasti:

U prethodnom ZUP bilo je propisano da odredbe posebnog zakona moraju biti u skladu sa osnovnim načelima ZUP-a. Novi ZUP predviđa da pojedina pitanja upravnog postupka mogu posebnim zakonom da se urede samo ukoliko je to u pojedinim upravnim oblastima neophodno i samo ako se time ne smanjuje nivo zaštite prava i pravnih interesa stranaka zajemčenih ZUP-om. Znači regulisanje pojedinih upravnih oblasti posebnim zakonom predstavlja izuzetak i mora zadržati nivo zaštite stranaka propisanih ZUP-om.

Jedna od novina u novom ZUP-u je načelo zakonitosti ti i predvidivosti. Naime, organ koji sprovodi upravne radnje je sada, osim zakonitog postupanja, u obavezi i da postupa predvidljivo. To znači da, kada postupa u upravnim stvarima, postupa u skladu sa ranijim odlukama u istim ili sličnim upravnim stvarima. Ukoliko postoje opravdani razlozi da se u konkretnom slučaju odstupa od ranije prakse, to mora biti obrazloženo.

Upravni postupak se vodi bez odugovlačenja i uz što manje troškova po stranku i drugog učesnika u postupku, ali tako da se izvedu svi dokazi potrebni za pravilno i potpuno utvrđivanje činjeničnog stanja.

Novim ZUP-om propisana je prekršajna odgovornost rukovodioca organa koji vodi službenu evidenciju, a ne dostavi blagovremeno tražene podatke organu uprave. Naime, ovlašćeno službeno lice, koje po službenoj dužnosti, ne izvrši uvid u podatke o činjenicama neophodnim za odlučivanje o kojima se vodi službena evidencija, ne zatraži ih radi pribavljanja i ne obradi, odnosno koje na zahtev organa koji vodi postupak besplatno ne ustupi podatke o kojima se vodi službena evidencija u roku od 15 dana ili drugom roku određenom zakonom kazniće se novčanom kaznom od 5.000 dinara do 50.000 dinara.

Zanimljive su nove i odredbe o obaveštavanju. One uvode nove načine komunikacije između organa i stranke. Novina vezana za opštenje između organa i stranke jeste da opštenje u pisanom obliku obuhvata osim opštenja u papirnom obliku (putem pošte/dostavljanjem) i opštenje elektronskim putem. (Član 56. i 57 ZUP-a).

Dostavljanje, kao vid obaveštavanja, vrši se 1) lično - odredbe su izmenjene i precizirane u odnosu na stari zakonski tekst; 2) posredno ili 3) javno – objavljivanjem pismena na veb prezentaciji, oglasnoj tabli organa, kao i u službenom glasilu, dnevnim novinama, ili na drugi pogodan način, pri čemu je mogućnost javnog dostavljanja ograničena zakonom. Naime, javno dostavljanje se vrši: 1) kada ni jedan drugi način dostavljanja nije moguć; 2) ako se dostavlja rešenje koje se tiče većeg broja lica koja nisu poznata organu; 3) ako dostavljanje na drugi način nije bilo moguće ili odgovarajuće; 4) kao i u drugim slučajevima određenim zakonom. (član 72.-78.)

Stranka elektronskim putem opšti sa organom samo ako se prethodno sa tim saglasi ili ako je to posebnim propisom određeno. Organ treba da objavi na svojoj veb stranici obaveštenja o mogućnosti elektronskog opštenja između organa i stranke, o tome da se organu podnose elektronska dokumenta i da organ upućuje stranci elektronska dokumenta, kao i o načinu na koji to čini. Novim ZUP-om (članovima 147-149) uveden je prigovor kao novo pravno sredstvo. Ovo pravno sredstvo može se izjaviti zbog neispunjenja obaveza iz upravnog ugovora, preduzimanja ili nepreduzimanja upravne radnje i načina pružanja javnih usluga, ali isključivo ako u konkretnom slučaju podnosilac prigovora ne raspolaže nekim drugim pravnim sredstvom Protiv odluke o prigovoru može se izjaviti žalba u upravnom postupku ili tužba u upravnom sporu, u zavisnosti od organa koji je odlučivao po prigovoru.

Prigovor se izjavljuje u roku od:

1. 60 dana od propuštanja organa da ispuni obavezu iz upravnog ugovora;

2. 15 dana od preduzimanja upravne radnje ili od propuštanja da se upravna radnja preduzme;
3. 15 dana od kada se javna usluga ne pruža tako da obezbedi uredno i kvalitetno, pod jednakim uslovima, ostvarivanje prava i zadovoljavanje potreba korisnika.

Na ovaj način stranka ima pravnu zaštitu u slučaju postupanja koja ne predstavljaju upravni akt. Prigovor se podnosi organu koji je vršio upravno postupanje. Kada je u pitanju žalba kao redovno pravno sredstvo, uvedena je obaveza za prvostepeni organ da u toku postupka po žalbi drugostepenom organu pošalje uz žalbu, i svoj odgovor na žalbu.

U određenim slučajevima, žalba se ne predaje prvostepenom, već drugostepenom organu, i to:

- 1) u slučaju "ćutanja uprave";
- 2) protiv rešenja kojim je žalba odbačena;
- 3) protiv rešenja kojim se poništava pobijano rešenje;
- 4) protiv rešenja kojim prvostepeni organ udovoljava žalbenom zahtevu.

Kod „ćutanja uprave“ uveden je rok za podnošenje žalbe, koji iznosi godinu dana od isteka roka za izdavanje rešenja, posle čega se smatra da je postupak okončan i da se žalba ne može podneti.

Još jedna novina kod „ćutanja uprave“ ogleda se u situaciji u kojoj prvostepeni organ ni nakon izjavljene žalbe zbog neizdavanja rešenja u zakonom određenom roku, usled koje je usledio nalog drugostepenog organa, prvostepeni organ ne izda rešenje u roku od 15 dana. U tom slučaju drugostepeni organ će sam odlučiti o upravnoj stvari.

Sredstva vanredne upravne kontrole su - 1) menjanje i poništavanje rešenja u vezi sa upravnim sporom; 2) ponavljanje postupka; 3) poništavanje konačnog rešenja; 4) ukidanje rešenja i poništavanje; 5) ukidanje ili menjanje pravnosnažnog rešenja po preporuci Zaštitnika građana ovim ZUP-om je Zaštitniku građana dato ovlašćenje da pod zakonom utvrđenim uslovima predloži ukidanje, poništavanje, ukidanje ili menjanje pravnosnažnog rešenja radi njegovog usklađivanja sa zakonom, ako stranka o čijim je pravima i obavezama odlučeno, kao i protivna stranka, na to pristanu i ako se time ne vredi interes trećeg lica.)

Preporuka Zaštitnika građana nije obavezujuća ali olakšava organu postupanje po preporuci. Iz istog razloga, poništavanje, ukidanje ili menjanje rešenja na predlog Zaštitnika građana nije ograničeno rokom

#### 4. ZAKLJUČAK

Novine u ZUP-u olakšavaju procedure i vode do jednostavnijeg i bržeg rešavanja upravno-pravnih odnosa. Nova rešenja i postupanje po njima doprinose pravnoj sigurnosti stranke u upravnom postupku, predvidljivosti ishoda postupka odnosno izvesnosti.

S obzirom da je jedan od imperativa u oblasti viskog obrazovanja podizanje kvaliteta visokog obrazovanja i usklađivanje sa evropskim zakonodavstvom u visokom obrazovanju važno je usvojiti rešenja iz novog ZUP-a i uskladiti propise sa njima kako bi se administrativne stvari u visokom obrazovanju rešavale brže, efikasnije, kvalitetnije.

## LITERATURA

- [1] P. Dimitrijević, *Upravno pravo, procesni deo*, Niš, 2012.
- [2] Đ. Blažić, *Upravno pravo*, Podgorica, 2008.
- [3] B. Majstorović, *Komentar Zakona o opštem upravnom postupku*, Beograd, 1977.
- [4] Zakon o akreditaciji, „Službeni glasnik RS,“ br. 73/10, 43/15.
- [5] Pravilnik o standardima i postupku za akreditaciju visokoškolskih ustanova i studijskih programa, „Službeni glasnik RS,“ br. 88/17. Pravilnik o sadržaju dozvole za rad, „Službeni glasnik RS,“ br. 21/06. Pravilnik o standardima i postupku za spoljašnju proveru kvaliteta visokoškolskih ustanova, „Službeni glasnik RS,“ br. 88/17. Pravilnik o sadržaju javnih isprava koje izdaje visokoškolska ustanova, „Službeni glasnik RS,“ br. 40/09 i 69/11. Pravilnik o proveri ispunjenja obaveza samostalne visokoškolske ustanove i visokoškolske jedinice u njenom sastavu u pogledu kvaliteta, „Službeni glasnik RS,“ br. 112/06.
- [6] Pravilnik o sadržaju i načinu vođenja evidencije koju vodi visokoškolska ustanova, „Službeni glasnik RS,“ br. 21/06.
- [7] Zakon o visokom obrazovanju, „Službeni glasnik RS,“ br. 88/17.
- [8] Konvencija o priznavanju kvalifikacija u visokom obrazovanju u evropskom regionu, Lisabon, 11. april 1997. godine – Lisabonska konvencija, Zakon o ratifikaciji Konvencije o priznavanju kvalifikacija iz oblasti visokog obrazovanja u Evropskom regionu, Lisabon, 11. april 1997.
- [9] Zakon o opštem upravnom postupku, „Službeni glasnik RS,“ br. 18/16, Zakon o opštem upravnom postupku, „Službeni glasnik RS,“ br. 33/97, 31/01 i 30/10.
- [10] Pravilnik o standardima za početnu akreditaciju visokoškolskih ustanova i studijskih programa, „Službeni glasnik RS,“ br. 88/17.
- [11] Odluka o obrazovanju Koordinacionog tela za uskladjivanje posebnih zakona sa Zakonom o opštem upravnom postupku, „Službeni glasnik RS,“ br. 82/16.
- [12] [www.pravniportal.com/sta-donosi-novi-zakon-o-opstem-upravnom](http://www.pravniportal.com/sta-donosi-novi-zakon-o-opstem-upravnom)
- [13] [www.pravniportal.com/novi-zakon-o-opstem-upravnom-postupku-2](http://www.pravniportal.com/novi-zakon-o-opstem-upravnom-postupku-2)
- [14] [www.profisistem.com/.../zakon\\_o\\_opstem\\_upravnom\\_p\\_ostupku](http://www.profisistem.com/.../zakon_o_opstem_upravnom_p_ostupku)
- [15] <https://www.geciclaw.com/.../novi-zakon-o-opstem-upravnom-post>.

**CENTRI ZA RAZVOJ KARIJERE U SISTEMU VISOKOG OBRAZOVANJA  
REPUBLIKE SRBIJE****CENTERS FOR CAREER DEVELOPMENT IN THE HIGHER EDUCATION SYSTEM  
OF THE REPUBLIC OF SERBIA**

Nevena Nedeljković, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*

**Sadržaj** - Naše društvo se nalazi u procesu tranzicije. Kao takvo, naše društvo zahteva različite vrste učenja koje vode ka zapošljavanju. Problem nezaposlenosti je ključni problem i prepreka razvoju svakog društva i države. U ovom bje predstavlja concept rada centara za razvoj karijere u Republici Srbiji u nutar sistema viskog obrazovanja uz naglasak na njihove aktivnosti kao i neke organizacione probleme.

**Ključne reči:** Karijerno vodjenje. Karijerno savetovanje. Centri. Aktivnosti. Tržište rada.

**Abstract** - Our society is in the process of transition. As such, our society requires different kinds of learning leading to employment. The unemployment problem is a key problem and an obstacle to the development of every society and the state. In this scenario, the concept of the work of the scouting centers in Re-public Sribi in a comprehensive system of higher education with an emphasis on their activities as well as some organizational problems.

**Key words:** Career guidance. Career counseling. Centers. Activities. Labor market.

**1. UVOD**

U Republici Srbiji u sklopu njenog pristupanja Evropskoj Uniji, pažnja se posvećuje, uvođenju velikog broja propisa i strategije, Sve ove strategije su približno usaglašene sa evropskim zakonodavstvom i imaju za cilj da uredi i unapredi stanje u gotvo svim obalstima našeg života. Postoje stregije čiji sadržaji regulišu više oblasti u isto vreme. Jedna od takvih jeste i stregija karijernog vođenja i savetovanja u Republici Srbiji. Ova stregija svojim sadržajem u njavećoj meri pokriva oblast zapošljavana i obrazovanja kao i Akcionog plana za sprovođenje Nacionalne strategije za mlade. Ova strategija stvara uslove za uspostavljanje sistema karijernog vođenje i savetovanja, opis stanja, aktivnosti, pravce modernizacije I usavršavanja sturčng obrazovanja I obuke, obrazovanja odraslih i reformskih procesa u oblasti zapošljavanja. Ova strategija je direktno proizašla iz Nacionalne strategije zapošljavanja Srbije, Strategije razvoja stručnog obrazovanja u Republici Srbiji, Strategije obrazovanja odraslih i Nacionalne strategije za mlade i Akcionog plana za sprovođenje Nacionalne strategije za mlade za period 2009-2014.godine, koje je usvojila Vlada Republike Srbije. Strategija predstavlja rezultat ciljeva definisanih u strateškim dokumentima koje je donela Vlada: Nacionalna strategija Srbije za pristupanje Evropskoj uniji, Strategija za smanjenje siromaštva, Nacionalna strategija zapošljavanja, Nacionalni plan akcije za decu, Nacionalna strategija privrednog razvoja Republike Srbije. Strategija je uvažila sve programske i strateške dokumente koji su bili osnova za reformske procese u oblasti srednjeg stručnog obrazovanja u Republici Srbiji [1].

**2. SAVREMENI EKONOMSKI KONTEKST OBRAZOVANJA I ZAPOSŁJAVANJA**

Naše društvo se nalazi u procesu tranzicije. Kao takvo, naše društvo zahteva različite vrste učenja koje vode ka zapošljavanju. Po definiciji, učenje za zapošljavanje znači razvoj sposobnosti da se pronađe, sačuva i promeni posao ili da se omogućavaju mobilnost radnika na tržištu rada i njihovu prilagodnje na promene u tehnologijama i u novim formama organizacije rada [2].

Ako se gleda sa stanovišta potrebe radnika, učenje za zapošljavanje znači ostvarivanje principa celozivotnog učenja i individualno postizanje kompetencija koje jačaju mobilnost i sigurnost posla. Ako se gledaju potrebe poslodavaca, pomenute veštine znače da radnici u stanju da odgovore na promene modern zahteve u pogledu radnih operacija, i jačaju kapacitete preduzeća a samim tim i njihov razvoj. Ako se gleda država, pomenute veštine, vode ka kreiranju radne snage koja ima adaptivne sposobnosti što je u skladu sa zahtevima tržišta rada. Promene u ekonomskom okruženju, potrebe privrede i trendovi u razvoju novih tehnologija traže obrazovane i osposobljene pojedince i naciju u celini. Ovakva zahtev je tipičan zahtev za svaku državu I svako društvo u ovom trenutku [1, 2].

Prema analizama na tržištu rada poslodavci i lideri žele zaposlene koji će kontinuirano osavremenjavati i dalje usavršavati svoje veštine i koji će efektivno komunicirati i raditi samostalno. Odnosno, novoj privredi potrebni su pojedinci koji poseduju široki rang veština visokog nivoa i sposobnosti,



kao što su kritičko mišljenje, rešavanje problema, timski rad i veštine donošenja odluka, jer je svet u kome živi današnji čovek sofisticiran i višeznačan. Ljudi treba da imaju veštine visokog nivoa da bi delovali, odgovarali, učili dalje i reagovali na različite promene. Uspešnost svake profesije i svakog pojedinca u velikoj meri će zavisiti od njegove sposobnosti da misli, čini, adaptira se i komunicira kreativno. U tim uslovima posebno mesto zauzima tehnologija, jer će u budućnosti ona nastaviti da bude glavna snaga na radnim mestima, u zajednici i u pojedinačnim životima. Za sve pojedince neophodno je da razumeju kako da koriste multimedijalne alate i savremene tehnologije. Ovi alati omogućavaju ljudima da efektivno i kvalitetno koriste svoje vreme na radu i u ostalim svakodnevnim aktivnostima i to za set poslova kao što su: elektronsko poslovanje, multimedijalni programi, prezentovanje, priprema i procesiranje baza podataka za istraživanja, umrežavanje i komunikacija sa drugima. S obzirom na takve procene analitičara i teoretičara postavlja se i pitanje kako obrazovne ustanove da razviju ili još bolje usavrše odgovarajuće veštine i znanja kod učenika i studenata [2].

Problem nezaposlenosti je ključni problem i prepreka razvoju svakog društva i države. To je istovremeno i "meeting point" gde je potreba za saradnjom između obrazovanja i tržišta rada najdirektnija i najvidljivija.

### 3. KONCEPT KARIJERNOG VOĐENJA I SAVETOVANJA

Potreba za izradom ove strategije leži u činjenici da je u postojećem obrazovnom sistemu ova važna funkcija, potpuno marginalizovana, a njen značaj neshvaćen [3].

Praksa u razvijenom svetu jasno ukazuje na potrebu postojanja jake mreže savetovaništa za karijerno vođenje i savetovanje. Ove mreže pored toga što su posvećene mladima (učenicima i studentima) koji su u procesu školovanja, namenjene su i odraslima. Na osnovu primera dobre prakse zaključuje se, da su najefikasnija usklađena delovanja i saradnja ovih savetovaništa kada su ona u okrilju obrazovnog sistema, u institucijama tržišta rada, lokalnim kancelarijama za mlade i u neprofitnom sektoru.

Generalno, za Republiku Srbiju je karijerno vođenje i savetovanje novina. U sistemu srednjeg obrazovanja ono je, može se reći samo „na papiru“. Razlog jeste taj, što se ono u svojoj biti ne uklapa u tradicionalni sistem odnosa između obrazovanja i tržišta rada. Ako se osvrenemo na moderan pristup na tržištu rada kojim podrazumeva karijeru kao promenljivu kategoriju, koja se brzo i lako menja zbog promena u interesovanjima, sposobnostima i vrednostima zaposlenog, tako i zbog promena u radnom okruženju, razlozi za uvođenje centara za karijerno vođenje i savetovanje su očigledni [3].

Po definiciji promenljiva karijera se od tradicionalne razlikuje u nekoliko elemenata [4]:

- 1) cilj karijere nije samo unapređenje i povećanje zarade, već psihološki uspeh, tj. osećanje zadovoljstva zbog mogućnosti ostvarenja životnih ciljeva pojedinaca, kako privatno, tako i profesionalno;
- 2) očekivanja koja poslodavci i zaposleni imaju jedni od drugih su više partnerska, jer se njihovi ciljevi u većoj meri

poklapaju. Sigurnost posla je dinamička, a ne statička kategorija, u kojoj zaposleni i poslodavac koriste mogućnosti za stalno profesionalno usavršavanje i unapređenje uslova rada;

- 3) mobilnost unutar organizacije je ne samo vertikalna nego i lateralna;
- 4) odgovornost za karijeru zaposlenog ne snosi samo poslodavac, već i sam zaposlen;
- 5) karijera postaje fleksibilnija i promenljivija, a u zavisnosti je od spremnosti, sposobnosti, znanja i veština svakog zaposlenog pojedinca;
- 6) razvoj zaposlenih dobija drugačije karakteristike oslanjajući se ne samo na obrazovne programe, već i na radna iskustva pojedinaca.

U okviru takvog shvatanja karijere i sam proces karijernog vođenja i savetovanja predstavlja:

- sistemsku inovaciju - jer se kroz ovaj proces škola približava socijalnim partnerima i okreće obrazovanju zasnovanom na ishodima;
- institucionalnu inovaciju - jer bitno može da utiče na organizaciju i položaj obrazovne ustanove u lokalnoj sredini, ali i da promeni način upravljanja obrazovnom institucijom, i to kroz nove oblike rada i finansiranja;
- kurikularnu inovaciju - uvođenjem kroz određene predmetne sadržaje ili uvođenje samog predmeta koji se odnosi na karijerno vođenje;
- individualnu inovaciju - kao inovacija jednog ili grupe nastavnika u srednjoj stručnoj školi i karijernog vođenja i savetovanja jednog broja učenika.

Među brojnim novinama koje donosi sistem karijernog vođenja i savetovanja na prvom mestu se izdvaja, veća orijentacija obrazovanja na poslove koje treba da obavljaju učenici i studenti kada se zaposle. Ovo zahteva obrazovanje zasnovano na ishodima kao osnovnoj komponenti vrednovanja na tržištu rada i u privredi. Samim tim Ovo ukazuje na velike promene kako unutar samog sistema, tako i unutar pojedinih njegovih delova [4].

Razvoj sistema karijernog vođenja i savetovanja utiče na sve činioce, aktere i faktore unutar sistema obrazovanja i doprinosi razvoju i reformisanju ukupnog sistema obrazovanja.

Upravljanje karijernim vođenjem i savetovanjem je jedna od važnih komponenti u ukupnom regionalnom razvoju. Ulaganje u karijeru je ne samo individualna obaveza već i investiranje u lokalnu zajednicu, regionalni razvoj i ukupni državni ekonomski napredak [5].

### 4. ORGANIZACIJA SISTEMA KARIJERNOG VOĐENJA I SAVETOVANJA

Kada se govori o sistemu karijernog vođenja i savetovanja podrazumeva se da on predstavlja jedinstveni sistem koji se ostvaruje u sferama obrazovanja i zapošljavanja i počiva na zajedničkim standardima.

Unutar sistema obrazovanja, sistem karijernog vođenja i savetovanja ostvaruje se u osnovnim i srednjim školama, visokoškolskim ustanovama i drugim ustanovama koje se bave obrazovanjem po vanškolskim propisima.

Ove tvrdnje su ugradjenje u sve zakone koji pokrivaju ove oblasti. Bez obzira na to u kojoj oblasti se obrazuje i radi karijerni centar (obrazovanje ili zapošljavanje), njegov rad se temelji na zajedničkim standardima. Standardi se definišu i utvrđuju posebnim Nacionalnim programom karijernog vođenja i savetovanja.

Danas su poznati sledeći organizacioni oblici snetara z akarijerno vođenju savetovanja u oblasti obrazovanja i zapošljavanja kao što su:

- karijerni centri u okviru osnovnih ili srednjih škola;
- karijerni centri u visokoškolskim ustanovama;
- karijerni centri na nivou univerziteta;
- karijerni centri ili službe u okviru ustanova i udruženja koja se bave neformalnim obrazovanjem;
- karijerni centri ili službe u okviru ustanova i institucija koje se bave osposobljavanjem i obukama u okviru neformalnog obrazovanja;
- karijerni centri za obrazovanje odraslih u okviru centara za obrazovanje odraslih i regionalnih centara za obrazovanje i obuku odraslih;
- različiti zajednički centri za karijerno vođenje i savetovanje mladih i odraslih u obrazovnim ustanovama na nivou lokalne zajednice;
- karijerni centri u okviru kancelarija za mlade;
- različiti tipovi servisa za karijerno vođenje i savetovanje odraslih - zaposlenih i nezaposlenih lica u okviru privrednih društava;
- centri za informisanje i profesionalno savetovanje u okviru filijala Nacionalne službe za zapošljavanje [4, 5].

## 5. KARIJERNO VOĐENJE I SAVETOVANJE U VISOKOM OBRAZOVANJU U REPUBLICI SRBIJI

U Visokom obrazovanju u Republici Srbiji, karijerno savetovanje je smešteno uglavnom u okviru Univerziteta kao posebne organizacione jedinice. Analizirajući dostupne informacije o njihovim aktivnostima, može se istaći da svi centri imaju zajedničke sledeće ciljeve, a to su:

- Obezbeđivanje funkcionisanog sistema podrške studentima i diplomcima u razvoju znanja i veština koje će im biti od značaja pri zapošljavanju ili nastavku obrazovanja.
- Povećanje procenta studenata i diplomaca koji su stekli relevantno radno iskustvo tokom studiranja ili ubrzo nakon diplomiranja.
- Ostvarivanje saradnje sa svim fakultetima unutar univerziteta i jačanje integrativne uloge Univerziteta.
- Promocija studenata i diplomaca Univerziteta kao budućih stručnjaka u različitim oblastima rada [6].

Svi centri na neki način imaju, baze podataka i portale na kojim su registrovane kompanije mogu da oglase slobodno radno mesto, stručnu praksu ili honorarni posao. Takođe, pruža se i mogućnost registrovanim kompanijama da koriste usluge predselekcije kandidata za oglašene pozicije. Što se tiče program realizacije sturne orakse, registrovane kompanijemogu u saradnji sa centrom i fakultetima da koncipiraju program prakse. Zatim u mogućnosti su da na sajtu Centra postave svoj profil, postavljaju komentar kao i da zakažu gostovanje u Centru.

Ove aktivnosti imaju za cilj da upotpune ostale aktivnosti karijernog vođenja i savetovanja, gde se na prvom mestu misli na stvaranje prilika za sticanje praktičnog iskustva, razvijanje

znanja i veština kroz učenje uz rad. Takođe, ove grupe aktivnosti dopunjuju i proširuju aktivnosti karijernog informisanja.

Većina ovih aktivnosti može posmatrati kroz izradu i realizaciju programa praksi za studente i diplomce u saradnji sa poslodavcima iz privatnog i javnog sektora. Program prakse ima za cilj sticanje radnog iskustva, upoznavanje sa radnim okruženjem i razvoj stručnih znanja i veština važnih za obavljanje određenih poslova, kao i sticanje i razvoj opštih profesionalnih, tzv. prenosivih veština neophodnih u poslovnom okruženju. Zatim ovde spadaju i aktivnosti koje se odnose na posete kompanijama i drugim poslodavcima, institucijama, organizacijama sa ciljem upoznavanja sa određenim oblastima rada, zanimanjima, pozicijama itd.

Prezentacije kompanija i njihovih programa stipendiranja, praksi, volontiranja ili posebnih programa treninga i obuka koje sprovode, predstavljaju bitan segment aktivnosti ovih centara. Tu su i organizacije sajmova praksi i poslova koji omogućavaju pojedincima da se informišu, stupe u neposredan kontakt sa budućim poslodavcima, umreže se, kao i panel diskusije koje okupljaju zainteresovane predstavnike kompanija, studenata i fakulteta na jednom mestu.

Kada je reč o karijernom savetovanju, tu treba istaći da se ono pre svega, odnosi na proces pružanja pomoći pojedincu ili grupama koji ima za cilj bolje razumevanje vlastitih potreba i interesovanja, prepoznavanje mogućnosti i olakšavanje karijernih dilema razvijajući svest o novim, drugačijim, perspektivama u odgoaranju na profesionalne izazove.

Karijerno savetovanje, ima za cilj da doprinese razvijanju svesti o neophodnim veštinama za aktivno upravljanje karijerom. Savetovanje je u najvećoj meri usmereno na individualni plan i vođeno je specifičnim potrebama pojedinaca. Važno je naglasiti da je savetovanje nedirektivnog karaktera što znači da ne pruža gotova rešenja i predloge, već podstiče pojedince da preuzmu odgovornost i inicijativu za odluke koje donose i akcije koje preduzimaju u razvoju svoje karijere. Savetovanje sprovode karijerni savetnici koji su prošli adekvatnu obuku, odnosno ovladali veštinama potrebnim za vođenje savetovanja [6].

Karijerno informisanje predstavlja bitan element i preduslov za uspešno ostvarivanje postavljenih ciljeva centara. Ova oblast podrazumeva:

- informisanje o aktuelnim poslovima, praksama i volontiranju
- informisanje o prilikama za neformalno obrazovanje (usavršavanje, kursevi, predavanja, radionice i seminari)
- informisanje o različitim profesijama
- pružanje informacija o poslodavcima i profilima koji zapošljavaju i potrebnim kvalifikacijama i kompetencijama
- informisanje o studijskim programima, uslovima za upis i karijernim mogućnostima nakon studija;
- informisanje o mogućnostima za nastavak studija
- upućivanje na različite resurse\* i izvore informisanja o karijernim mogućnostima (\*sajtovi, portal, informatori, brošure)
- informisanje o uslugama karijernog savetovanja
- informisanje o programima i drugim aktivnostima karijernog obrazovanja
- informisanje o aktivnostima povezivanja sa poslovnom zajednicom.

Savetodavni rad u okviru analiziranih cenatara obično obuhvata na prvom mestu pomoć u kreiranju ličnog karijernog plana, određivanje profesionalnih ciljeva i koraka koji vode njima. Tu spada i aktivno traženje posla/prakse i drugih prilika za sticanje radnog iskustva. Zatim, donošenje odluka u vezi sa karijerom - zaposlenjem, nastavkom studija, neformalnim obrazovanjem i sl [4,5].

Problemi u studiranju i učenju, problemi sa motivacijom (ovladavanje efikasnim tehnikama učenja, upravljanja vremenom i samomotivacije, predstavlja jedan od ozbiljnih problema s akomjim se studentni sreću naročito n apoletnim oidnama studija, Stoga je ova oblast od posebnog značaja unutar rada. Istraživanje profesionalnih interesovanja, potreba, sposobnosti i mogućnosti, zatim, pomoć pri sastavljanju radne biografije, motivacionog pisma i prijava za posao, priprema za razgovor za posao, simulacija razgovora za posao; programi mobilnosti, konkurisanje za stipendiju samo sun eke od bitnih aktivnosti rada centara u oblasti savetovanja [5, 6].

Aktivnosti centara u oblasti karijernog obrazovanje koje ima značajnu ulogu u kontekstu visokog obrazovanja i predstavlja značajan faktor koji omogućava studentima uspeh na tržištu rada. U okviru ovih aktivnosti, diplomcima se omogućava da se sretnu sa kompetitivnim okruženjem i procesima selekcije, dinamičnim uslovima razvoja karijere i zahtevima za kontinuiranim obrazovanjem. Cilj karijernog obrazovanja je da osposobi studente i diplomce da odgovore na ove izazove i postanu celoživotni menadžeri svoje karijere. Jedan od centralnih pojmova u okviru karijernog obrazovanja su veštine upravljanja karijerom. Veštine upravljanja karijerom igraju ključnu ulogu u osnaživanju ljudi da preuzmu aktivnu ulogu u oblikovanju u usmeravanju sopstvenog procesa učenja i karijernih puteva [5, 6].

Na žalost, za strukovno obrazovanje u Republici Srbiji, ne postoje informacije o postojanju centara za karijerno vođenje i upravljanje.

## 6. ZAKLJUČAK

Na osnovu iznetog u ovom radu zaključuje se da je za Republiku Srbiju karijerno vođenje i savetovanje i dalje „novina“. U sistemu srednjeg obrazovanja ono postoji, može se reći samo „na papiru“. Razlog jeste taj, što se ono u svojoj biti ne uklapa u tradicionalni sistem odnosa između obrazovanja i tržišta rada. Centri za razvoj karijere u okviru visokog obrazovanju postoje pri univerzitetima i njihova aktivnost postaje sve vidljivija. Na žalost za strukovno obrazovanje u Republici Srbiji, ne postoje informacije o postojanju centara za karijerno vođenje i savetovanje. Radi ukupne koordinacije i razvoja sistema karijernog vođenja i savetovanja potrebno je u konitnuitetur aditi na stvaranju uslova da se obrazuje nacionalni resursni centar za karijerno vođenje i savetovanje koji bi koordinirao i brinuo o razvoju ukupnog sistema karijernog vođenja i predstavljao stalnu vezu između sfere obrazovanja i zapošljavanja u oblasti karijernog vođenja i savetovanja. U isto vreme, taj centar predstavljao bi sponu između karijernih centara, tržišta rada, poslodavaca i ministarstava odgovornih za funkcionisanje karijernog vođenja i savetovanja.

## LITERATURA

- [1] Strategija karijernog vođenja i savetovanja u Republici Srbiji Službeni Glasnik RS”, br. 55/05, 71/05-ispavka, 101/07 и 65/08).
- [2] Zakon o osnovama Sistema obrazovanja i vaspitanja u Republici Srbiji, „Sl. glasnik RS,“ br. 88/2017.
- [3] Zakon o Visokom Obrazovanju u Republici Srbiji, „Sl. glasnik RS,“ br. 88/2017.
- [4] Strategija razvoja obrazovanja u Srbiji od 2020, „Službeni Glasnik RS,“ бр. 107/2012 од 9.11.2012.
- [5] Career Guide to Industries, United States Department of Labor, 2010.
- [6] <http://www.razvojkarijere.bg.ac.rs/>



**STUDENSKI RADOVI OBJAVLJENI U TOKU KALENDARSKJE 2017. GOD.**

**THE INFLUENCE OF MUSICAL NOISE, TYPE MAJOR AND MINOR CHORD, TO THE INTELLIGIBILITY OF SPEECH IN SERBIAN LANGUAGE**

Dijana Kostić, Zoran Milivojević, Zoran Veličković  
*College of Applied Technical Sciences of Nis, Serbia*

Darko Brodić  
*University of Belgrade, Technical Faculty in Bor, Serbia*

<http://unitech.tugab.bg/docs/doc101.pdf>

**KONTROLA SENZORA ALARMNOG SISTEMA KORIŠĆENJEM SOFTVERSKOG PAKETA  
MATLAB**

Filip Stepanović, Dušan Stefanović, Slavimir Stošović  
Komunikacione tehnologije  
*Visoka tehnička škola strukovnih studija  
Niš, Srbija*

dusan.stefanovic@vtsnis.edu.rs, slavimir.stosovic@vtsnis.edu.rs

[http://yuinfo.org/wp-content/uploads/2017/10/YUINFO\\_2017\\_Zbornik\\_dopunjen.pdf](http://yuinfo.org/wp-content/uploads/2017/10/YUINFO_2017_Zbornik_dopunjen.pdf)

## THE INFLUENCE OF MUSICAL NOISE, TYPE MAJOR AND MINOR CHORD, TO THE INTELLIGIBILITY OF SPEECH IN SERBIAN LANGUAGE

**Dijana Kostić, Zoran Milivojević, Zoran Veličković**  
*College of Applied Technical Sciences of Nis, Serbia*

**Darko Brodić**  
*University of Belgrade, Technical Faculty in Bor, Serbia*

### Abstract

*The paper presents results of influence musical noise type major and minor chords, on the intelligibility of speech in Serbian language. First part of the paper describes experiment implemented on the test group, people with normal hearing. Material for testing was taken from Serbian Matrix Sentence Test, degraded with a chord, major or minor. Such generated speech signal, for values of parameter SNR = {0, -2, -5, -10} dB, was reproduced to the subject tested using the MOS test. Second part of paper present results in graphical and tabular form, and their analysis. Based on comparative analysis with Gaussian, Babble noise and the International Standard IEC 60268-16, it was brought the conclusion of the speech intelligibility.*

**Keywords:** *Musical noise, Matrix Sentences Test, Intelligibility, major, minor.*

### 1. INTRODUCTION

For the proposed to predict speech intelligibility in the presence of background noise it was developed numbers of measures.

Speech audiometric has a different kind of test of speech intelligibility. Testing normal hearing subject with the short sentence with fixed syntax structure, in quiet and noise, is the one of standard procedure across different language: Swedish [1], Spanish [2], Russian [3], Serbian [4]... The matrix sentence test has a big lead over Plomb sentence [5], because there are not predictable and every time sentence is a different (one of 100000). In this way one subject can be tested few times.

The measure of intelligibility is a Speech Intelligibility Index (SII), expressed in percentage in range from 0÷100%, where is 0% absolute unintelligibility and 100% absolute intelligibility. There are two methods which is use to determinate the Speech Intelligibility Index: objective and subjective.

An objective method involves assessment parameter: Articulation index (AI) [6], Speech

Transmission Index (STI) [7], Speech intelligibility index (SII) [6].

Subjective method use Mean Opinion Score (MOS) test, open and close type, where is the listener the measure of all intelligibility. Close type of MOS test have offer answer and tested subject choose one, which he think is right. This type of test is used for Modified Rhyme Test [8] and Diagnostic Rhyme Test [9]. Open MOS test is using for the testing with the phonetically balanced word, logatom (balanced word without meaning) [10], [11], and sentences (every day sentence [5] and matrix sentence [1] ÷ [4]). For this kind of test we must form test group from the appropriated subject. Test group can be formed from: people with impaired or people with undamaged hear.

Authors of this paper wanted to determinate does and how musical noise, as chord (major and minor) has the influence on the speech intelligibility. In this purpose it was implemented experiment from few steps: a). formed base of clean signal, b). base of musical noise and c) test group.



In the paper [12] results show intensive reaction nervous system 170ms after the onset of incoming signal. The induced gamma activity was significantly increased while listening to consonant chords as compared to dissonant chords.

## 2. EXPOSITION

The paper [12] presents the experiment in which registration of brain activity was performed in the conditions of listening to chords played on piano. Registering these activities was using electrode on head tested subject. This method is known as electroencephalogram – EEG. Brain waves that were analyzed occur at a high concentration stage in range from 30÷60 Hz. The experiment has shown that there is an intense brain reaction after the stimulated with a musical signal.

## 3. EXPERIMENTAL RESULTS AND ANALYSES

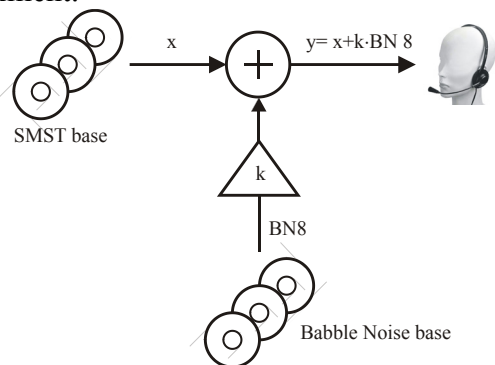
In this section in will be presented steps of experiment procedure, represented the results and given the analysis of results.

### 3.1. Experiment

In order to determine the impact of musical noise through chords of major and minor, interpreted on the piano and accordion, on the intelligibility of speech it was implemented experiment consisting of several stages was performed.

First the bases were formed: a). speech signal obtained with the help of the computer from the Serbian Matrix Sentence Test (SMST) database, b). base of the musical noise type major and minor chord and c) tested group.

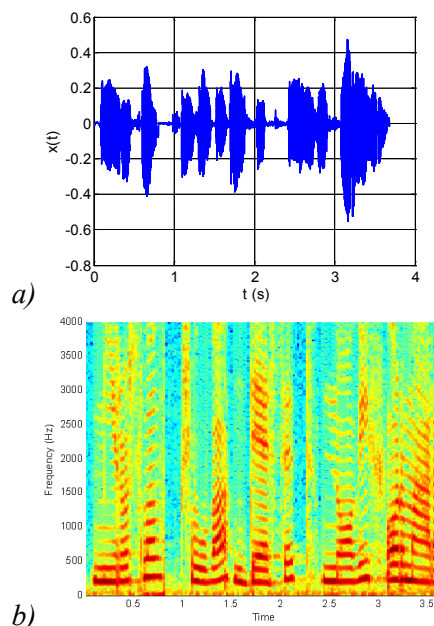
The Fig 1. are represented the model of the experiment.



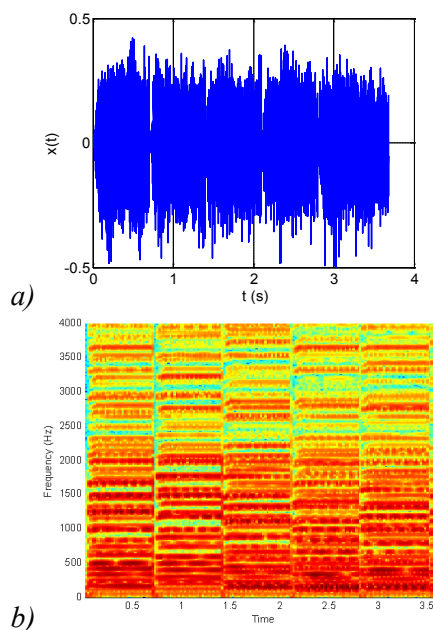
**Fig 1.** Model of experiment

Signal  $x$  represent speech signal generated from base Serbian Matrix Sentence Test. From the base of musical noise comes signal  $y$ . Generated speech signal with the noise  $z$  have a variable value of parameter SNR  $\{0,-2,-5,-10\}$  dB. Such signal was reproduce to the tested subjects using headphone.

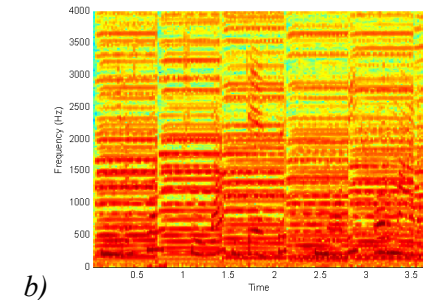
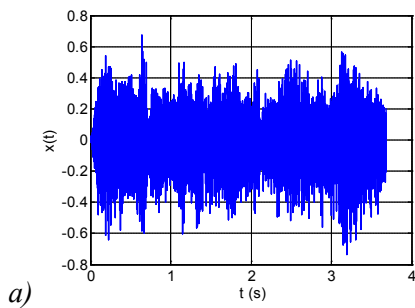
The following figures from 2÷6 give the time and spectral characteristics of the signals  $x$ ,  $y$ ,  $z$  respectively.



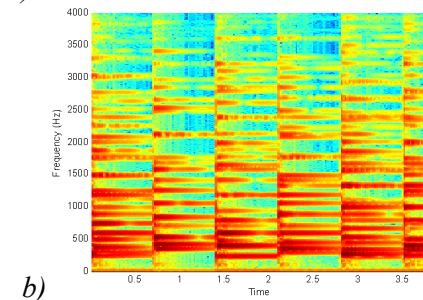
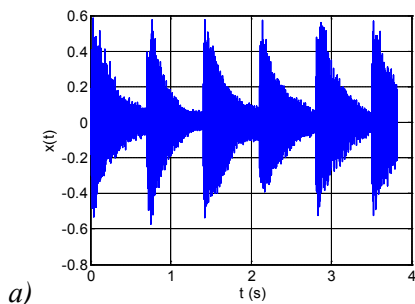
**Fig 2.** Time (a) and spectral (b) characteristic of speech signal of sentence "Miroslav keep ten new closets"



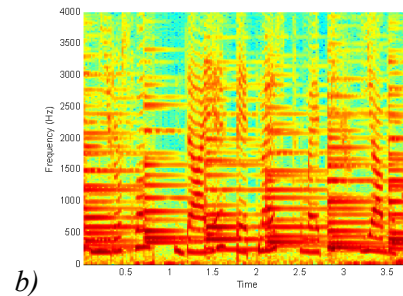
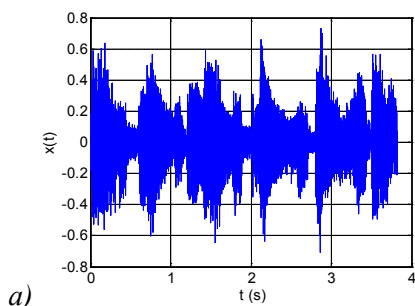
**Fig 3.** Time (a) and spectral (b) characteristic of musical noise type major chord on accordion



**Fig 4.** Time (a) and spectral (b) characteristic of generated signal  $z$  on 0dB (accordion)



**Fig 5.** Time (a) and spectral (b) characteristic of musical noise type minor chord on piano



**Fig 6.** Time (a) and spectral (b) characteristic of generated signal  $z$  on 0dB (piano)

### 3.2. Base

For the purpose of experiment it was formed three bases: a). base of speech signal, b). base of musical noise and c) test group.

Base of speech signal was formed from the sentences of Serbian Matrix Sentence Test base [4]. The base of SMST contains ten sentences with fixed syntax structure. The phonetic structure of SMST is good and it was verify by compared with capital literally work on Serbian language such as: "The Bridge on Drina" Ivo Andrić, "Bakonja fra Brne" Sima Matavulj, "The Mountain wreath", Petar Petrović Njegoš and "Koštana", Bora Stanković.

Combination type of word witch sentence contains (name, verb, number, adjective, object) by the random law it can be formed 100000 different sentences. For the experiment it was use 100 different sentences.

Base of musical noise was formed from a chord, major and minor, interpreted on piano and accordion. The chord is at the same time a sound of at least three tons of different heights. A chord composed of three tones is called Quint Chord. The quinto chord is composed of: the basic tone, its tierce and its quint. The quint chord can be: a) large (major: big tierce and pure quint), small (minor: small tierce and pure quint), c) reduced (small tierce and reduced quint) and d) excessive (large tierce and excessive quint). On the fig 7÷8 are shown structure of musical noise type chord.



**Fig 7.** Structure of musical noise Major chord



Fig 8. Structure of musical noise Minor chord

Test group was formed from 25 student (15 male, 10 females) of College of Applied Technical Sciences of Nis, Serbia, with normal hearing. The mean age of the tested subject is 22 years.

### 3.3. Results

The results of experiment was given in tabelar and graph form. In table from 1÷3 and graph 9÷14 are shown the results of testing with

MOS test, depending from type of musical noise and type of word or the whole sentence.

Table 1: Intelligibility for type of word and sentence for major and minor chord interpreted on piano

SNR (dB)	Intelligibility (%)											
	ND	NM	VD	VM	NuD	NuM	AD	AM	OD	OM	SD	SM
0	84	92	100	92	92	96	92	92	92	92	16	16
-2	100	88	100	84	100	96	92	88	88	92	17	14
-5	92	96	88	96	100	96	100	80	68	84	13	14
-10	88	84	84	80	84	72	56	60	68	64	6	8

ND –Name Major, NM- Name Minor, VD- Verb Major, VM- Verb Minor, NuD- Number Major, NuM- Number Minor, AD- Adjective Major, AM –Adjective Minor, OD- Object Major, OM- Object Minor, SD-Sentence Major, SM – Sentence Minor.

Table 2: Intelligibility for type of word and sentence for major and minor chord interpreted on accordion

SNR (dB)	Intelligibility (%)											
	ND	NM	VD	VM	NuD	NuM	AD	AM	OD	OM	SD	SM
0	84	80	80	84	96	96	60	64	76	76	7	8
-2	84	84	84	80	80	92	56	68	48	68	6	8
-5	68	72	48	44	64	64	48	44	52	56	4	3
-10	12	12	12	16	16	32	4	28	24	28	0	0

ND –Name Major, NM- Name Minor, VD- Verb Major, VM- Verb Minor, NuD- Number Major, NuM- Number Minor, AD- Adjective Major, AM –Adjective Minor, OD- Object Major, OM- Object Minor, SD-Sentence Major, SM – Sentence Minor.

Table 3: Intelligibility for type of word and sentence for Gaussian and Babble noise

	SNR (dB)	Intelligibility (%)					
		Name	Verb	Number	Adjective	Object	Sentence
Gaussian	0	63.33	50	70	63.33	53.33	59.99
	-2	66.67	40	63.33	60	53.33	56.66
	-5	46.67	16.67	53.33	56.67	33.33	41.33
	-10	20	13.33	10	3.33	13.33	11.99
Babble	0	53.33	36.67	53.33	46.67	30	44
	-2	40	10	36.67	20	16.67	24.66
	-5	26.67	6.67	10	3.33	6.67	10.66
	-10	0	0	0	0	0	0

On the following graphic it was shown result from table 1÷2, is DH- major chord on accordion, DP- major chord on piano, MH-

minor chord on accordion and MP- minor chord on piano.

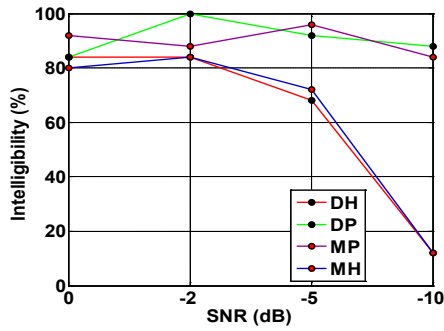


Fig 9. Intelligibility type of word "Name"

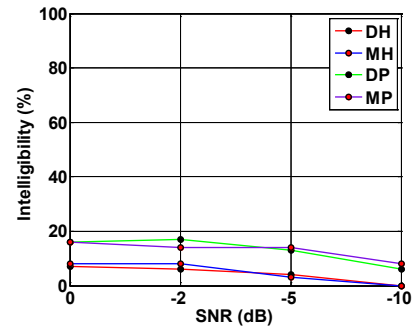


Fig 14. Intelligibility of sentences

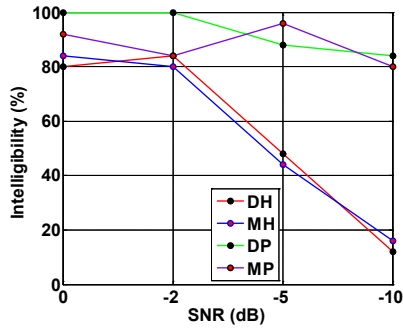


Fig 10. Intelligibility type of word "Verb"

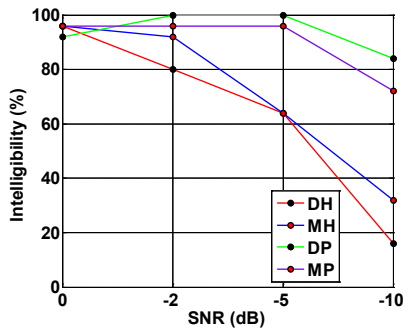


Fig 11. Intelligibility type of word "Number"

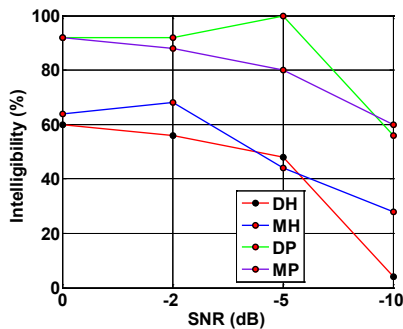


Fig 12. Intelligibility type of word "Adjective"

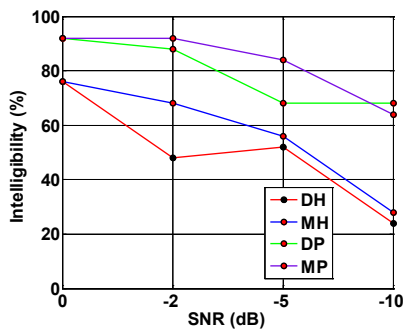


Fig 13. Intelligibility type of word "Object"

### 3.4. Analysis of the results

Analyzing the results of the experiment shown in Tables 1 ÷ 3 and in the Fig. 9 ÷ 14, we arrive at the following conclusions about the intelligibility of speech:

- 1) for the types of words:
  - a) "Name" is best for major chord on the piano (100%) at -2dB, and worst for accordion (12%) at -10dB for major and minore chord;
  - b) "Verb" best for major chord on the piano (100%) at 0 and -2dB, and worst for major chord on the accordion (12%) at -10dB;
  - c) "Number" best for major chord on the piano (100%) at -2 and -5dB, and worst for major chord on the accordion (16%) at -10dB;
  - d) "Adjective" best for major chord on the piano (100%) at -5dB, and for major chord on the accordion (4%) at -10dB;
  - e) "Object" is best for major and minore chord on the piano (92%) at 0dB, minore chord for piano at -2dB and worst for major chord on the accordion (24%) at -10dB.

2) for the sentence is best for major chord on the piano (17%) at -2dB, worst for major and minore chord on the accordion (0%) at -10dB.

Based on the results of the experiment, it can be noticed that the limit of intelligibility of the word type ranges from 4 ÷ 100%, and the sentence is 0 ÷ 17%.

By comparing with the international standard IEC 60268-16, it is concluded that the quality of intelligibility is within the limits of bad (0 ÷ 67%) to excellent (94 ÷ 96%) for all type of the word, and sentence is bad (0÷67%).

It is interesting to note that the results of the experiment obtained at -10dB are the same or considerably better for the minor chord interpreted on the accordion than the piano.

By performing a comparative analysis of the obtained results with the results of examining the intelligibility of speech for Gaussian and Babble noise, it is observed that the intelligibility in musical noise is better. The best intelligibility of speech shown for Gaussian noise is for the "Number" 70% for 0 dB, and Babble noise is 53.33% for the type of word "Name" and "Number".

Based on the obtained results of the analysis, it has been shown that Babble noise has the greatest influence on the intelligibility of speech, and the explanation lies in its mode of formation (it consists of two or more speech signals) and its spectral characteristic.

#### 4. CONCLUSION

The paper presents evaluation of the influence of musical noise on the intelligibility of speech based on the results of an experiment. The evaluation was based on the results of the MOS test on the test group of people with normal hearing for SNR values = {0, -2, -5, -10} dB. The material used for testing was from the base SMST (speech signal) and the base of musical noise (chord types major and minor, interpreted on piano or accordion).

The analysis of the results showed that the intelligibility is best for the major chord interpreted on the piano, and the worst for Babble noise. The answer to these results is found in the analysis of the spectral characteristics of the signals. The spectral distribution of the signal strength of the noise relative to the power of the speech signal is:

- a) Babble - an equivalent distribution of power,
- b) Gauss - uniformly distributed over the entire frequency band,
- c) musical signal - power distributed around the fundamental frequency and its harmonics.

#### REFERENCE

- [1] Hagerman B., Sentences for testing speech intelligibility in noise, *Scand Audiol*, Vol. 11, pp. 79-87, 1982.
- [2] Hochmuth S., Brand T., Zokoll M., Zenker F., Wardenga N., Kollmeier B., A Spanish matrix sentence test for assessing speech reception thresholds in noise. *Int. J. Audiol.* 51(7) 536-544, 2012.
- [3] Boboshko M., Warzybok A., Zokoll M., Maltseva N., RUMatrix test: construction, evaluation and clinical validation. *Otorhinolaryngologia Hungarica*. Vol. 59, N 2., 2013.
- [4] Milivojević Z., Kostić D., Veličković Z., Brodić D., Serbian sentence matrix test for speech intelligibility measurement in different reverberation conditions, UNITEH Gabrovo, Bulgaria, 2016.
- [5] Plomp R, Mimpfen AM., Improving the reliability of testing the speech reception threshold for sentences, *Audiology* 1979:18:43-53.
- [6] Kryter K.D., Methods for the calculation and use of the articulation index, *J. Acoust. Soc. Am.* 34, 1689-1697.
- [7] Steeneken H. J. M., Houtgast T., A physical method for measuring speech-transmission quality, *J. Acoust. Soc. Am.*, vol. 67, no. 1, pp. 318-326, 1980.
- [8] House A.S., Williams C.E., Hecker M.H.L., Kryter K.D., Articulation testing methods: Consonantal differentiation with a closed response set, *J. Acoust Soc. Am.* 37, 158-166, 1965.
- [9] Voiers W.D., Diagnostic evaluation of speech intelligibility, In *Speech Intelligibility and Speaker Recognition*, Vol 2. Benchmark papers in Acoustics, edited by M.E. Hawley (Dowden, Hutchinson, and Ross, Stroudsburg), 374-384., 1977.
- [10] Kostić D., Milivojević Z., Stojanović V., The Evaluation of Speech Intelligibility in the Orthodox Church on the Basis of MOS Test Intelligibility Logatom Type CCV, ICESST 2016, pp 153-156, Ohrid, Macedonia, 2016.
- [11] Stojanović V., Kostić D., Milivojević Z., Veličković Z., Subjective evaluation of speech intelligibility in orthodox church based of the test intelligibility Nasals, Laterals and Affricates, UNITEH Gabrovo, 2016.
- [12] Park J.Y, Park H., Kim J., Park H.J., Consonant chords stimulate higher EEG gamma activity than dissonant chords, *Neuroscience Letters*, Vol.488, pp.101-105, 2011.



# KONTROLA SENZORA ALARMNOG SISTEMA KORIŠĆENJEM SOFTVERSKOG PAKETA MATLAB

Filip Stepanović, Dušan Stefanović, Slavimir Stošović

Komunikacione tehnologije

Visoka tehnička škola strukovnih studija

Niš, Srbija

dusan.stefanovic@vtsnis.edu.rs, slavimir.stosovic@vtsnis.edu.rs

**Sadržaj** - U ovom radu je prikazan jedan od načina komunikacije između softverskog paketa MatLab i mikrokontrolera, u ovom slučaju Arduino računarske platforme. Praktično je realizovana ideja da se uz pomoć MatLab GUI (Graphical User Interface) biblioteke prati i kontroliše rad određenih komponenti alarmnog sistema, posredstvom Arduino mikrokontrolera. Arduino i MatLab komuniciraju putem serijske komunikacije na osnovu koje je MatLab-u omogućeno da preuzme kontrolu nad Arduinom, a samim tim i realizovanim alarmnim sistemom.

**Abstract** - In this paper one way of communication between MatLab software package and Arduino microcontroller is shown. MatLab GUI library monitors and controls components of alarm system, using Microcontroller as connection. Arduino and MatLab communicate via serial communication port. In this way MatLab can control Arduino and all sensors which are connected to Arduino, i.e. alarm system.

## 1. UVOD

Razvojem savremenih tehnologija pojavila se mogućnost izrade jeftinih ali efikasnih alarmnih sistema za obezbeđivanje objekata manjih vrednosti. Ovakvi sistemi se vrlo jednostavno postavljaju, a sastoje se najčešće od jednog mikrokontrolera nekoliko senzora i indikatora. Svrha ovih sistema nije da fizički spreči upad na posed, već da preko određenih zvučnih ili svetlosnih indikatora alarmira prilikom nedozvoljenog pritupa.

Jedan od takvih sistema je predstavljen u ovom radu sa većim osvrtom na ispitivanje samog sistema i karakteristika njegovih komponentata uz pomoć programskog paketa MatLab. Cilj ovog rada je da se uz pomoć MatLab-a prati rad komponentata sistema i time poveća njegova funkcionalnost.

Programski paket MatLab predstavlja vrlo kompleksan skup alata, tako da nalazi široku primenu u svim tehničkim naukama. Koristi se za simulacije, modeliranje, ispitivanje karakteristika i kontrolu elektronskih komponentata, kreiranje jednostavnih aplikacija za rešavanje matematičkih problema, kalibraciju koja omogućava praćenje ponašanja komponentata u realnom vremenu.

U radu je najpre detaljno opisan način rada improvizovanog alarmnog sistema, sa akcentom na rad i karakteristike njegovih komponenti. Takođe je prikazan način povezivanja komponenti na Arduino platformu, kao i njihovo programiranje u programskom paketu Arduino. Prikazana je komunikacija i kompatibilnost MatLab-a sa ostalim uređajima i način povezivanja sa Arduino platformom.

Na kraju rada prikazana je realizovana ideja o kontroli komponentata improvizovanog alarmnog sistema iz MatLab-a, kreiranje grafičkog korisničkog interfejsa, njegove osnovne funkcionalnosti i eksperimentalno kalibrisanje jednog od senzora ovog sistema.

## 2. OPIS SISTEMA ZA OBEZBEĐIVANJE OBJEKTA

Sistem za obezbeđivanje objekta radi na principu detekcije pokreta uz pomoć PIR senzora i lasera koji je povezan na fotooptornik. Maketa objekta sadrži četiri odvojene prostorije koje su pokrivene odgovarajućim sensorima (Slika 1).



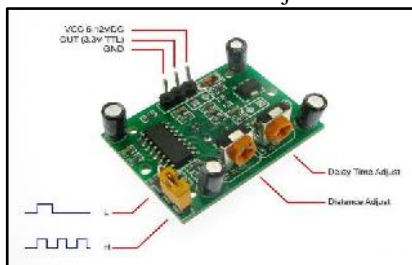
Slika 1. Maketa objekta obezbeđenog alarmnim sistemom

Ulaz u objekat je obezbeđen laserom koji služi kao izvor svetlosti koja pada na fotooptornik. Fotooptornik u zavisnosti od intenziteta svetlosti šalje informaciju mikrokontroleru tj. ukoliko dođe do kretanja, prekida se svetlosni snop lasera i alarm se aktivira. Ostale prostorije su pokrivene PIR sensorima koji detektuju promenu temperature odnosno infracrveno zračenje, tako da ukoliko dodje do nedozvoljenog upada senzor to detektuje, zatim šalje informaciju mikrokontroleru i

aktivira alarm. Sistem takođe sadrži razne indikatore u vidu dioda i LED (*Light-Emitting Diode*) trake, koji vizuelno daju informaciju o stanju sistema. LCD ekran služi da prikaže informacije o sistemu. Sistem se aktivira (deaktivira) pomoću šifre koja se unosi preko šifratora. Kada se unese ispravna šifra sistem se aktivira/deaktivira i odgovarajuća informacija ispisuje na LCD ekranu. Ukoliko dođe do upada alarm se aktivira i ostaje aktiviran sve dok se preko šifratora ne unese ispravna šifra. Preko šifratora takođe postoji mogućnost promene šifre samo u slučaju kada je sistem aktivan [6] [7].

#### A. PIR (*Passive Infrared*) Senzor

Piroelektrici su strogo definisani kao materijali čija spontana polarizacija anizotropnih modifikacija zavisi od temperatura, odnosno kod kojih naelektrisanje piroelektrika zavisi od temperature na kojoj se nalazi. Imajući u vidu da se veliki deo toplote prenosi putem infracrvenog zračenja i zavisnost naelektrisanja piroelektrika od temperature, pre 30-ak godina konstruisan je prvi senzor poznatiji kao *Passive infrared sensor* ili skraćeno PIR senzor. Ovaj senzor je osetljiv na promenu temperature, odnosno na promenu zračenja koje dolazi do njega. Svako živo biće ima temperaturu koja se znatno razlikuje od temperature okoline što znači da bi svako kretanje blizu piroelektrika izazvalo promenu temperature tj. zračenja, odnosno senzor sa piroelektrikom bi detektovao kretanje.



Slika 2. Izgled PIR senzora korišćenog u radu

PIR senzor (Slika 2) je kao vrsta optičkog senzora osetljivog na promenu elektromagnetnog zračenja u infra-crvenom delu spektra u ovom radu iskorišćen za detekciju pokreta zagrejanih tela tj. ljudi i životinja. Radi fokusiranja zračenja koje pada na piroelektrik koristimo Fresnelovo sočivo [1] [3].

#### B. Laser sa fotootpornikom

Kretanje na ulazu u objekat se detektuje pomoću lasera koji služi kao izvor svetlosti koja pada na fotootpornik (Slika 3) [2] [4] [5]. Ukoliko dođe do kretanja unutar prostorije pokrivene laserskim snopom direktno uperenim u fotootpornik, dolazi do prekida snopa a samim tim i do smanjenja intenziteta svetlosti koju fotootpornik očitava. Da bi prilagodili fotootpornik projektovanom sistemu potrebno je da on očitava samo promene lasera. Programski se ovaj problem u kodu rešava na jednostavan način [4] [5].

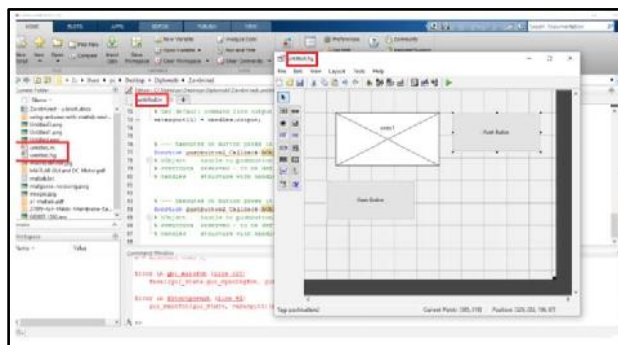


Slika 3. Laser sa fotootpornikom

### 3. MATLAB GUI (GRAPHICAL USER INTERFACE)

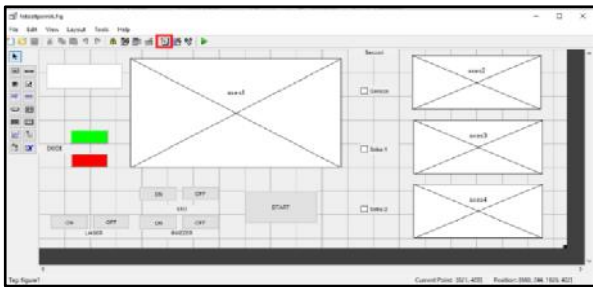
GUI (Graphical User Interface) ili grafički korisnički interfejs radi na principu grafičkog komuniciranja korisnika sa uređajem uz pomoć prethodno definisanih funkcija. GUI omogućava da grafički sagledamo neke od aritmetičkih, numeričkih ili logičkih operacija. Na taj način korisniku se značajno olakšava komunikacija sa računarom a korisničko iskustvo u velikoj meri zavisi od GUI-a [8].

Programski paket MatLab u sebi sadrži i opciju kreiranja GUI datoteke. GUI se sastoji praktično iz dva fajla: ".fig" i ".m". fajla koji u sebi sadrži kod, upravlja i nosi informacije o GUI-u. U MatLab-u nije potrebno posebno pamtit ovaj fajl jer prilikom kreiranja GUI-a, program sam po sebi kreira oba fajla. ".fig" fajl sadrži sve one grafičke informacije koje GUI poseduje. On pamti sve vrednosti, slike, pozicije, grafike... i pakuje ih u jedinstveni fajl. Spajanjem informacija sačuvanih u ova dva fajla dobijamo GUI (Slika 4) [8].



Slika 4. Izgled grafičkog korisničkog interfejsa

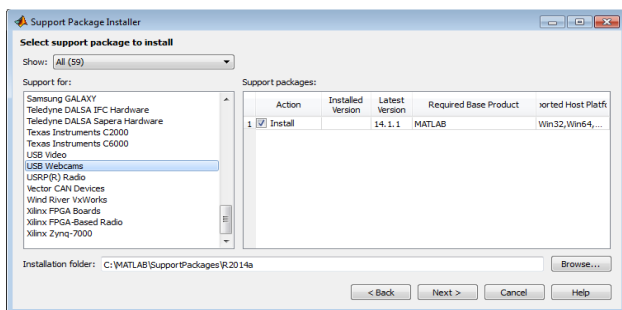
Da bi vizuelno pratili rad komponenti ovog sistema korišćena je GUI aplikacija programskog paketa MatLab. Ideja same aplikacije je da se kontrolom komponenti sistema vizuelno prate njihove karakteristike. Naravno da bi ovo bilo moguće prvo je potrebno obezbediti komunikaciju između MatLab-a i Arduino mikrokontrolera koja je objašnjena u narednom poglavlju. Nakon povezivanja potrebno je kreirati GUI fajl. Za početak je potrebno kreirati grafički interfejs prikazan na Slici 5. Nakon kreiranja grafičkog interfejsa, potrebno je napisati programski kod pomoću kojeg je moguće pratiti i kontrolisati rad sistema. Kada je grafički interfejs kreiran potrebno je da se klikom na *editor* otvori prozor za unošenje programskog koda [7] [8].



Slika 5. Grafički interfejs spreman za unošenje koda

#### 4. POVEZIVANJE MATLAB-A SA ARDUINO PLATFORMOM

MatLab i Arduino komuniciraju putem serijske komunikacije. Pre svega je potrebno da je Arduino povezan na uređaj koji već sadrži programski paket MatLab. MatLab podržava brojne računarske platforme, ali je podrebnno da se sa povezivanjem platforme obezbede i dodatni hardverki paketi koji se razlikuju od tipa računarske platforme koja se koristi. MatLab u sebi sadrži aplikaciju koja nosi informacije o svim hardverskim paketima koje MatLab podržava, tako da je potrebno samo odabrati paket u skladu sa računarskom platformom koja se koristi (Slika 6).



Slika 6. Hardverski paketi koje MatLab podržava

Nakon toga je hardverski deo posla obavljen, ono što sledi jeste da se obezbedi i softverska podrška radi omogućavanja korisniku da programskim kodom upravlja određenim sistemom. Ona se vrši unošenjem određene naredbe u komandni prozor MatLab-a kojom se omogućava komunikacija, i korisnik ima mogućnost da programskim kodom koji se *upload*-uje na platformu upravlja njenim radom [6].

#### 5. UPRAVLJANJE KOMPONENTAMA IMPROVIZOVANOG ALARMNOG SISTEMA

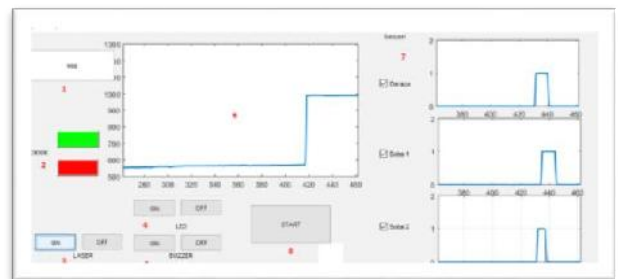
Kontrola komponenata se vrši tako što MatLab može da šalje i prima signal od Arduina, što znači da MatLab preuzima ulogu mikrokontrolera na neki način. Samim tim što koristi ulazno-izlazne signale Arduina, ima mogućnost da upravlja sistemom, naravno uz pomoć određenih naredbi koje se unose programskim kodom. Najpre je potrebno da se na Arduino mikrokontroler *upload*-uje određeni kod koji je integrisan uz hardverski dodatak koji nam je potreban za povezivanje Arduina sa MatLab-om. Ovaj kod definiše osnovne funkcije i

objekte na način koji omogućava MatLab-u da u potpunosti preuzme ulogu mikrokontrolera odnosno da nesmetano upravlja Arduinoom.

Kada MatLab u potpunosti preuzme kontrolu nad Arduinoom *editor* prozor je spreman za unošenje naredbi, odnosno koda za upravljanje komponentama sistema.

Na Slici 9. prikazane su funkcionalnosti korišćenja grafičkog interfejsa za kontrolu i vizuelno praćenje rada komponenata sistema.

- 1- Prostor u kome se ispisuje vrednost intenziteta svetlosti na fotooptorniku
- 2- Tasteri za kontrolu rada dioda
- 3- Tasteri za kontrolu rada lasera
- 4- Tasteri za kontrolu rada LED trake
- 5- Tasteri za kontrolu rada buzera
- 6- Grafički prikazano očitavanje intenziteta svetlosti na fotooptorniku u interval od 1s
- 7- *Check Box*-ovi koji služe za kontrolu senzora zajedno sa grafičkim prikazom u intervalu od 1s
- 8- Taster za pokretanje sistema



Slika 7. Realizovani grafički interfejs za kontrolu i vizuelno praćenje rada komponenata sistema

#### C. Upravljanje indikatorima

Sistem takođe sadrži indikatore (diode, LED traku, sirenu) kojim se može upravljati preko tastera. Prvo se u grafičkom interfejsu postavljaju tasteri, nakon toga je potrebno zadati naredbu šta će se desiti ukoliko se taster pritisne. MatLab automatski kreira funkcije za svaki taster kreiran u grafičkom interfejsu potrebno je samo definisati njihov rad. Pošto su indikatori ti koji obično primaju signal koji šalje mikrokontroler, potrebno je deklarirati vrednost signala koji se šalje. Odnosno, potrebno je definisati u kom slučaju će se aktivirati. To se realizuje dodeljivanjem vrednosti (0 ili 1) pinu na koji je indikator povezan [2].

#### D. Upravljanje laserom

Laser služi kao izvor određenog intenziteta svetlosti koji pada na fotooptornik. Laser zajedno sa fotooptornikom ima funkciju senzora koji će se aktivirati prilikom prekida tog intenziteta svetlosti koji proizvodi sam laser. U grafičkom interfejsu kreirana su dva tastera koja služe

za upravljanje intenziteta svetlosti koji proizvodi laser. Kao i kod indikatora sistema u određenom trenutku je moguće dodeliti laseru jednu vrednost (0 ili 1). Intenzitet svetlosti lasera može imati samo dve vrednosti.

#### E. Upravljanje PIR sensorima

Sistem takođe koristi i PIR senzore, tačnije tri PIR senzora koji su postavljeni u različitim prostorijama zbog najbolje moguće pokrivenosti prostora samog objekta. Za razliku od indikatora, ovi senzori su ti koji šalju signal odnosno informaciju mikrokontroleru. PIR senzori radi na principu detekcije infracrvenog zračenja, odnosno toplote. Samim tim se zaključuje da i oni prilikom detekcije infracrvenog zračenja šalju signale mikrokontroleru, ti signali, odnosno informacije mogu imati samo jednu vrednost (0 ili 1). Senzor u sistemu ima funkciju da samo detektuje promenu toplote odnosno infracrveno zračenje, ali ne i da nosi informacije o intenzitetu tog zračenja, kao i nekim drugim parametrima.

Iz grafičkog interfejsa (Slika 7) se vidi da se upravljanje sensorima vrši preko *Check Box*-ova, dok se vrednost informacije koju oni nose može i grafički posmatrati u određenom vremenskom intervalu (u ovom slučaju 1s). Svaki PIR senzor je povezan na zaseban *Check Box* tako da je u određenom vremenskom intervalu moguće upravljati jednim ili više senzora. Kao i kod tastera, *Check Box* takođe ima svoju funkciju koja se automatski kreira, samo je potrebno definisati instrukcije u slučaju njihove aktivacije. U ovom slučaju potrebno je samo da se vrednost koju ima senzor u slučaju da je *Check Box* aktiviran sačuva kao globalna promenljiva koja vrednost dobija samo u ovoj funkciji. Ta vrednost je potrebna da bi se u glavnom programu mogla iskoristiti za njen grafički prikaz [3].

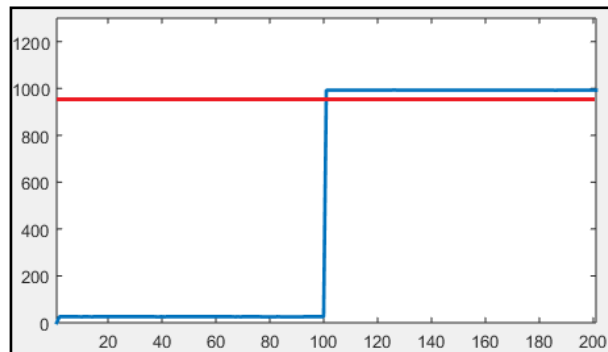
## 6. RAD APLIKACIJE

Pritiskom na "START" taster pokreće se glavni program U glavnom programu se vrši obrada svih vrednosti komponenata sistema i njihovo grafičko prikazivanje. Glavni program na neki način simulira rad alarmnog sistema u velikoj meri, samo što je sad moguće i vizuelno pratiti rad komponenti sistema. Vrednost koju detektuje fotooptornik prikazana je grafički (Slika 7). Od samog pokretanja programa fotooptornik detektuje određeni intenzitet svetlosti i tu vrednost možemo videti na *Static Text*-u koji se nalazi u gornjem levom uglu, odmah pored grafika. Intenzitet se može videti i na samom grafiku ali se zbog bolje preglednosti i preciznosti koristi *Static Text*. Kao što je gore navedeno, vrednosti koje ima PIR senzor se obrađuju i grafički prikazuju u glavnom programu. U slučaju da se neki od senzora aktivira oglašavaju se alarm (buzer) i odgovarajući indikatori [8].

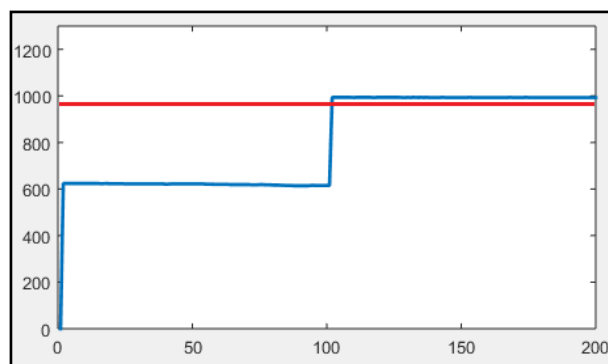
## 7. PRIMENA MATLAB-A ZA KALIBRACIJU KOMPONENATA SISTEMA

S obzirom da je nemoguće odvojiti uticaj dnevnog svetla na fotooptornik izvršena su merenja tj. očitavanja na fotooptorniku uz pomoć MatLab-a. Mogući problem na

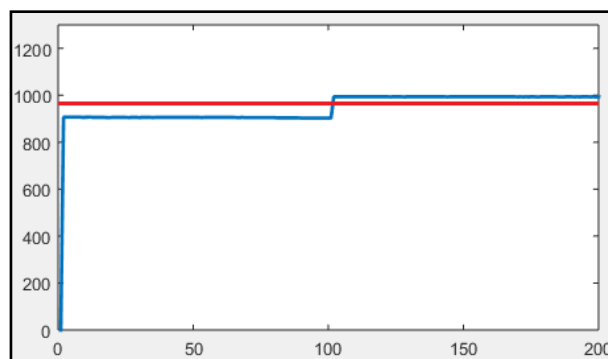
sistemu laser-fotooptornik se javlja ukoliko je prag aktiviranja alarma manji od intenziteta dnevne svetlosti. Odnosno, ukoliko je intenzitet dnevne svetlosti koju očitava fotooptornik bliska intenzitetu svetlosti lasera, tada je moguće "preseći" lasersku svetlost i ne aktivirati alarm. Zbog svega toga trebalo je izmeriti prag aktiviranja alarma i postaviti ga između opsega očitavanja dnevne svetlosti i opsega očitavanja laserske svetlosti.



Slika 8. Očitavanje fotooptornika tokom noći (plava linija) i prag aktiviranja alarma (crvena linija)



Slika 9. Očitavanje fotooptornika tokom oblačnih dana (plava linija) i prag aktiviranja alarma (crvena linija)



Slika 10. Očitavanje fotooptornika tokom sunčanog dana (plava linija) i prag aktiviranja alarma (crvena linija)

Tokom noći spolja skoro da ne dolazi nikakva svetlost, pa je razlika očitavanja intenziteta svetlosti na fotooptorniku sa uključenim i isključenim laserom velika (Slika 8).



U tom slučaju nema nikakvih problema pri radu sistema. Kada je dan oblačan razlika očitavanja intenziteta je i dalje velika, tako da i dalje nema problema pri radu (Slika 9).

Na Slici 10. prikazana su očitavanja intenziteta dnevne svetlosti (oko 900) i lasera (oko 1000). Ove dve vrednosti su vrlo bliske kao što se i vidi na slici, pa odatle i opasnost od greške sistema. Zbog toga je prag postavljen između ove dve vrednosti (950) tj. kad god očitavanje na fotooptorniku padne na vrednost manju od praga aktiviraće se alarm. Zanimljivo je primetiti da je očitavalje intenziteta laserske svetlosti u sva tri slučaja konstantno (oko 1000).

## 8. ZAKLJUČAK

U ovom radu je prikazan MatLab kao koristan softverski paket pri razvoju sistema čija je glavna komponenta mikrokontroler Arduino. Kreiran je kod za kontrolu sistema kao i grafički korisnički interfejs, uz pomoć kojeg se rad svake komponente prati i analizira. Za razliku od softverskog paketa Arduino, koji osim *Serial Print*-a ne daje povratne informacije o sistemu, MatLab pruža mogućnost praćenja i upoređivanja informacija koje mikrokontroler Arduino prima i šalje u svakom trenutku. Takođe moguća je i direktna kontrola komponenti, odnosno MatLab direktno šalje signal bilo kojoj komponenti sistema. Grafički korisnički interfejs vidno olakšava rad pri ispitivanju i razvoju sistema kao što je i prikazano u trećem poglavlju. Pre svega se misli na jednostavan način uključivanja i isključivanja lasera ili sličnih komponenti pritiskom na taster, crtanja grafika tj. vremensko praćenje očitavanja rezultata na raznim komponentama.

## LITERATURA

- [1] Passive Infrared Sensor, <http://www.engineersgarage.com/articles/what-is-passive-infrared-pir-sensor>, Septembar 2015.
- [2] Stojan Ristić “Elektronske komponente“, Elektronski fakultet Niš, novembar 2011.
- [3] Pema Chodon, Passive Infrared (PIR) Sensor Based Security System, International Journal of Electrical, Electronics and Computer Systems. Vol: 14 Issue: 2, June 2013.
- [4] A. Cusano, Optics & Laser Technology, International Journal of Electrical, Electronics and Computer Systems Januar 2011.
- [5] B. N. Denisov, A photoresistor as a multifunctional optoelectronic element, New Electronic Systems and Units September 2005.
- [6] Design of a Home Automation System Using Arduino, International Journal of Scientific and Engineering Research 6(6) · June 2015.
- [7] Yi-Jen Mon, The Gyroscope Sensor Test by Using Arduino Platform, International Journal Of Scientific & Technology Research Volume 4, Issue 06, June 2015
- [8] Harini Guruhappa, A Graphical User Interface (GUI) in Matlab to Compute the Thermal Lithospheric Thickness and its Error Bounds, International Journal of Computer Applications (0975 – 8887), Volume 78 – No.4, September 2013