



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

ZBORNİK RADOVA 2023

Niš, 2023.



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

ZBORNİK RADOVA

AKADEMIJE TEHNIČKO-VASPITAČKIH STRUKOVNIH STUDIJA

NIŠ
2023.

ZBORNİK RADOVA

Akademije tehničko-vaspitačkih strukovnih studija

Izdavač:

Akademije tehničko-vaspitačkih strukovnih studija

Niš, Beogradska 18

Tel: (018) 588 210

E-mail: info@akademijanis.edu.rs

<https://www.akademijanis.edu.rs>

Urednik:

dr Srđan Jovković

Recezeni:

Odbor za Naučno-istraživačku delatnost

Tehnička obrada:

Goran Milosavljević

Silvana Bogičević

Korice:

Goran Milosavljević

Štampa:

WEB izdanje

ISBN:

978-86-81912-22-5

PREDGOVOR

Misija visokog obrazovanja jeste da kroz organizovane studije i naučna i stručna istraživanja neprekidno obavlja kreiranje i transfer naučnih znanja i stručnih kompetencija kojima se omogućava, u prvom redu, socijalni, kulturni, ekonomski i drugi napredak jedne države i njenih građana. U skladu sa tim, nastavni proces na Akademiji tehničko-vaspitačkih strukovnih studija izvodi visokokvalitetan i stručan kadar koji konstantno radi na podizanju svojih nastavnih, naučnih i stručnih kapaciteta. U prilog tome govori i naučno-istraživačka delatnost na Akademiji, ostvarena stručno-tehnička saradnja sa brojnim visokoškolskim institucijama i privrednim subjektima u zemlji i inostranstvu i razvijena međunarodna saradnja koja se ogleda u učešću u brojnim međunarodnim projektima.

Zbornik radova Akademije tehničko-vaspitačkih strukovnih studija za 2023. godinu predstavlja plod marljivog rada i predanosti nastavnika i saradnika sva tri odseka Akademije: Odsek Niš, Odsek Pirot i Odsek Vranje iz različitih naučnih polja – tehničko-tehnološkog, prirodno-matematičkog i društveno-humanističkog polja. U ovogodišnjem Zborniku radova objavljena su ukupno 74 rada koji pokrivaju širok spektar tema, od najnovijih tehnoloških dostignuća u tehničkim disciplinama do pedagoških pristupa i metoda u vaspitnom radu. Svaki rad odražava trud i angažman autora u istraživanju, analizi i sintezi relevantnih informacija i ideja. Ovaj Zbornik nije samo rezultat individualnih napora, već i plod saradnje i timskog rada.

Zahvaljujemo se svim autorima na njihovom doprinosu i entuzijazmu, kao i recenzentima koji su pomogli u osiguravanju kvaliteta radova. Verujemo da će ovaj Zbornik biti koristan izvor informacija i inspiracija za sve zainteresovane i da će podstaći dalju raspravu, istraživanje i inovacije u ovim poljima.

U Nišu, decembra 2023. godine.

SADRŽAJ:

1. VTŠFIT APLIKACIJA ZA PREVENCIJU POVREDA TOKOM VEŽBANJA KORIŠĆENJEM VEŠTAČKE INTELIGENCIJE	1
Nikola Vukotić, Slavimir Stošović, Mihajlo Cekić, Petar Virijević, Kristina Stevanović	
2. INTERPOLACIJA AUDIO SIGNALA PRIMENOM KVADRATNIH JEZGARA	5
Nataša Savić, Violeta Stojanović	
3. RAZVOJ NAPREDNE STRIMING APLIKACIJE ZA TIZEN SMART TV	9
Slavimir Stošović, Miloš Nasković, Dušan Stefanović	
4. MREŽNA AUTOMATIZACIJA KORIŠĆENJEM PYTHON BIBLIOTEKA NETMIKO I NAPALM	13
Dušan Stefanović, Nikola Vukotić, Vladimir Kovačević	
5. PRIMENA WEBASSEMBLY TEHNOLOGIJE U RAZVOJ WEB APLIKACIJA	17
Zoran Veličković, Marko Veličković	
6. TARTINI TON KOD AKUSTIČNE GITARE	21
Zoran Milivojević, Milica Mladenović, Milan Cekić	
7. PROJEKTOVANJE KUĆNOG TELEVIZIJSKOG STUDIJA ZA STRIMING UŽIVO	25
Nataša J. Bogdanović	
8. ANALIZA SIGURNOSTI WORDPRESS SAJTOVA KROZ PRIMENU SUCURI SECURITY DODATK	29
Dejan Blagojević, Nikola Marinković	
9. RAZVOJ DIGITALNOG BRENDA	33
Branislav Stanisavljević, Goran Petković, Svetlana Trajković	
10. VANET MREŽE I NJIHOVA PRIMENA	36
Nikola Milutinović, Goran Milosavljević	
11. PRIMENA LEAN PROIZVODNJE U INDUSTRIJI 4.0	40
Biljana Milutinović, Petar Đekić, Miloš Ristić	
12. TEHNOLOŠKI POSTUPAK KOVANJA BOČNE PLOČE ZA VUČU	44
Miloš Ristić, Jovana Golubović	
13. PROJEKTOVANJE I IZRADA NOSAČA CENTRIFUGALNIH VENTILATORA ZA NESPI 4 CASE KUĆIŠTE	47
Milan Pavlović, Milica Janković, Nenad Tjupa	
14. PRIMENA DRVENOG BRAŠNA U GUMI NA BAZI GUMENOG REGENERATA	51
Petar Đekić, Biljana Milutinović	
15. IZRADA VARALICE ZA RIBOLOV POMOĆU TEHNOLOGIJE SLA 3D ŠTAMPE	53
Gordana Jović, Milan Nikolić, Miroslav Mijajlović	
16. IZRADA PROTOTIPA POSTOLJA STOLA POMOĆU 3D ŠTAMPE	57
Branislav Dimitrijević, Vladan Jovanović, Damjan Stanojević	

17. IZRADA KUĆIŠTA ZA UREĐAJ „BROJAČ SKLEKOVA” FDM TEHNOLOGIJOM	60
Milica Janković, Milan Pavlović, Gordana Jović	
18. ZNANJE I VEŠTINE U TRANSPORTU – POSLODAVCI I DRŽAVA NA ZAJEDNIČKOM ZADATKU?	64
Dušan Radosavljević	
19. ОБАВЕЗЕ ИНСТРУКТОРА ВОЖЊЕ У ПОГЛЕДУ ВОЂЕЊА ДОКУМЕНТАЦИЈЕ У ПРОЦЕСУ ОСПОСОБЉАВАЊА КАНДИДАТА ЗА ВОЗАЧЕ	67
Дејан Богићевић, Мина Николић	
20. САВРЕМЕНА РЕШЕЊА СИСТЕМА НАПЛАТЕ У ЈАВНОМ ПРЕВОЗУ У СВЕТУ И КОД НАС	71
Милан Станковић, Јован Мишић	
21. PARKING SISTEMI ZA REŠAVANJE PROSTORA ZA PARKIRANJE	75
Stefan Mihajlović, Dušan Radosavljević	
22. INICIJATIVE CITY LOGISTIKE SA CILJEM ODRŽIVOG RAZVOJA	79
Jovan Mišić, Milan Stanković, Vladimir Popović, Stefan Mihajlović	
23. PRAĆENJE EMISIJA IZ VOZILA I MERENJE ZAGAĐENJA DRUMSKOG SAOBRAĆAJA	83
Sandra Stanković, Aleksandra Boričić	
24. PREDVIĐANJE RASTVORENOG KISEONIKA U RECI DUNAV PRIMENOM ANN I MLR	87
Lidija Stamenković, Ljiljana Đorđević	
25. MODEL MEŠANJA OTPADNE VODE U RECI JUŽNA MORAVA NAKON NJENOG ISPUŠTANJA IZ POSTROJENJA ZA PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA GRADA VRANJA	91
Irena Tasić, Srđan Tasić	
26. EKOLOŠKI ASPEKT ISPITIVANJA HIGIJENSKE ISPRAVNOSTI VODA ZA PIĆE	95
Gordana Bogdanović	
27. MODELOVANJE GENERISANOG OTPADA OD HRANE PRIMENOM ANN	99
Ljiljana Đorđević, Lidija Stamenković, Jovana Džoljić	
28. ANALIZA EFIKASNOSTI MODELA NAPLATE KOMUNALNE USLUGE ODNOŠENJA OTPADA IZ DOMAĆINSTAVA	103
Boban Cvetanović	
29. ISKUSTVA I REŠENJA U UPRAVLJANJU KOMUNALNIM OTPADOM	106
Natalija Petrović	
30. KARAKTERIZACIJA ČAJEVA I SIRUPA SA ISTEKЛИМ РОКОМ УПОТРЕБЕ	110
Матија Милошевић, Аница Милошевић, Братимир Нешић, Слађана Недељковић	
31. ЛАБОРАТОРИЈСКА АНАЛИЗА ОТПАДНОГ ФИЛА ИЗ ПРОИЗВОДНОГ ПРОЦЕСА КОМПАНИЈЕ „СОКО ШТАРК“.	114
Аница Милошевић, Матија Милошевић, Братимир Нешић, Слађана Недељковић	
32. KLIMATSKЕ PROMENE I ZELENA POLITIKA GRADA VRANJA, SRBIJA	118
Jovana Džoljić, Vojislav Stojanović	
33. UTICAJ MEĐUNARODNIH STANDARDA NA UNAPREĐENJE KVALITETA VAZDUHA: STUDIJA SLUČAJA	122
Aleksandra Boričić, Sandra Stanković, Natalija Petrović	

34. OPTIMIZACIJA MERA OBNOVE STAMBENIH ZGRADA U CILJU POBOLJŠANJA ENERGETSKE EFIKASNOSTI PRIMENOM SOFTVERA "KnaufTerm2"	126
Ana Mitrović, Milica Cvetković	
35. ULOGA BIOREMEDIJACIJE U ŽIVOTNOJ SREDINI	130
Tijana Milanović, Vojislav Stojanović	
36. UPOREDNA ANALIZA EKONOMSKE ISPLATIVOSTI ENERGETSKOG UNAPREĐENJA STAMBENOG OBJEKTA	134
Milica Cvetković, Ana Mitrović	
37. EKONOMSKI I EKOLOŠKI BENEFITI RECIKLAŽE PAPIRA	138
Vojislav Stojanović	
38. UTICAJ GRAĐEVINSKOG OTPADA NA ŽIVOTNU SREDINU	142
Jelena Bijeljić, Dušan Kocić	
39. SVOJSTVA RECIKLIRANOG BETONA NA BAZI FLOTACIJSKE JALOVINE	145
Milan Protić	
40. PRIMENA EKOLOŠKIH PRINCIPA U KONTEKSTU PROJEKTOVANJA ZGRADA	149
Marija Mihajlović, Ljiljana Stošić Mihajlović, Marko Mihajlović	
41. TAČNOSTI GEODETSKOG SNIMANJA UZ KORIŠĆENJE BESPILOTNIH LETELICA	153
Zoran Ilić, Vladica Krstić, Aleksandar Ilić, Darko Kuželka	
42. IDEJNO REŠENJE BLOKA SOCIJALNOG STANOVANJA	157
Dušan Janjić, Aleksandra Marinković	
43. TEMELJI POTPORNOG ZIDA U LOŠEM KVALITETU ZEMLJIŠTA	161
Danijela Zlatković, Jelena Zlatković	
44. ISTORIJSKI RAZVOJ URBANISTIČKIH PLANOVA GRADA NIŠA	164
Nemanja Petrović	
45. UTICAJ OKOLNIH ZGRADA NA GUBITKE I DOBITKE ENERGIJE POSLOVNE ZGRADE U NIŠU	168
Vladan S. Jovanović	
46. FUNKCIONALNE KARAKTERISTIKE STAMBENE ARHITEKTURE NIŠA U PERIODU KASNE MODERNE – STUDIJA SLUČAJA	171
Marjan Petrović	
47. UPOREDNA ANALIZA REZULTATA ISPITIVANJA BETONA SA RAZLIČITIM KOLIČINAMA PRIMESA ELEKTROFILTERSKOG PEPELA	175
Dušan Kocić, Jelena Bijeljić	
48. ANALIZA AKUSTIČKIH PARAMETARA LF, LFC I IACC JEDNE VIŠENAMENSKE SALE	179
Violeta Stojanović, Zoran Milivojević, Nataša Savić	
49. NEJEDNAKOST: POSLEDICA IZBORA ILI DESTABILIZACIJA DRUŠTVA	183
Vladimir Kostić, Goran Dinić	
50. KOGNITIVNO-VIZUELNI PRISTUP OBRADI SADRŽAJA IZ OBLASTI GRANIČNIH VREDNOSTI FUNKCIJA	186
Tanja Sekulić, Valentina Kostić	

51. ZAKONI OBRNUTOG REDOSLEDA SLABOG GRUPNOG INVERZA Dunja Stojanović	189
52. UTVRĐIVANJE ALTERNATIVNIH KONCEPCIJA STUDENATA KAO VAŽNA ETAPA U PROCESU IZUČAVANJA FIZIČKIH POJAVA; BESTEŽINSKO STANJE I SLOBODAN PAD Ivana Krulj	192
53. KLASIFIKACIJA PITANJA NASTAVNIKA U NASTAVI STRANIH JEZIKA Sanja Petrović, Ivica Panić	195
54. SAVREMENI KONCEPTI U NASTAVI I UČENJU U VISOKOM OBRAZOVANJU: OPŠTI PREGLED Maja Stanojević Gocić, Dragana Trajković	199
55. JEZIK KOMPJUTERA I NOVIH MEDIJA U SVAKODNEVNOM GOVORU MLADIH Marija Boranijašević, Vladica Ubavić	203
56. NASTAVNIČKI I GOTOVI TESTOVI Anđelina Stefanović	207
57. CHAT GPT U KONTEKSTU NASTAVE ENGESKOG JEZIKA ZA POSEBNE NAMENE Danica Milošević	211
58. ПОКРЕТАЧИ ИНОВАЦИЈА Сузана Стојковић	213
59. МАКРОЕКОНОМСКА КРЕТАЊА У СРБИЈИ У ПЕРИОДУ 2020-2023. ГОДИНЕ И МЕРЕ , ЕКОНОМСКЕ ПОЛИТИКЕ У ЦИЈУ СТАБИЛИЗАЦИЈЕ И ПРИВРЕДНОГ РАЗВОЈА Gordana Mrdak, Milica Stanković, Nataša Dimitrijević	217
60. ЕКОНОМСКИ АСПЕКТИ ДИГИТАЛНЕ ТРАНСФОРМАЦИЈЕ И КОНКУРЕНТНОСТИ Milica Stanković, Milica Stošić	221
61. АКТИВНОСТИ МЕНАДЖЕРА ЛЈУДСКИХ РЕСУРСА У САВРЕМЕНИМ КОМПАНИЈАМА Svetlana Trajković, Branislav Stanisavljević	224
62. ПРЕДУЗЕТНИЧКИ ЕКОСИТЕМИ У СРБИЈИ Tiana Anđelković, Gordana Mrdak	228
63. ЗНАЊЕ КАО СТРАТЕШКА ПЕРФОРМАНСА ИНОВАЦИЈА Ljiljana Stošić Mihajlović, Marija Mihajlović	232
64. УЛОГА И ЗНАЧАЈ ЗДРАВЕ ХРАНЕ У ИШРАНИ ДЕЦЕ ШКОЛСКОГ УЗРАСТА Jelena Marković, Tijana Milanović, Tiana Anđelković	236
65. ТЕХНОЛОШКИ ПОСТУПАК РЕЗАЊА ПЛОЧА IVERICA НА HORIZONTALNOM FORMATIZERU UZ MERENJE PARAMETARA OBRAD Damjan Stanojević, Branislav Dimitrijević	240
66. ДЕЧЈА ИГРА У ФУНКЦИЈИ РАЗВОЈА МУЗИЧКОГ ИЗРАЖАВАЊА И КРЕАТИВНОСТИ КОД ДЕЦЕ ПРЕДШКОЛСКОГ УЗРАСТА Емилија Поповић	244
67. КРЕАТИВНИ ПРОЦЕС У ЛИКОВНОМ СТВАРАЛАШТВУ ДЕЦЕ И ОДРАСЛИХ УМЕТНИКА Bojana Nikolić, Dragana Dragutinović	247

68. ARHITEKTURA KOJA VASPITAVA	251
Dragana Dragutinović, Bojana Nikolić	
69. МОТИВ ЂАВОЛА У РОМАНУ ХАЗАРСКИ РЕЧНИК	255
Јелена Вељковић Мекић	
70. МЛАДИ I ЕКОЛОШКА КРИЗА	259
Mirjana Marković, Ljubiša Mihajlović, Ivan Stamenković	
71. INTEGRATIVNOST I INTERAKTIVNOST LIKOVNOG STVARALAČKOG IZRAŽAVANJA DECE PREDŠKOLSKOG UZRASTA I STUDENATA-VASPITAČA	263
Vera Virijeвић Mitrović	
72. ОБРАЗОВНИ СИСТЕМ РАДИ ОНО ЗА ШТА ЈЕ СТВОРЕН. I ТО ЈЕ ПРОБЛЕМ	267
Ivan Stamenković, Mirjana Marković, Marija Novaković, Anđela Marković	
73. НОРМАТИВНА ЕТИКА I ПОСЛОВНА ЕТИКА	270
Dejan Đorđević	
74. ФИГУРЕ ПОНАВЉАЊА У ПОЕЗИЈИ ЗА ДЕЦУ	272
Душица Поттић	



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

ZBORNİK RADOVA

AKADEMIJE TEHNIČKO-VASPITAČKIH STRUKOVNIH STUDIJA

NIŠ
2023.

ZBORNİK RADOVA

Akademije tehničko-vaspitačkih strukovnih studija

Izdavač:

Akademije tehničko-vaspitačkih strukovnih studija

Niš, Beogradska 18

Tel: (018) 588 210

E-mail: info@akademijanis.edu.rs

<https://www.akademijanis.edu.rs>

Urednik:

dr Srđan Jovković

Recezeni:

Odbor za Naučno-istraživačku delatnost

Tehnička obrada:

Goran Milosavljević

Silvana Bogičević

Korice:

Goran Milosavljević

Štampa:

WEB izdanje

ISBN:

978-86-81912-22-5

PREDGOVOR

Misija visokog obrazovanja jeste da kroz organizovane studije i naučna i stručna istraživanja neprekidno obavlja kreiranje i transfer naučnih znanja i stručnih kompetencija kojima se omogućava, u prvom redu, socijalni, kulturni, ekonomski i drugi napredak jedne države i njenih građana. U skladu sa tim, nastavni proces na Akademiji tehničko-vaspitačkih strukovnih studija izvodi visokokvalitetan i stručan kadar koji konstantno radi na podizanju svojih nastavnih, naučnih i stručnih kapaciteta. U prilog tome govori i naučno-istraživačka delatnost na Akademiji, ostvarena stručno-tehnička saradnja sa brojnim visokoškolskim institucijama i privrednim subjektima u zemlji i inostranstvu i razvijena međunarodna saradnja koja se ogleda u učešću u brojnim međunarodnim projektima.

Zbornik radova Akademije tehničko-vaspitačkih strukovnih studija za 2023. godinu predstavlja plod marljivog rada i predanosti nastavnika i saradnika sva tri odseka Akademije: Odsek Niš, Odsek Pirot i Odsek Vranje iz različitih naučnih polja – tehničko-tehnološkog, prirodno-matematičkog i društveno-humanističkog polja. U ovogodišnjem Zborniku radova objavljena su ukupno 74 rada koji pokrivaju širok spektar tema, od najnovijih tehnoloških dostignuća u tehničkim disciplinama do pedagoških pristupa i metoda u vaspitnom radu. Svaki rad odražava trud i angažman autora u istraživanju, analizi i sintezi relevantnih informacija i ideja. Ovaj Zbornik nije samo rezultat individualnih napora, već i plod saradnje i timskog rada.

Zahvaljujemo se svim autorima na njihovom doprinosu i entuzijazmu, kao i recenzentima koji su pomogli u osiguravanju kvaliteta radova. Verujemo da će ovaj Zbornik biti koristan izvor informacija i inspiracija za sve zainteresovane i da će podstaći dalju raspravu, istraživanje i inovacije u ovim poljima.

U Nišu, decembra 2023. godine.

SADRŽAJ:

1. VTŠFIT APLIKACIJA ZA PREVENCIJU POVREDA TOKOM VEŽBANJA KORIŠĆENJEM VEŠTAČKE INTELIGENCIJE	1
Nikola Vukotić, Slavimir Stošović, Mihajlo Cekić, Petar Virijević, Kristina Stevanović	
2. INTERPOLACIJA AUDIO SIGNALA PRIMENOM KVADRATNIH JEZGARA	5
Nataša Savić, Violeta Stojanović	
3. RAZVOJ NAPREDNE STRIMING APLIKACIJE ZA TIZEN SMART TV	9
Slavimir Stošović, Miloš Nasković, Dušan Stefanović	
4. MREŽNA AUTOMATIZACIJA KORIŠĆENJEM PYTHON BIBLIOTEKA NETMIKO I NAPALM	13
Dušan Stefanović, Nikola Vukotić, Vladimir Kovačević	
5. PRIMENA WEBASSEMBLY TEHNOLOGIJE U RAZVOJ WEB APLIKACIJA	17
Zoran Veličković, Marko Veličković	
6. TARTINI TON KOD AKUSTIČNE GITARE	21
Zoran Milivojević, Milica Mladenović, Milan Cekić	
7. PROJEKTOVANJE KUĆNOG TELEVIZIJSKOG STUDIJA ZA STRIMING UŽIVO	25
Nataša J. Bogdanović	
8. ANALIZA SIGURNOSTI WORDPRESS SAJTOVA KROZ PRIMENU SUCURI SECURITY DODATK	29
Dejan Blagojević, Nikola Marinković	
9. RAZVOJ DIGITALNOG BRENDA	33
Branislav Stanisavljević, Goran Petković, Svetlana Trajković	
10. VANET MREŽE I NJIHOVA PRIMENA	36
Nikola Milutinović, Goran Milosavljević	
11. PRIMENA LEAN PROIZVODNJE U INDUSTRIJI 4.0	40
Biljana Milutinović, Petar Đekić, Miloš Ristić	
12. TEHNOLOŠKI POSTUPAK KOVANJA BOČNE PLOČE ZA VUČU	44
Miloš Ristić, Jovana Golubović	
13. PROJEKTOVANJE I IZRADA NOSAČA CENTRIFUGALNIH VENTILATORA ZA NESPI 4 CASE KUĆIŠTE	47
Milan Pavlović, Milica Janković, Nenad Tjupa	
14. PRIMENA DRVENOG BRAŠNA U GUMI NA BAZI GUMENOG REGENERATA	51
Petar Đekić, Biljana Milutinović	
15. IZRADA VARALICE ZA RIBOLOV POMOĆU TEHNOLOGIJE SLA 3D ŠTAMPE	53
Gordana Jović, Milan Nikolić, Miroslav Mijajlović	
16. IZRADA PROTOTIPA POSTOLJA STOLA POMOĆU 3D ŠTAMPE	57
Branislav Dimitrijević, Vladan Jovanović, Damjan Stanojević	

17. IZRADA KUĆIŠTA ZA UREĐAJ „BROJAČ SKLEKOVA” FDM TEHNOLOGIJOM	60
Milica Janković, Milan Pavlović, Gordana Jović	
18. ZNANJE I VEŠTINE U TRANSPORTU – POSLODAVCI I DRŽAVA NA ZAJEDNIČKOM ZADATKU?	64
Dušan Radosavljević	
19. ОБАВЕЗЕ ИНСТРУКТОРА ВОЖЊЕ У ПОГЛЕДУ ВОЂЕЊА ДОКУМЕНТАЦИЈЕ У ПРОЦЕСУ ОСПОСОБЉАВАЊА КАНДИДАТА ЗА ВОЗАЧЕ	67
Дејан Богићевић, Мина Николић	
20. САВРЕМЕНА РЕШЕЊА СИСТЕМА НАПЛАТЕ У ЈАВНОМ ПРЕВОЗУ У СВЕТУ И КОД НАС	71
Милан Станковић, Јован Мишић	
21. PARKING SISTEMI ZA REŠAVANJE PROSTORA ZA PARKIRANJE	75
Stefan Mihajlović, Dušan Radosavljević	
22. INICIJATIVE CITY LOGISTIKE SA CILJEM ODRŽIVOG RAZVOJA	79
Jovan Mišić, Milan Stanković, Vladimir Popović, Stefan Mihajlović	
23. PRAĆENJE EMISIJA IZ VOZILA I MERENJE ZAGAĐENJA DRUMSKOG SAOBRAĆAJA	83
Sandra Stanković, Aleksandra Boričić	
24. PREDVIĐANJE RASTVORENOG KISEONIKA U RECI DUNAV PRIMENOM ANN I MLR	87
Lidija Stamenković, Ljiljana Đorđević	
25. MODEL MEŠANJA OTPADNE VODE U RECI JUŽNA MORAVA NAKON NJENOG ISPUŠTANJA IZ POSTROJENJA ZA PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA GRADA VRANJA	91
Irena Tasić, Srđan Tasić	
26. EKOLOŠKI ASPEKT ISPITIVANJA HIGIJENSKE ISPRAVNOSTI VODA ZA PIĆE	95
Gordana Bogdanović	
27. MODELOVANJE GENERISANOG OTPADA OD HRANE PRIMENOM ANN	99
Ljiljana Đorđević, Lidija Stamenković, Jovana Džoljić	
28. ANALIZA EFIKASNOSTI MODELA NAPLATE KOMUNALNE USLUGE ODNOŠENJA OTPADA IZ DOMAĆINSTAVA	103
Boban Cvetanović	
29. ISKUSTVA I REŠENJA U UPRAVLJANJU KOMUNALNIM OTPADOM	106
Natalija Petrović	
30. KARAKTERIZACIJA ČAJEVA I SIRUPA SA ISTEKЛИМ РОКОМ УПОТРЕБЕ	110
Матија Милошевић, Аница Милошевић, Братимир Нешић, Слађана Недељковић	
31. ЛАБОРАТОРИЈСКА АНАЛИЗА ОТПАДНОГ ФИЛА ИЗ ПРОИЗВОДНОГ ПРОЦЕСА КОМПАНИЈЕ „СОКО ШТАРК“.	114
Аница Милошевић, Матија Милошевић, Братимир Нешић, Слађана Недељковић	
32. KLIMATSKЕ PROMENE I ZELENA POLITIKA GRADA VRANJA, SRBIJA	118
Jovana Džoljić, Vojislav Stojanović	
33. UTICAJ MEĐUNARODNIH STANDARDA NA UNAPREĐENJE KVALITETA VAZDUHA: STUDIJA SLUČAJA	122
Aleksandra Boričić, Sandra Stanković, Natalija Petrović	

34. OPTIMIZACIJA MERA OBNOVE STAMBENIH ZGRADA U CILJU POBOLJŠANJA ENERGETSKE EFIKASNOSTI PRIMENOM SOFTVERA "KnaufTerm2"	126
Ana Mitrović, Milica Cvetković	
35. ULOGA BIOREMEDIJACIJE U ŽIVOTNOJ SREDINI	130
Tijana Milanović, Vojislav Stojanović	
36. UPOREDNA ANALIZA EKONOMSKE ISPLATIVOSTI ENERGETSKOG UNAPREĐENJA STAMBENOG OBJEKTA	134
Milica Cvetković, Ana Mitrović	
37. EKONOMSKI I EKOLOŠKI BENEFITI RECIKLAŽE PAPIRA	138
Vojislav Stojanović	
38. UTICAJ GRAĐEVINSKOG OTPADA NA ŽIVOTNU SREDINU	142
Jelena Bijeljić, Dušan Kocić	
39. SVOJSTVA RECIKLIRANOG BETONA NA BAZI FLOTACIJSKE JALOVINE	145
Milan Protić	
40. PRIMENA EKOLOŠKIH PRINCIPA U KONTEKSTU PROJEKTOVANJA ZGRADA	149
Marija Mihajlović, Ljiljana Stošić Mihajlović, Marko Mihajlović	
41. TAČNOSTI GEODETSKOG SNIMANJA UZ KORIŠĆENJE BESPILOTNIH LETELICA	153
Zoran Ilić, Vladica Krstić, Aleksandar Ilić, Darko Kuželka	
42. IDEJNO REŠENJE BLOKA SOCIJALNOG STANOVANJA	157
Dušan Janjić, Aleksandra Marinković	
43. TEMELJI POTPORNOG ZIDA U LOŠEM KVALITETU ZEMLJIŠTA	161
Danijela Zlatković, Jelena Zlatković	
44. ISTORIJSKI RAZVOJ URBANISTIČKIH PLANOVA GRADA NIŠA	164
Nemanja Petrović	
45. UTICAJ OKOLNIH ZGRADA NA GUBITKE I DOBITKE ENERGIJE POSLOVNE ZGRADE U NIŠU	168
Vladan S. Jovanović	
46. FUNKCIONALNE KARAKTERISTIKE STAMBENE ARHITEKTURE NIŠA U PERIODU KASNE MODERNE – STUDIJA SLUČAJA	171
Marjan Petrović	
47. UPOREDNA ANALIZA REZULTATA ISPITIVANJA BETONA SA RAZLIČITIM KOLIČINAMA PRIMESA ELEKTROFILTERSKOG PEPELA	175
Dušan Kocić, Jelena Bijeljić	
48. ANALIZA AKUSTIČKIH PARAMETARA LF, LFC I IACC JEDNE VIŠENAMENSKE SALE	179
Violeta Stojanović, Zoran Milivojević, Nataša Savić	
49. NEJEDNAKOST: POSLEDICA IZBORA ILI DESTABILIZACIJA DRUŠTVA	183
Vladimir Kostić, Goran Dinić	
50. KOGNITIVNO-VIZUELNI PRISTUP OBRADI SADRŽAJA IZ OBLASTI GRANIČNIH VREDNOSTI FUNKCIJA	186
Tanja Sekulić, Valentina Kostić	

51. ZAKONI OBRNUTOG REDOSLEDA SLABOG GRUPNOG INVERZA Dunja Stojanović	189
52. UTVRĐIVANJE ALTERNATIVNIH KONCEPCIJA STUDENATA KAO VAŽNA ETAPA U PROCESU IZUČAVANJA FIZIČKIH POJAVA; BESTEŽINSKO STANJE I SLOBODAN PAD Ivana Krulj	192
53. KLASIFIKACIJA PITANJA NASTAVNIKA U NASTAVI STRANIH JEZIKA Sanja Petrović, Ivica Panić	195
54. SAVREMENI KONCEPTI U NASTAVI I UČENJU U VISOKOM OBRAZOVANJU: OPŠTI PREGLED Maja Stanojević Gocić, Dragana Trajković	199
55. JEZIK KOMPJUTERA I NOVIH MEDIJA U SVAKODNEVNOM GOVORU MLADIH Marija Boranijašević, Vladica Ubavić	203
56. NASTAVNIČKI I GOTOVI TESTOVI Anđelina Stefanović	207
57. CHAT GPT U KONTEKSTU NASTAVE ENGESKOG JEZIKA ZA POSEBNE NAMENE Danica Milošević	211
58. ПОКРЕТАЧИ ИНОВАЦИЈА Сузана Стојковић	213
59. МАКРОЕКОНОМСКА КРЕТАНЈА У СРБИЈИ У ПЕРИОДУ 2020-2023. ГОДИНЕ И МЕРЕ , ЕКОНОМСКЕ ПОЛИТИКЕ У ЦИЈУ СТАБИЛИЗАЦИЈЕ И ПРИВРЕДНОГ РАЗВОЈА Gordana Mrdak, Milica Stanković, Nataša Dimitrijević	217
60. ЕКОНОМСКИ АСПЕКТИ ДИГИТАЛНЕ ТРАНСФОРМАЦИЈЕ И КОНКУРЕНТНОСТИ Milica Stanković, Milica Stošić	221
61. АКТИВНОСТИ МЕНАДЖЕРА ЛЈУДСКИХ РЕСУРСА У САВРЕМЕНИМ КОМПАНИЈАМА Svetlana Trajković, Branislav Stanisavljević	224
62. ПРЕДУЗЕТНИЧКИ ЕКОСИТЕМИ У СРБИЈИ Tiana Anđelković, Gordana Mrdak	228
63. ЗНАЊЕ КАО СТРАТЕШКА ПЕРФОРМАНСА ИНОВАЦИЈА Ljiljana Stošić Mihajlović, Marija Mihajlović	232
64. УЛОГА И ЗНАЧАЈ ЗДРАВЕ ХРАНЕ У ИШРАНИ ДЕЦЕ ШКОЛСКОГ УЗРАСТА Jelena Marković, Tijana Milanović, Tiana Anđelković	236
65. ТЕХНОЛОШКИ ПОСТУПАК РЕЗАНЈА ПЛОЧА IVERICA НА HORIZONTALNOM FORMATIZERU UZ MERENJE PARAMETARA OBRAD Damjan Stanojević, Branislav Dimitrijević	240
66. ДЕЧЈА ИГРА У ФУНКЦИЈИ РАЗВОЈА МУЗИЧКОГ ИЗРАЖАВАЊА И КРЕАТИВНОСТИ КОД ДЕЦЕ ПРЕДШКОЛСКОГ УЗРАСТА Емилија Поповић	244
67. КРЕАТИВНИ ПРОЦЕС У ЛИКОВНОМ СТВАРАЛАШТВУ ДЕЦЕ И ОДРАСЛИХ УМЕТНИКА Bojana Nikolić, Dragana Dragutinović	247

68. ARHITEKTURA KOJA VASPITAVA Dragana Dragutinović, Bojana Nikolić	251
69. МОТИВ ЂАВОЛА У РОМАНУ ХАЗАРСКИ РЕЧНИК Јелена Вељковић Мекић	255
70. МЛАДИ I ЕКОЛОШКА КРИЗА Mirjana Marković, Ljubiša Mihajlović, Ivan Stamenković	259
71. INTEGRATIVNOST I INTERAKTIVNOST LIKOVNOG STVARALAČKOG IZRAŽAVANJA DECE PREDŠKOLSKOG UZRASTA I STUDENATA-VASPITAČA Vera Virijević Mitrović	263
72. ОБРАЗОВНИ СИСТЕМ РАДИ ОНО ЗА ШТА ЈЕ СТВОРЕН. I ТО ЈЕ ПРОБЛЕМ Ivan Stamenković, Mirjana Marković, Marija Novaković, Anđela Marković	267
73. НОРМАТИВНА ЕТИКА I ПОСЛОВНА ЕТИКА Dejan Đorđević	270
74. ФИГУРЕ ПОНАВЉАЊА У ПОЕЗИЈИ ЗА ДЕЦУ Душица Поттић	272



VTŠFIT APLIKACIJA ZA PREVENCIJU POVREDA TOKOM VEŽBANJA KORIŠĆENJEM VEŠTAČKE INTELIGENCIJE

VTŠFIT APPLICATION FOR PREVENTING INJURIES DURING EXERCISE USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Nikola Vukotić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, A. Medvedeva 20, Niš*
Slavimir Stošović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, A. Medvedeva 20, Niš*
Aleksa Zdravković, *Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, A. Medvedeva 14, Niš*
Mihajlo Cekić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, A. Medvedeva 20, Niš*
Petar Virijević, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, A. Medvedeva 20, Niš*
Kristina Stevanović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, A. Medvedeva 20, Niš*

Sadržaj – U ovom radu opisana je implementacija veštačke inteligencije unutar VTŠFit aplikacije za prevenciju povreda tokom vežbanja sportista. Primenjen je model dubokog učenja – YOLO Pose kako bi se detektovale ključne tačke na telu. Uz pomoć tačaka na telu izvršena je analiza ispravnosti vežbe izračunavanjem različitih ključnih uglova. U radu su dati opisi korišćenih tehnologija kao i način funkcionisanja same aplikacije.

Ključne reči: Veštačka inteligencije, Mašinsko učenje, Duboko učenje, YOLO

Abstract – This paper describes the implementation of artificial intelligence within the VTŠFit application for the prevention of injuries during exercise of athletes. Deep learning model - YOLO Pose was applied to detect key points on the body. With the help of points on the body, the correctness of the exercise was analyzed by calculating different key angles. The paper provides descriptions of the technologies used as well as the way the application itself functions.

Key words: Artificial Intelligence, Machine Learning, Deep Learning, YOLO

1. UVOD

Veštačka inteligencija predstavlja interdisciplinarnu oblast koja spaja računarsku nauku sa obimnim skupovima podataka kako bi omogućila rešavanje različitih problema. Ona obuhvata podoblasti kao što su mašinsko učenje (ML – Machine Learning) [1] i duboko učenje (DL – Deep Learning) [2], često spominjane u vezi sa ovom oblašću. Ove podoblasti koriste algoritme koji imaju za cilj stvaranje sistema sposobnih za predviđanja ili klasifikacije na osnovu unetih podataka [3]-[5].

Mašinsko učenje je podoblast veštačke inteligencije koja se usmerava na upotrebu podataka i algoritama kako bi oponašala način na koji ljudi uče, postepeno poboljšavajući tačnost svojih predviđanja. Primena mašinskog učenja može se ogledati u situacijama kada je zadat složen zadatak ili problem koji uključuje puno podataka i promenljivih, ali ne postoji jednačina za njegovo rešavanje [6].

Duboko učenje je specijalizovana forma mašinskog učenja. U toku primene algoritama mašinskog učenja, relevantne karakteristike sa slikovnih podataka se ručno izdvajaju, a zatim koriste za kreiranje modela koji kategorizuje slike. Nasuprot tome, u dubokom učenju, karakteristike se automatski izdvajaju iz slika. Duboko učenje izvodi tzv. „učenje od kraja do kraja“ (engl. End to end

learning) pri čemu se algoritmu prosleđuju sirovi podaci i zadatak koji treba izvršiti, nakon čega se uči kako automatski postići rešenje zadatka.

Svrha korišćenja ovakvih algoritama je višestruka. Oni omogućavaju brže donošenje odluka u kraćem vremenskom periodu uz nižu cenu. Na taj način teži se ka automatizaciji i pojednostavljenju svakodnevnih poslova za pomoć čoveku.

Primena veštačke inteligencije je sve veća. U radu [7] se upoređuje nekoliko tehnika mašinskog učenja za predviđanje prostorno-vremenskog korišćenja resursa od strane aplikacija (na primer mikroarhitektura CPU-a, veličina i brzina memorije, karakteristike ulaznih podataka i sl.). Rad [8] se bavi predviđanjem potencijalnog odustajanja studenata od školovanja na osnovu podataka iz programa za online učenje nad uzorkom od 62.375 studenata. S druge strane u radu [9] je obrađeno istraživanje korišćenjem veštačke inteligencije koje omogućava etiketiranje reči u rečenici na srpskom jeziku na osnovu vrste, podvrste reči i padeža.

U ovom radu je prikazana primena modela veštačke inteligencije koja pomaže korisnicima da izvode osnovne vežbe u teretani pružajući savete za pravilno izvođenje. Na taj način se u odsustvu personalnog trenera, smanjuje rizik od povreda i omogućava praćenje i unapređenje forme tokom vežbanja.

1.1. Motivacija

Neppravilno izvođenje vežbi sa opterećenjem (tegovima), najčešći su uzrok povreda tokom treninga. Popularne vežbe snage (čučanj i mrtvo dizanje), ukoliko se prilikom izvođenja vežbe opterećenje oslanja kičmu ili kolena, umesto na mišiće, one mogu dovesti do mikrotraume koje nagomilavanjem dovode do povrede. Početnicima bez podrške iskusnog trenera je jako teško da održe pravilnu formu izvođenja vežbe. Ovaj rad ima za cilj da spreči povrede i time omogući ljudima da pravilno treniraju i poboljšaju kvalitet svojih sportskih aktivnosti, a samim tim i kvalitet života.

2. MODELI I BIBLIOTEKE

U razvoju same aplikacije korišćeni su open-source razvojni alati. Sve tehnologije i korišćeni modeli su opisani i objašnjena njihova primena u narednim potpoglavljima.

2.1. PYTHON

Python je jednostavan, čitljiv i veoma popularan programski jezik sa podrškom za različite paradigme u programiranju [10]. Koristi se u oblastima veštačke inteligencije zbog svoje obimne podrške, brzog razvoja, prenosivosti i sposobnosti za vizualizaciju podataka.

2.2. OPENCV I TKINTER

OpenCV (engl. Open Source Computer Vision Library) je biblioteka otvorenog koda koja uključuje nekoliko stotina algoritama za računarski vid. Posедуje modularnu strukturu, što znači da paket uključuje nekoliko deljenih ili statičkih biblioteka. Dostupni su različiti moduli, kako na primer za procesiranje slika, videa, detekciju objekata, itd. [11].

Tkinter je standardna biblioteka za grafički interfejs (GUI) u Python-u. Koristi se za kreiranje GUI aplikacija sa grafičkim elementima kao što su prozori, dugmad, okviri, unosi teksta i mnogi drugi elementi koji omogućavaju korisnicima da interaguju sa programom. Tkinter je deo standardne Python biblioteke, što znači da je dostupan bez potrebe za dodatnim instalacijama [12].

2.3 YOLO MODEL

YOLO (engl. You Only Look Once) je model za detekciju objekata i segmentaciju slika. Objavljen je 2015. godine i ubrzo stekao popularnost zbog svoje brzine i preciznosti [13]. Do sada je objavljeno više verzija ovog modela, a trenutno je aktivna verzija 8 koja je i upotrebljena prilikom realizacije praktičnog dela ovog rada [14]. Dostupni su YOLOv8 modeli za detekciju, segmentaciju i prepoznavanje tačaka na telu koji su trenirani na COCO [15] skupu podataka, a takođe postoje i modeli za klasifikaciju trenirani nad ImageNet [16] skupom podataka. Svi modeli su sadržani u poslednjoj objavljenoj verziji [17].

YOLO model se u praksi često koristi kako zbog svoje preciznosti tako i zbog brzine. Postoje ugrađene metode za dotreniranje ovog modela, a ovaj deo će detaljnije biti opisan u poglavlju 3.

2.4. CVAT

Cvat (engl. Computer Vision Anotation Tool) je alat za anotaciju podataka na slikama i video snimcima. Koristi se zbog svoje jednostavnosti i adaptivnosti za različite modele veštačke inteligencije [18]-[19].

3. TRENIRANJE MODELA

Implementacija modela veštačke inteligencije u jedinstvene projekte uglavnom zahteva „dotreniranje“ modela. Modelu se isporučuju novi podaci sa obeleženim pojedinostima koje su bitne za model. Time se pospešuje njegova predikcija specifičnih podataka za dati projekat.

Npr. za projekat u kojem se na osnovu slike prepoznaje poza u jogi, potrebno je model „hraniti“ upravo odgovarajućim slikama sa obeleženim podatkom o pozi.

Za složenije modifikacije izvornog modela, kao što je dodavanje nove tačke na telu čoveka, potrebno je dosta više podataka i postoji potreba za nadograđivanjem osnovnih klasa YOLO Pose modela.

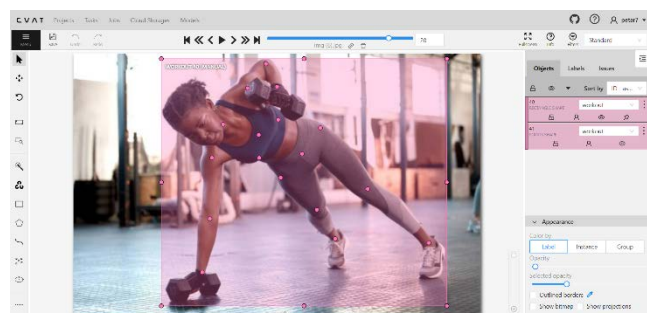
Projekat prepoznavanja pravilnosti forme prilikom izvođenja vežbi zahteva preuređivanje postojećih klasa YOLO modela. Uz osnovne tačke koje model pamti, za projekat je bitno da postoje tačke središnjeg dela kičme, koje se koriste u izračunavanju procenta krivljenja kičme. Primer primene tačke na središtu kičme se nalazi na Slici 1.



Slika 1. Pravilno i nepravilno izvedena vežba.

Zbog važnosti središnje tačke na kičmi, u ovom radu izvršeno je dodatno treniranje modela sa dodatom pomenutom tačkom kako bi se predikcija pravilnih vežbi podigla na viši nivo, a i kako bi bila sigurnija po korisnike.

Za anotaciju podataka, koje se daju modelu, koristi se CVAT, kao na Slici 2, koji se zbog svoje jednostavnosti svrstava među najpopularnije alate za treniranje modela.



Slika 2. Anotacija tačaka na slici.

Kada se anotira set podataka potreban za treniranje modela potrebno je pokrenuti skriptu sa Slike 3. Dužina treniranja zavisi od količine podataka.

```

from ultralytics import YOLO

model = YOLO("yolov8n-pose.pt")
# Učitamo pretrenirani model
model.train(data="config.yaml", epochs=1)

```

Slika 3. Treniranje modela.

Može se uočiti poziv metode `train` koja uz nove podatke (`data`) vrši dotreniranje modela u nekoliko iteracija (`epochs`). Dodatno treniranje u ovom radu vršeno je u jednoj epohi, što se može videti u vrednosti drugog parametara metode [20].

Trenutna količina slika treniranih i validiranih u modelu je 103. Sa stanovišta tačnosti, podatak o tački za kičmu trenutni model nije spreman za široku upotrebu u realizaciji. Za primenu ovako osetljivog podatka koji se koristi u medicinske svrhe, krucijalna je visoka preciznost za koju je potrebno model trenirati sa hiljadama podataka. Te se u vreme pisanja ovog rada za ocenjivanje forme koriste samo osnovne tačke *YOLO Pose* modela.

4. IMPLEMENTACIJA

Primena YOLO Pose modela na slici kao jedna od najjednostavnijih implementacija, može se naći na Slici 4.

```

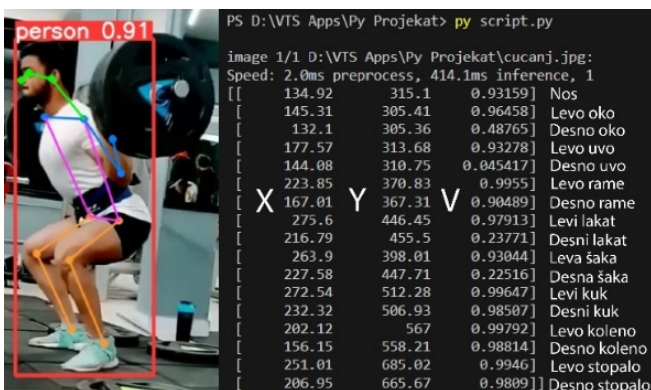
from ultralytics import YOLO
# Pre ovoga uraditi pip install ultralytics
model = YOLO('yolov8m-pose.pt')
# Učitamo model
results = model(source='cucanj.jpg', conf = 0.3, save=True)

```

Slika 4. Primer osnovne implementacije

Rezultat modela dobija lista, svaki član te liste je jedna obrađena slika odnosno frame [20].

Zatim u okviru obrađene slike se pristupa generisanim tačkama korišćenjem `.keypoints` svojstva, u tom svojstvu se nalazi lista od 17 tačaka za svaku bitnu tačku na telu. Tačke mogu biti predstavljene u obliku `[x,y]` ili `[x,y,visibility]`.

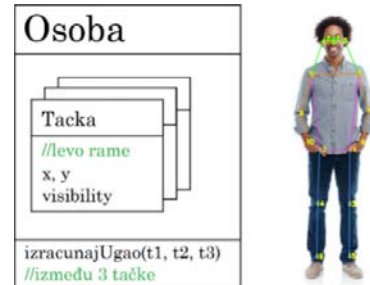


Slika 5. Prikaz rezultata i `x, y, visibility` komponente tački.

Visibility predstavlja sigurnost modela da je tačka vidljiva, tačke sa `visibility` manjom od 0.5 model automatski ne prikazuje u vizuelnoj prezentaciji, to je moguće primetiti na Slici 5. Ovim postupkom može se pristupiti svim koordinatama pojedinačno i njima upravljati u svrhu cilja projekta.

4.1. Klasifikacija podataka

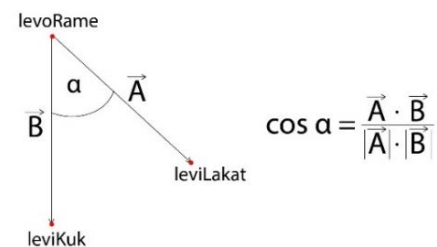
Da bi se lakše pristupalo komponentama koriste se klase. Klasa *Tacka* konstruisana je uz pomoć tri prethodno navedene komponente jedne tačke, klasa *Osoba* sastoji se od 17 tačaka i ima metode za manipulisanje tačkama. Slikoviti prikaz pomenutih klasa se nalazi na Slici 6. Uz pomoć klasa, primer pozivanja koordinate bi izgledao ovako: `osoba.levoRame.x`



Slika 6. Šematski prikaz klasa.

4.2. Računanje uglova između tačaka

Uglovi između tačaka tela su krucijalni pokazatelji forme izvođenja vežbe, samim tim metoda za izračunavanje uglova je sam ključ ovog projekta. Koordinate tačaka su smeštene u ravni, te se sa njima može manipulirati primenom formula unutar Euklidove geometrije u ravni, kao što je prikazano na Slici 7. Za svaku vežbu, neophodno je definisati tačne uglove kojim se definiše pravilno izvođenje.



Slika 7. Formula za ugao između dva vektora.

5. REALIZACIJA

5.1. Računanje uglova između tačaka

Pravila i limiti su jedinstveni za svaku vežbu, limiti su postavljeni u skladu sa medicinskim preporukama. Prilikom izvođenja vežbe čučanj, najčešće su povrede kolena i kičme. Upravo zbog toga je najbitnije obratiti pažnju na te delove tela. Zbog toga se prate uglovi između:

1. Ramena–Kičme–Kuka
2. Kuka–Kolena–Stopala

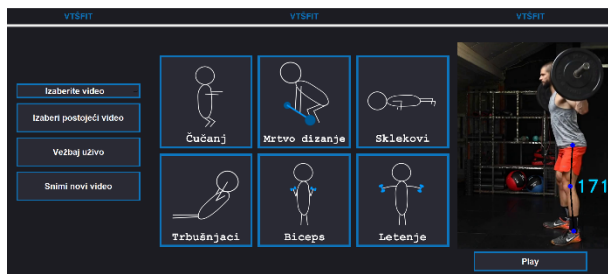
Ugao između kolena, kuka i stopala određuje fazu u jednom ponavljanju. „Faze“ su predstavljene bojom za lakše raspoznavanje. Plava - početni stav, zelena - krajnji stav i crvena - prenisko, mogućnost povrede visoka [21]. Na Slici 8. može se videti primer svih mogućnosti.



Slika 8. Indikatori ispravnog rada vežbe.

5.2. Uputstvo za upotrebu

Grafički interfejs aplikacije sastoji se iz tri dela. Odabir videa, odabir vežbe i prikaz rezultata. U delu gde se bira izvor, moguće opcije su: prethodno snimljen video smešten u folderu videoSnimci, kao na Slici 9, snimiti novi video korišćenjem web kamere i vežbanje uživo preko web kamere. Nakon odabrane metode za unos videa, potrebno je odabrati vežbu koja se očitava.

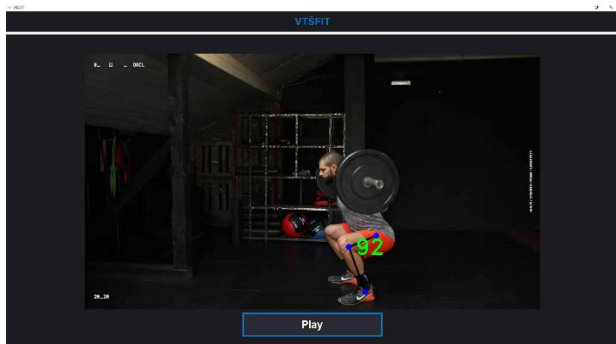


Slika 9. Korisnički interfejs.

Odabir se svodi na šest popularnih vežbi:

1. Čučanj
2. Mrtvo dizanje
3. Sklekovi
4. Trbušnjaci
5. Biceps
6. Letenje

Poslednji prozor prikazuje obrađeni video sa naznačenim greškama i prikazanim upozorenjima, ukoliko postoje. Na Slici 10, prikazan je rezultat ispravno odrađenog dela vežbe za čučanj.



Slika 10. Pravilno odrađen čučanj u aplikaciji.

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu realizovan je sistem za prevenciju povreda korišćenjem YOLO Pose modela, pomoćnih biblioteka u programskoj jeziku Python i pomoćnih alata za anotaciju slika. Implementirani sistem je u stanju da na osnovu postojećeg video snimka, video snimka koji se snima prilikom korišćenja aplikacije, kao i iz snimka sa kamere analizira prethodno izabranu vežbu korisnika i daje mu povratne informacije o tome da li se vežba radi ispravno. Primećena je još jedna veoma važna tačka na telu, na kičmi, koja igra važnu ulogu u praćenju ispravnosti vežbi. U tu svrhu izvršeno je dodatno treniranje modela kako bi se i ova tačka dodatno označavala. Međutim, kako je nova tačka kičme jako bitna i potencijalno opasna, za praktičnu primenu i upotrebu, minimalan procenat tačnosti je 90%. Naredni cilj u okviru ovog projekta jeste dovođenje modela do potrebne sigurnosti, kroz treniranje modela većim brojem uzoraka, u cilju postizanja preciznijih podataka koje su ključ uspeha i praktične primene aplikacije.

LITERATURA

- [1] IBM, "What is machine learning", <https://www.ibm.com/topics/machine-learning>
- [2] MathWorks, "What is Machine Learning", <https://www.mathworks.com/discovery/machine-learning.html>
- [3] IBM, "What is artificial intelligence (AI)", <https://www.ibm.com/topics/artificial-intelligence>
- [4] N. Laskowski. "Artificial intelligence (AI) What is Artificial Intelligence and How Does AI Work? Tech-Target. <https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/definition/AI-Artificial-Intelligence> (pristupljeno Okt. 19, 2023.)
- [5] Artificial Intelligence: Ai Technology and Deep Learning Systems Explained. (2020). Italija: Self Publisher.
- [6] S. Brown. "Machine learning, explained" <https://www.mathworks.com/discovery/machine-learning.html> (pristupljeno Okt. 15, 2023)
- [7] A. Matsunaga and J. A. B. Fortes, "On the Use of Machine Learning to Predict the Time and Resources Consumed by Applications," 2010 10th IEEE/ACM International Conference on Cluster, Cloud and Grid Computing, Melbourne, VIC, Australia, 2010, pp. 495-504
- [8] M. Tan and P. Shao, "Prediction of Student Dropout in E-Learning Program Through the Use of Machine Learning Method", Int. J. Emerg. Technol. Learn., vol. 10, no. 1, pp. pp. 11-17, Feb. 2015.
- [9] N. Vukotić, S. Petrović and S. Stojković, "Implementation of the Serbian Language POS Taggers Using the NLTK Library" 2023 58th International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies (ICEST), Nis, Serbia, 2023, pp. 151-154
- [10] Python. Dostupno na: <https://www.python.org/>
- [11] OpenCV. Dostupno na: <https://pypi.org/project/opencv-python/>
- [12] Tkinter. Dostupno na: <https://docs.python.org/3/library/tkinter.html>
- [13] G. Jocher, "Ultralytics YOLOv8 Docs" <https://docs.ultralytics.com/> (Pristupljeno Sep. 11, 2023.)
- [14] H. Muhammad, "YOLO-v1 to YOLO-v8, the Rise of YOLO and Its Complementary Nature toward Digital Manufacturing and Industrial Defect Detection" Machines (jun 2023). <https://doi.org/10.3390/machines11070677>
- [15] G. Jocher, "COCO - Ultralytics YOLOv8 Docs", <https://docs.ultralytics.com/datasets/detect/coco/> (Pristupljeno Sep. 16, 2023.)
- [16] G. Jocher, ImageNet - Ultralytics YOLOv8 Docs, <https://docs.ultralytics.com/datasets/classify/imagenet/> (Pristupljeno Sep. 15, 2023.)
- [17] GitHub – ultralytics, Dostupno na: <https://github.com/ultralytics/ultralytics>
- [18] GitHub – Cvat. <https://github.com/opencv/cvat>
- [19] Cvat.ai. Dostupno na: <https://www.cvat.ai/>
- [20] N. Vukotić, A. Zdravković, S. Antić, M. Cekić (2023). "VTŠFit" GitHub. https://github.com/nikolavukotic/VTS_Apps_Team_AI
- [21] V. Vukašinović, Srbija, Čučanj – Pravilno Izvođenje (maj 2020.). Dostupno na: www.youtube.com/watch?v=WU_ks_hJ7nY&t=241s.



INTERPOLACIJA AUDIO SIGNALA PRIMENOM KVADRATNIH JEZGARA INTERPOLATION OF AUDIO SIGNALS USING QUADRATIC KERNELS

Nataša Savić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*
Violeta Stojanović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*

Sadržaj - U prvom delu ovog rada opisana su dva parametarska kvadratna interpolaciona jezgra. Kvadratna jezgra dužine $L = 4$ definisana su po segmentima pomoću polinoma drugog reda. Primenom konvolucione interpolacije sa implementiranim kvadratnim jezgrima izvršena je interpolacija audio signala. U drugom delu rada prikazani su eksperimentalni rezultati. Kao mera preciznosti interpolacije koristi se srednja kvadratna greška - MSE. Minimiziranjem MSE određeni su optimalni parametri jezgara. Nakon toga izvršena je komparativna analiza. Rezultati su prikazani tabelarno i grfički.

Ključne reči: Interpolacija. Konvolucija. Interpolaciono jezgro. Audio-signal. Optimalan parametar.

Abstract - In the first part of this paper, two parametric quadratic interpolation kernels are described. Quadratic kernels of length $L = 4$ are defined using second-order polynomials on segments. Audio signal interpolation was performed using convolutional interpolation with implemented quadratic kernels. The second part of the paper presents the experimental results. Mean square error - MSE is used as a measure of interpolation precision. Optimum kernel parameters were determined by minimizing MSE. After that, a comparative analysis was performed. The results are presented tabularly and graphically.

Key words: Interpolation. Convolution. Interpolation kernel. Audio-signal. Optimal parameter.

1. UVOD

Prilikom reprodukcije audio signala u mnogim slučajevima potrebno je digitalni signal pretvoriti u analogni. U procesu D/A konverzije nameće se potreba za primenom interpolacije. Razvijen je veliki broj interpolacionih algoritama koji primenjuju različite interpolacione metode [1]. U mnogim algoritmima se primenjuje konvoluciona interpolacija [2, 3]. Konvoluciona interpolacija realizuje se uz primenu konvolucionog jezgra. Kako teorijski idealno interpolaciono jezgro, zbog svoje beskonačne dužine nije praktično primenljivo razvijaju se jezgra konačne dužine. Najčešće su to polinomijalna jezgra reda $n \leq 7$. Kako bi se smanjila greška interpolacije uvode se parametarska konvoluciona jezgra [3, 4]. Optimizacijom parametra jezgra minimizira se interpolaciona greška.

U ovom radu primenjuje se konvoluciona interpolacija uz primenu Jednparametarsko kvadratnih jezgara. Izvršena je komparativna analiza preciznosti konvolucione interpolacije relizovane sa implementiranim jezgrima (2) i (3). Interpolirani su audio i sinusni test signali, kojima je superoniran AWGN (engl. *Additive white Gaussian noise*). Izračunavanjem srednje kvadratne greške interpolacije za različite vrednosti SNR, utvrđena je efikasnost interpolacije, kod audio i sinusnih test signala. Nakon toga izvršena je komparativna analiza preciznosti konvolucione interpolacije. Minimiziranjem MSE, eksperimentalnim putem određeni su optimalni parametri jezgara (2) i (3).

Organizacija rada je sledeća: U sekciji 2 prikazana su kvadratna parametarska interpolaciona jezgra. U sekciji 3 opisan je eksperiment, prikazani su eksperimentalni rezultati i izvršena komparativna analiza. Sekcija 4 je zaključak.

2. KVADRATNA INTERPOLACIONA JEZGRA

Kvadratna interpolaciona jezgra dužine $L = 4$ opisana su polinomima drugog reda. Opšti oblik jezgra je:

$$r(x) = \begin{cases} a_2|x|^2 + a_1|x| + a_0, & |x| \leq 1 \\ b_2|x|^2 + b_1|x| + b_0, & 1 < |x| \leq 2. \\ 0 & |x| > 2 \end{cases} \quad (1)$$

U radu [5] opisano je Dodgsonovo parametarsko interpolaciono jezgro drugog reda sa:

$$r(x) = \begin{cases} -2\alpha|x|^2 + \frac{1}{2}(\alpha + 1), & |x| \leq \frac{1}{2} \\ \alpha|x|^2 + \left(-2\alpha - \frac{1}{2}\right)|x| + \frac{3}{4}(\alpha + 1), & \frac{1}{2} < |x| \leq \frac{3}{2} \\ 0 & |x| > \frac{3}{2} \end{cases} \quad (2)$$

gde je α parametar jezgra.

U radu [6] opisano je parametarsko interpolaciono jezgro drugog reda, na segmentu $[-2,2]$ sa:

$$r(x) = \begin{cases} -|x|^2 + 1, & |x| \leq 1 \\ -2\alpha|x|^2 + 6\alpha|x| - 4\alpha, & 1 < |x| \leq 2 \\ 0 & |x| > 2 \end{cases} \quad (3)$$

gde je α parametar jezgra.

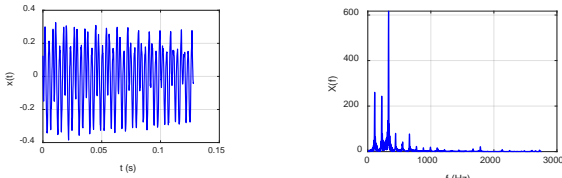
3. EKSPERIMENTALNI REZULTATI I ANALIZA

3.1 Eksperiment

U cilju testiranja preciznosti konvolucione interpolacije sa implementiranim prethodno opisanim parametarskim kvadratnim jezgrima, kod audio signala sproveden je eksperiment. U okviru eksperimenta računata je MSE i određivana optimalna vrednost parametra za jezgra (2) i (3), kod audio signala sa superponiranim AWGN.

3.2 Baza

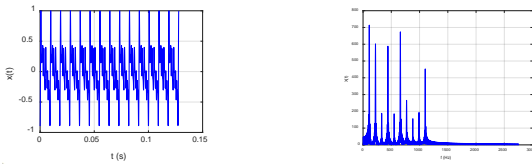
Bazu čine audio (tonovi A0, A2 i A6) i sinusni test signali sa fundamentalnim frekvencijama koje odgovaraju tonovima A0 (SinA0, $f_0 = 27,5\text{Hz}$), A2 (SinA2, $f_0 = 110\text{Hz}$) i tonu A6 (SinA6, $f_0 = 1760\text{Hz}$). Test signalima je superponiran AWGN. Odnos signal- šum (SNR) pripada skupu $\{-10, -5, 0, 5, 10, 20, 30, 40\}\text{dB}$. Test signali su u formi **wav** fajlova arhivirani na hard disku. Snimanje je obavljeno sa $f_s = 44.1\text{ kHz}$ i 16 bps.



a)

b)

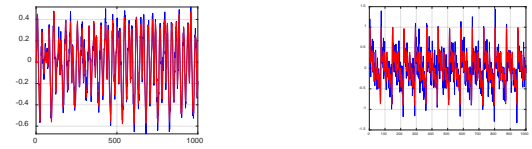
Slika 1. Audio test signal (ton A2, $f_0 = 110\text{Hz}$): a) vremenski i b) spektralni domen.



a)

b)

Slika 2. Sinusni test signal (SinA2, $f_0 = 110\text{Hz}$): a) vremenski i b) spektralni domen.



a)

b)

Slika 3. Test signali sa AWGN, SNR = 5dB: a) audio (ton A2, $f_0 = 110\text{Hz}$ i b) sinusni (SinA2, $f_0 = 110\text{Hz}$).

Audio test signal tona A2 ($f_0 = 110\text{Hz}$), prikazan je na: a) sl. 1.a (vremenski domen) i b) sl.1.b (spektralni domen)

Sinusni test signal koji odgovara A2 tonu, $f_0 = 110\text{Hz}$, prikazan je na: a) sl. 2.a (vremenski domen) i b) sl.2.b (spektralni domen)

Na sl.3 prikazani su test signali sa superponiranim AWGN i SNR = 5dB.

3.3 Eksperimentalni rezultati

Optimalne vrednosti parametra jezgra i minimalne vrednosti MSE, za razne vrednosti SNR, dobijene interpolacijom test signala primenom kvadratnog jednoparametarskog jezgra (2) su prikazani u Tbl.1 - Tbl.3, dok su za jezgro (3) u Tbl.4 - Tbl.6. Na Sl.4 i Sl.5 prikazana je zavisnost MSE od parametra α za jezgro (2) i (3) respektivno, kod test signala za SNR = 10 a) ton A2 i b) SinA2. Na Sl. 6 i Sl.7 prikazane su minimalne vrednosti MSE u zavisnosti od SNR.

Tabela 1. Optimalni parametri i minimalne vrednosti MSE za jezgro (2) kod test signala A0 i SinA0

SNR	Ton A0		SinA0	
	α_{opt}	MSE_{min}	α_{opt}	MSE_{min}
-10	4.3400	0.0575	4.4900	1.8655
-5	4.2800	0.0182	4.4800	0.5899
0	4.1000	0.0058	4.4800	0.1866
5	3.5700	0.0018	4.4600	0.0590
10	2.2100	$6.0029 \cdot 10^{-4}$	4.4000	0.0187
20	-3.0200	$7.031 \cdot 10^{-5}$	3.6300	0.0019
30	-5.3700	$1.2795 \cdot 10^{-5}$	-0.5300	$2.0646 \cdot 10^{-4}$
40	-5.6800	$6.8479 \cdot 10^{-6}$	-5.2100	$2.5934 \cdot 10^{-5}$
	$\alpha_{opt_A0(2)}$	$MSE_{min_A0(2)}$	$\alpha_{opt_SinA0(2)}$	$MSE_{min_SinA0(2)}$
	0.5537	0.0105	2.5250	0.3402

Tabela 2. Optimalni parametri i minimalne vrednosti MSE za jezgro (2) kod test signala A2 i SinA2

SNR	Ton A2		SinA2	
	α_{opt}	MSE_{min}	α_{opt}	MSE_{min}
-10	4.3600	0.0964	4.3400	1.8702
-5	4.3100	0.0305	4.0300	0.5952
0	4.1300	0.0097	3.1800	0.1916
5	3.6200	0.0031	1.2700	0.0633
10	2.3200	0.0010	-1.4700	0.0217
20	-2.4700	$1.3136 \cdot 10^{-4}$	-4.7600	0.0035
30	-4.5200	$3.6431 \cdot 10^{-5}$	-5.3000	0.0016
40	-4.7900	$2.6687 \cdot 10^{-5}$	-5.3600	0.0014
	$\alpha_{opt_A2(2)}$	$MSE_{min_A2(2)}$	$\alpha_{opt_SinA2(2)}$	$MSE_{min_SinA2(2)}$
	0.8700	0.0176	-0.5088	0.3436

Tabela 3. Optimalni parametri i minimalne vrednosti MSE za jezgro (2) kod test signala A6 i SinA6

SNR	Ton A6		SinA6	
	α_{opt}	MSE_{min}	α_{opt}	MSE_{min}
-10	3.4400	0.0288	4.2700	1.8092
-5	2.0500	0.0100	3.8900	0.6845
0	0.3000	0.0041	3.3100	0.3305
5	-0.9100	0.0021	2.8000	0.2195
10	-1.4600	0.0015	2.5400	0.1849
20	-1.7300	0.0012	2.4000	0.1712
30	-1.7600	0.0012	2.3800	0.1701
40	-1.7600	0.0012	2.3800	0.1700
	$\alpha_{opt_A6(2)}$	$MSE_{min_A6(2)}$	$\alpha_{opt_SinA6(2)}$	$MSE_{min_SinA6(2)}$
	-0.2288	0.0063	2.9962	0.4675

Tabela 4. Optimalni parametri i minimalne vrednosti MSE za jezgro (3) kod test signala A0 i SinA0

SNR	Ton A0		SinA0	
	α_{opt}	MSE_{min}	α_{opt}	MSE_{min}
-10	-0.0500	0.0852	-0.0800	2.7779
-5	-0.1500	0.0273	-0.1900	0.8899

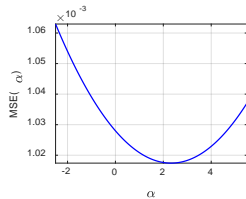
0	-0.3000	0.0089	-0.3300	0.2862
5	-0.4500	0.0029	-0.4400	0.0916
10	-0.5300	$9.5065 \cdot 10^{-4}$	-0.4900	0.0292
20	-0.5800	$1.3353 \cdot 10^{-4}$	-0.5100	0.0030
30	-0.5800	$5.1281 \cdot 10^{-5}$	-0.5200	$3.5116 \cdot 10^{-4}$
40	-0.5800	$4.3053 \cdot 10^{-5}$	-0.5200	$8.8080 \cdot 10^{-5}$
	$\alpha_{opt_A0_ (3)}$	$MSE_{min_A0_ (3)}$	$\alpha_{opt_SinA0_ (3)}$	$MSE_{min_SinA0_ (3)}$
	-0.4025	0.0157	-0.3850	0.5098

Tabela 5. Optimalni parametri i minimalne vrednosti MSE za jezgro (3) kod test signala A2 i SinA2

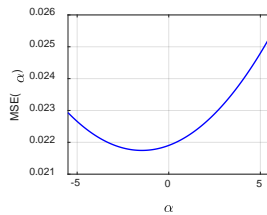
SNR	Ton A2		SinA2	
	α_{opt}	MSE_{min}	α_{opt}	MSE_{min}
-10	-0.0400	0.1429	-0.0400	2.7684
-5	-0.1400	0.0459	-0.1100	0.8863
0	-0.3000	0.0149	-0.2300	0.2880
5	-0.4600	0.0048	-0.3600	0.0963
10	-0.5400	0.0016	-0.4300	0.0348
20	-0.5900	$2.1508 \cdot 10^{-4}$	-0.4600	0.0089
30	-0.5900	$7.6886 \cdot 10^{-5}$	-0.4700	0.0063
40	-0.5900	$6.3136 \cdot 10^{-5}$	-0.4700	0.0060
	$\alpha_{opt_A2_ (3)}$	$MSE_{min_A2_ (3)}$	$\alpha_{opt_SinA2_ (3)}$	$MSE_{min_SinA2_ (3)}$
	-0.4062	0.0263	-0.3212	0.5119

Tabela 6. Optimalni parametri i minimalne vrednosti MSE za jezgro (3) kod test signala A6 i SinA6

SNR	Ton A6		SinA6	
	α_{opt}	MSE_{min}	α_{opt}	MSE_{min}
-10	-0.0500	0.0413	0.0200	2.6499
-5	-0.1600	0.0138	0.0200	0.9915
0	-0.4000	0.0049	0.0100	0.4700
5	-0.7100	0.0020	0.0010	0.3067
10	-0.9300	$9.8387 \cdot 10^{-4}$	-0.0100	0.2560
20	-1.0700	$5.3017 \cdot 10^{-4}$	-0.0300	0.2358
30	-1.0900	$4.8188 \cdot 10^{-4}$	-0.0300	0.2341
40	-1.0900	$4.7654 \cdot 10^{-4}$	-0.0300	0.2341
	$\alpha_{opt_A6_ (3)}$	$MSE_{min_A6_ (3)}$	$\alpha_{opt_SinA6_ (3)}$	$MSE_{min_SinA6_ (3)}$
	-0.6875	0.0081	-0.0061	0.6723

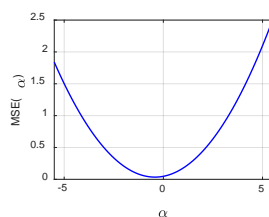
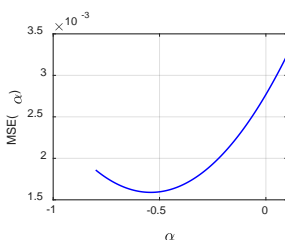


a)

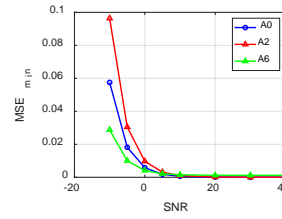


b)

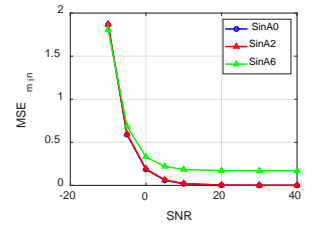
Slika 4. Zavisnost MSE od parametra α kod jezgra (2) za SNR = 10, kod test signala a) ton A2 i b) SinA2



Slika 5. Zavisnost MSE od parametra α kod jezgra (3) za SNR = 10, kod test signala a) ton A2 i b) SinA2

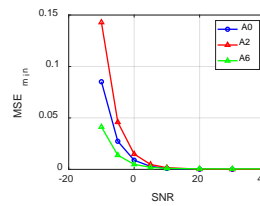


a)

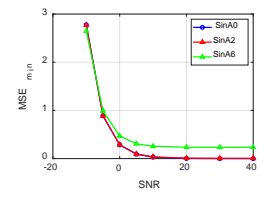


b)

Slika 6. Minimalne vrednosti MSE u zavisnosti od SNR za jezgro (2) a) za audio i b) sinusne test signale



a)



b)

Slika 7. Minimalne vrednosti MSE u zavisnosti od SNR za jezgro (3) a) za audio i b) sinusne test signale

3.4 Analiza rezultata

Na osnovu eksperimentalnih rezultata prikazanih u Tbl.1 – Tbl.6 može se zaključiti da je:

a) za audio test signale (Ton A0) srednja vrednost MSE_{min} kod jezgra (3) u odnosu na srednju vrednost MSE_{min} kod jezgra (2) $MSE_{min_A0_ (3)} / MSE_{min_A0_ (2)} = 0.0157 / 0.0105 = 1.4952$, (Ton A2) $MSE_{min_A2_ (3)} / MSE_{min_A2_ (2)} = 0.0263 / 0.0176 = 1.4943$ i (Ton A6) $MSE_{min_A6_ (3)} / MSE_{min_A6_ (2)} = 0.0081 / 0.0063 = 1.2857$ puta veća,

b) za sinusne test signale (SinA0) srednja vrednost MSE_{min} kod jezgra (3) u odnosu na srednju vrednost MSE_{min} kod jezgra (2) $MSE_{min_SinA0_ (3)} / MSE_{min_SinA0_ (2)} = 0.5098 / 0.3402 = 1.4985$, (SinA2) $MSE_{min_SinA2_ (3)} / MSE_{min_SinA2_ (2)} = 0.5119 / 0.3436 = 1.4898$ i (SinA6) $MSE_{min_SinA6_ (3)} / MSE_{min_SinA6_ (2)} = 0.6723 / 0.4675 = 1.4381$ puta veća,

c) greška procene audio signala kod oba jezgra manja u odnosu na grešku procene sinusnih signala,

d) preciznost interpolacije povećana se povećanjem SNR-a.

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu eksperimentalnih rezultata i detaljne analize prikazane u drugom delu rada može se zaključiti da je jezgro (2) efikasnije u odnosu na jezgro (3). Poređenjem MSE-a i kod audio i kod sinusnih signala jezgro (3) je generisalo približno 1.5 puta veću grešku. Zato je preporuka implementiranja jezgra (2) kod kvadratne konvolucione interpolacije.

LITERATURA

- [1] J. A. Parker, R. V. Kenyon, and D. E. Troxel, "Comparison of interpolation methods for image resampling", *IEE Trans. Med. Image* vol.2, pp.31-39, 1983.
- [2] E. Meijering, K. Zuiderveld, & M. Viergever, "Image Reconstruction by Convolution with Symmetrical Piecewise n-th-Order Polynomial Kernels", *IEEE Transactions on Image Processing*, 8 (2), 192-201, 1999.
- [3] 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.
- [4] N. Savić, Z. Milivojević, Z. Veličković, "Optimization of the 3P Keys kernel parameters by minimizing the ripple of the spectral characteristic", *FACTA UNIVERSITATIS*, 35(2), 283-300, 2022.
- [5] A. Dodgson, "Quadratic interpolation for image resampling", *IEEE Trans. Image Processing*, vol. 6, no.9, pp. 1322-1326, Sept. 1997.
- [6] N. Savić, Z. Milivojević and D. Brodić, "Estimation of frequency of a signal by means of interpolation with a quadratic convolution kernel", *ETF Jurnal of Electrical Engineering*, vol. 20, pp. 40-49, 2014.



RAZVOJ NAPREDNE STRIMING APLIKACIJE ZA TIZEN SMART TV DEVELOPMENT OF AN ADVANCED STREAMING APPLICATION FOR TIZEN SMART TV

Slavimir Stošović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*
Miloš Nasković, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*
Dušan Stefanović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*

Sadržaj – Kroz praktičan primer ovaj rad približava postupak dizajniranja, razvoja i testiranja striming aplikacije za Tizen Smart TV. Opisan je novi koncept konzumiranja sadržaja pod nazivom OTT (eng. Over The Top) koji postaje dominantan na tržištu. Kroz objašnjavanje pomenutog koncepta, glavni fokus je stavljen na pametne televizore koji su najviše evoluirali pod pritiskom inovacija. Evolucija pametnih televizora ispraćena je kroz razvoj mnogobrojnih operativnih sistema koji ih pokreću kao što su TizenOS i WebOS, koji su sposobni za pokretanje i web aplikacija.

Ključne reči: Razvoj SmartTV aplikacija, OTT, TizenOS, UI/UX dizajn, React

Abstract - Through a practical example, this paper approaches the process of designing, developing and testing a streaming application for Tizen Smart TV. A new concept of content consumption called OTT (Over The Top), which is becoming dominant in the market, is described. Through explaining the mentioned concept, the main focus is placed on smart TVs that have evolved the most under the pressure of innovation. The evolution of smart TVs has been accompanied by the development of numerous operating systems that run them, such as TizenOS and WebOS, which are also capable of running web applications.

Key words: SmartTV application development, OTT, TizenOS, UI/UX design, React

1. UVOD

Stalnim napretkom multimedije koja direktno zavisi od tehnološkog razvoja, televizija se pojavila kao jedan od najuticajnijih i najprodornijih medija komunikacije i zabave. Televizija je vremenom pretrpela značajnu transformaciju, prevazilazeći svoju tradicionalnu ulogu i time postala visoko interaktivna multimedijalna platforma koja je bogata funkcionalnostima. Glavni okidač ove transformacije je pojava pametnih televizora koji su uveli novi i može se reći revolucionarni način na koji korisnici doživljavaju televizijski sadržaj.

Ono što čini pametne televizore posebnim jeste spoj tradicionalne televizije i funkcionalnostima računara tako što je opremljen internet konekcijom i pruža interakciju sličnu računaru. Time se gledaocima omogućava da pristupe širokom spektru sadržaja i to izvan konvencionalnih emitovanja signala putem kablovskih kanala. Pored standardnog TV programa javljaju se usluge video strimovanja na zahtev (eng. *VoD video on demand*) [1], igre, surfovanje web-om i to su samo neke od mogućnosti u kojima današnji korisnik može da uživa iz udobnosti svojih dnevnih soba.

Poboljšanje performansi pametnih televizora dovelo je do pojave novog koncepta isporuke sadržaja pod nazivom OTT (eng. *Over The Top*) [2] koji zaobilazi tradicionalne

kablovske ili satelitske televizijske provajdere. Ovim direktnim pristupom omogućava se korisnicima pristup sadržaju kada njemu to odgovara i preko više uređaja.

Poslednjih godina popularnost smart TV aplikacija je naglo porasla iz razloga što današnji potrošači sve više traže nove opcije za zabavu. Za razvoj aplikacija za pametne televizore se mogu koristiti i web tehnologije poput HTML, CSS i JavaScript-a čime se olakšava kompatibilnost na više platformi time olakšavajući programerima da kreiraju aplikacije koje mogu da rade na različitim brendovima televizora. I pored toga što se korišćenjem ovih tehnologija mogu kreirati aplikacije, programeri se i dalje susreću sa raznim izazovima.

Pametni televizori i koncept OTT-a dele zajedničku istoriju koja je promenila način isporuke sadržaja i njegovo konzumiranje. Danas su pametni televizori postali sastavni deo svakog domaćinstva koji nudi raznovrsni sadržaj. Pored domaćinstava pametni televizori su zastupljeni i u ostalim industrijama poput bankarstva i ugostiteljstva.

2. OPERATIVNI SISTEMI ZA SMART TV

U svetu potrošačke elektronike koja se brzo razvija, tržište pametnih televizora ističe se velikom konkurentnošću. Različiti proizvođači se trude da privuku pažnju potrošača tako što nude jedinstvena tehnološka rešenja i stvaraju

inovativne strategije. Na ovom polju konkurencije, proizvođači kao što su Samsung, LG, Sony i Panasonic teže ka tome da se razlikuju jedni od drugih ne samo kroz hardver već i preko svojih karakterističnih operativnih sistema. Sistemi koji imaju najveću udeo na tržištu su Tizen, WebOS, Android TV, Roku TV, FireFox OS dok ostali sistemi pokrivaju ostatak tržišta.

2.1. TIZEN OS

Samsung je jedan od vodećih proizvođača pametnih televizora i ima značajan udeo na tržištu i njih pokreće Tizen operativni sistem. Tizen pored pametnih televizora pokreće i pametne telefone i pametne satove čime Samsung pokušava da stvori jedinstveni ekosistem sačinjen od njegovih uređaja. Tizen infrastruktura je tako dizajnirana da bude skalabilna, što znači da aplikacije koje su kreirane mogu da rade i na starijim uređajima. Sa ekonomske strane Samsung je napravio limit od pet godina podrške za svoje televizore kako bi „motivisali“ kupce da menjaju svoje televizore češće.

Iz ugla bezbednosti Tizen koristi višeslojnu bezbednosnu arhitekturu da zaštiti korisničke podatke i spreči neovlašćeni pristup sistemskim resursima. Sistem uključuje API o uređajima što omogućava programerima da pristupe funkcijama uređaja kroz strogi sistem kontrole bezbednosti zasnovan na pravilima koji sprečava zlonamerno korišćenje API-ja. [3]

3. RAZVOJ SMART TV APLIKACIJE ZA TIZEN OS

Uspeh Smart TV aplikacija ne zavisi samo od sadržaja koje one nude već i od njihovog dizajna, funkcionalnosti i korisničkog iskustva. Razvoj takvih aplikacija zahteva poseban pristup koji obuhvata dizajn ali i kasniji razvoj. Taj pristup se ogleda u specifičnosti korisničkog interfejsa i načina komunikacije korisnika sa uređajem. Iako je postupak razvoja različit za svaku aplikaciju on se sastoji od dizajn procesa, programiranja i testiranja. Aplikacija čiji je razvoj predstavljen u ovom radu je vidžet za vremensku prognozu koji se prikazuje u toku emitovanja sadržaja uživo sa mogućnošću menjanja njegovog izgleda po želji korisnika.

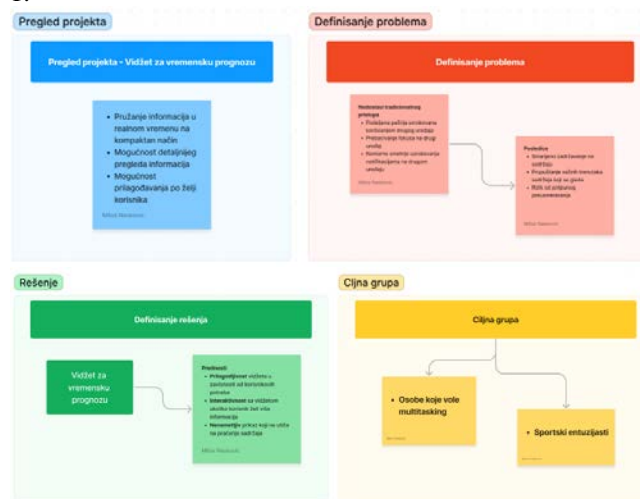
3.1 Dizajn proces

S obzirom na specifičnost komunikacije između korisnika i klijenta koja je moguća samo putem daljinskog upravljača sa ograničenim brojem tastera (najčešće samo strelice gore, dole, levo, desno i dugme OK), izgled same aplikacije se razlikuje u odnosu na aplikacije koje se razvijaju za pametne telefone i računare. Glavna karakteristika koja izdvaja Smart TV aplikacije jeste fokus gde se jedan element fokusira i postaje referentni u odnosu na druge koji se mogu fokusirati pritiskom na strelice na daljinskom upravljaču. Proces samog dizajniranja aplikacije je mnogo više od jednostavnog crtanja i slaganje elemenata. On zahteva razumevanje ciljne grupe korisnika za koje je aplikacija namenjena [4]. Pre izrade finalnog izgleda, neophodno je testiranje i izrada funkcionalnog dizajn prototipa koje omogućavaju alati za kreiranje korisničkih interfejsa poput Figma [5].

Prema kreatorima kompanije *The Futur* postoje četiri faze u kreiranju dizajna aplikacije pre nego što programeri krenu da je razvijaju. Ove faze obuhvataju istraživanje, kreiranje mape sajta, skiciranje izgleda i funkcionalnosti i razvoj finalnog dizajna aplikacije [6]. U koraku istraživanja se daje

odgovor na pitanje za koga je određeni proizvod, u ovom slučaju aplikacija namenjena. Definisanjem ciljne grupe ljudi i njihovog problema koja aplikacija treba da reši može biti od koristi za kasniji izbor ključnih reči koje su kasnije veoma bitne u SEO (eng. *Search Engine Optimization*) što je veoma važno ukoliko se aplikacija nalazi na web-u. U slučaju pametnih televizora može biti od koristi zato što se takva aplikacija može bolje kategorisati u prodavnici aplikacija i samim tim dostupnija potencijalnim korisnicima.

Neophodne informacije o aplikaciji na osnovu kojih će se raditi žičani okvir i finalni dizajn je potrebno grupisati unutar *FigJam* fajla. Sakupljene informacije će biti grupisane u sledeće grupe: pregled projekta, definisanje problema, definisanje rešenja i ciljna grupa kao što je prikazano na slici 1.



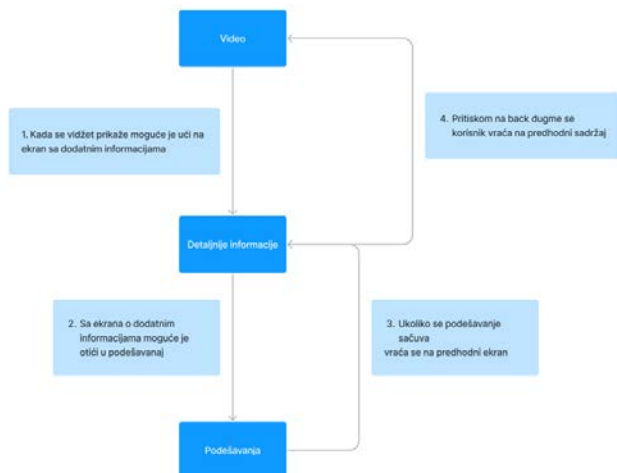
Slika 1. Grupisanje informacija dobijenih u fazi istraživanja.

Mapa sajta predstavlja dijagram koji prikazuje hijerarhiju i međusobni odnos stranica unutar web sajta ili aplikacije. Služi da kretanje kroz aplikaciju bude intuitivno što je veoma važno kod Smart TV aplikacija zbog elemenata koji su fokusirani i dugmeta za nazad na daljinskom upravljaču. Na osnovu mape sajta u slučaju sa pametnim televizorima moguće je na vreme predvideti ponašanje dugmića za opciju nazad što je veoma važno jer prilikom provere aplikacije od strane Samsunga ona može biti odbijena jer određeno ponašanje dugmeta nije poželjno.

Na osnovu informacija dobijenih iz procesa istraživanja se došlo do zaključka da aplikaciju čine tri ekrana. Prvi ekran je video koji se prikazuje i preko koga se prikazuje vidžet. Pritiskom na taster *OK* na daljinskom upravljaču dok je vidžet fokusiran, korisnik se prikazuje na ekran sa dodatnim informacijama. U ekranu sa dodatnim informacijama postoji opcija za podešavanje samog vidžeta koja predstavljaju treći ekran. Unutar *FigJam* fajla dodavanjem strelica između elemenata se kreiraju veze koje mogu biti objašnjene kao što je prikazano na slici 2. Korišćenjem ovih veza jasnije se definiše ponašanje i kretanje kroz ekrane unutar aplikacije.

Skiciranje modela je važan korak u kreiranju korisničkog interfejsa jer je skica odnosno takozvani *wireframe* fleksibilniji u odnosu na finalni dizajn koji ne trpi naknadne izmene. Sam proces skiciranja ne ide u detalje i često se samo obeležava prostor gde će ići budući element kao što su slike, dodatni tekst i ikonice. Time se štedi dragoceno vreme i obezbeđuje se da finalna aplikacija bude u skladu sa željama

klijenta, potrebama korisnika ali i poslovnim ciljevima. Na osnovu prethodne kreirane mape aplikacije neophodno je napraviti dizajn za ekran gde se prvi put prikazuje vidžet sa vremenskom prognozom, ekran sa detaljnijim prikazom prognoze i ekran sa podešavanjima samog vidžeta kao što je prikazano na slici 3.

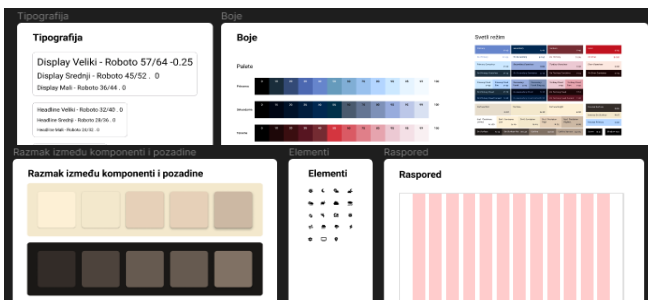


Slika 2. Prikaz mape aplikacije.



Slika 3. Prikaz žičanog okvira aplikacije.

Prilikom kreiranja finalnog dizajna korišćeni su principi koji je uspostavio Google kroz *Material Design* biblioteku. Na osnovu ovih principa jedan dizajn sistem se sastoji od tipografije, boja, razmaka između komponenti i pozadine, elemenata poput ikonica i tastatura i prelomnih tačaka kao što je prikazano na slici 4.



Slika 4. Prikaz dizajn sistema

Na osnovu ovih elementa kasnije se kreiraju komponente u Figma koje se kasnije primenjuju unutar finalnog dizajna [7]. Na osnovu definisanih komponenti i samog šablona koje stranice prate, programerima je olakšan posao prilikom razvoja samog korisničkog interfejsa na osnovu dizajna koji je prikazan na slici 5.



Slika 5. Prikaz finalnog dizajna.

3.2. Programiranje aplikacije

Izborom prave tehnologije za razvoj aplikacije omogućava se njena skalabilnost. S obzirom da su pametni televizori hardverski ograničeni oni ipak daju mogućnost izbora zanimljivih radnih okvira za razvoj aplikacije kao što je VueJS [8], AngularJS [9] ili ReactJS [10]. Za razvoj ove aplikacije odabran je ReactJS koji je JavaScript radni okvir (eng. *Framework*). Pored web aplikacija, React kroz *React Native* jezik omogućava kreiranje korisničkih interfejsa za mobilne uređaje [11]. Na osnovu definisanih tehnologija koje će se koristiti za izradu ove smart TV aplikacije neophodno je ispratiti unapred definisane korake a to je inicijalizacija projekta, definisanje *prettier* [12] i *eslint* pravila [13], podešavanje *Tailwind* biblioteke [14], definisanje ruta pomoću *React Router*-a [17] i kreiranje osnovnog rasporeda elemenata koji se ponavljaju, podešavanje video plejera, prikupljanje podataka pomoću *Axios*-a [15] i *React Query*-a [16] i kodiranje samih ekrana.

Prilikom razvoja koda, veoma je važno da on bude pravilno formatiran i da projekat ostane čitljiv i održavan čime se smanjuju šanse za greške. Kada više programera rade na istom projektu što je čest slučaj, ključno je da svi prate jedinstveni stil kodiranja. Time se olakšava razumevanje koda, pojednostavljuje se proces pregleda i obezbeđuje se da programeri brzo identifikuju i isprave nedostatke. U projektu su korišćeni *ESLint* i *Prettier* za obezbeđivanje pravilnog formatiranja otkucanog koda. Iako pojednostavljuje razvoj korisničkog interfejsa, *Tailwind* zahteva dodatno podešavanje kako bi se on koristio u projektu. Konfiguracioni fajl služi kako bi se *Tailwind* proširio dodatnim klasama i kako bi se već postojeće klase prilagodile potrebama programera kao što je prikazano na slici 6.

```

/** @type {import('tailwindcss').Config} */
const defaultTheme = require('tailwindcss/defaultTheme');

module.exports = {
  darkMode: 'class',
  content: ['./src/**/*.{js,jsx,ts,tsx}'],
  theme: {
    extend: {
      fontFamily: {
        sans: ['Roboto', ...defaultTheme.fontFamily.sans],
      },
      backgroundColor: {
        'primary-light': '#F3E8CC',
        'element-light': '#B3D5FF',
        'sidebar-light': '#CC8BA3',
        'primary-dark': '#332F2B',
        'element-dark': '#334A76',
        'sidebar-dark': '#4D433C',
      },
      textColor: {
        'text-light': '#001D3D',
        'text-dark': '#F3E8CC',
        'icon-light': '#1A1C18',
        'icon-focus-light': '#FFFFFF',
        'icon-dark': '#F3E8CC',
        'icon-focus-dark': '#CC8BA3',
      },
      borderWidth: {
        3: '3px',
        5: '5px',
      },
    },
  },
};
  
```

Slika 6. Tailwind konfiguracioni fajl

Nakon prilagođavanja *Tailwind* biblioteke neophodno je definisati i njegove rute. Pre samog definisanja Ruta neophodno je definisati osnovni raspored elemenata odnosno Layout. On sprečava ponavljanje elemenata kao što su meniji.

Za prikaz videa koji je tipa m3u8, neophodno je definisati logiku koja će služiti za inicijalizaciju HLS plejera. S obzirom da je program uživo, on se u ovom scenariju

upotrebe neće kontrolisati. Zbog toga ove funkcije nisu implemetirane u ovoj logici. Za potrebe inicijalizacije HLS plejera neophodno je kreirati takozvani *custom hook* koji ima za cilj da odvoji logiku komponente od njenog interfejsa u JSX-u kao što je prikazano na slici 7.

Zbog same strukture API ja, u ovom projektu je definisan uslov za pozivanje funkcije a to je kada je lokacija dostupna i definisana je količina podataka koju dobijamo. Struktura API-a je zamišljena tako da vrati podatke o vremenskoj prognozi za narednih pet dana ali na svaka tri sata što predstavlja objekat od četrdeset elemenata. Logika je kreirana tako da se nakon izvršenja vrati pet objekata za svaki dan po jedan ali da se za sate odabere najpribližnji broj sati od trenutnog vremena kao što je prikazano na slici 8. Tako da na primer ukoliko je osam sati ujutru, funkcija će vratiti podatke koji su označeni sa devet sati zato što je to najpribližnje vreme koje API vraća.

Slika 7. Logika za HLS Player

Slika 8. Logika za prikupljanje podataka

3.3. Testiranje

Nakon kreiranog projekta, programer se mora uveriti da li je otkucani kod optimizovan i da li poseduje određene greške. Testiranje standardnih web aplikacija može biti kompleksno ali ona se uvek svode na programerov računar, dok sa druge strane testiranje SmartTV aplikacija ima određene korake koji se moraju izvršiti kako bi se aplikacija inicijalno pokrenula i zatim kasnije testirala. Za potrebe testiranja aplikacija na Samsung televizorima se koristi Tizen Studio.

4. ZAKLJUČAK

OTT koncept je promenio način na koji korisnici sada konzumiraju način. Ovaj koncept nije imao samo uticaj na način konzumiranja sadržaja nego je doveo do promene namene uređaja koji se koriste za konzumiranje sadržaja. Uređaji poput pametnih televizora su doživeli transformaciju i oni predstavljaju uređaje za gledanje video sadržaja ali i dodatnih multimedijalnih sadržaja. Veliki igrači poput Samsunga svojim inovativnim rešenjima su dali novi život i svrhu televizorima koji postaju sve bolji. Pažljivim planiranjem i razvojem smartTV aplikacija iskustvo konzumiranja sadržaja se može samo poboljšavati uz proširenje dodatnim mogućnostima u budućnosti.

LITERATURA

- [1] Cheng Huang, Jin Li, Keith W. Ross, „Can Internet Video-on-Demand be Profitable?“, <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/1282380.1282396>, decembar 2023
- [2] Over the Top (OTT) and Multiscreen Video and Digital Content, <https://www.abiresearch.com/market-research/product/market-data/MD-OTMS/>, decembar 2023.
- [4] Josh Seiden, Jeff Gothelf, „Lean UX: Applying Lean Principles to Improve User Experience“
- [3] Tizen, Web Application Development for Beginners, https://www.tizen.org/sites/default/files/page/tizen_web_application_development_for_beginners.pdf, decembar 2023.
- [5] Fabio Staiano, Designing and Prototyping Interfaces with Figma
- [6] Building A Brand, A Documentary Series about Branding and the Business of Design, <https://www.buildingabrandshow.com/>, decembar 2023.
- [7] Material Design, Styles, <https://m3.material.io/styles>
- [8] VueJS, Documentation, <https://vuejs.org/>
- [9] AngularJS, Documentation, <https://angular.io/>
- [10] Cory Gackenhimer, „Introduction to React“
- [11] React Native, Documentation, <https://reactnative.dev/>
- [12] Prettier, Documentation, <https://prettier.io/docs/en/>
- [13] ESLint, Documentation, <https://eslint.org/docs/latest/>
- [14] Tailwind, Documentation, <https://tailwindcss.com/docs/installation>, septembar 2023.
- [15] Axios, Github Repository, <https://github.com/axios/axios>, septembar 2023.
- [16] TanStack Query, Documentation Overview, <https://tanstack.com/query/v3/docs/react/overview>, septembar 2023.
- [17] React router, Main Concepts, <https://reactrouter.com/en/main/start/concepts>, septembar 2023.



MREŽNA AUTOMATIZACIJA KORIŠĆENJEM PYTHON BIBLIOTEKA NETMIKO I NAPALM

NETWORK AUTOMATION USING PYTHON LIBRARIES NETMIKO AND NAPALM

Dušan Stefanović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, A. Medvedeva 20, Niš*
Nikola Vukotić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, A. Medvedeva 20, Niš*
Vladimir Kovačević, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, A. Medvedeva 20, Niš*

Sadržaj - Korišćenjem principa mrežne automatizacije postiže se bolja efikasnost upravljanja i korišćenja mreže, konzistentnost primene mrežnih pravila, povećanje skalabilnosti, mogućnosti i bezbednosti mreže, kao i lakše otkrivanje grešaka i problema u funkcionisanju mreže. Koncept softverski definisane mreže (software defined networking – SDN) ima za cilj da eliminiše zavisnost od proizvođača mrežnih uređaja, tako što se cela mreža centralno kontroliše i upravlja, a što je dalje uslovljalo pojavu raznih oblika mrežne automatizacije. Jedan od najprihvaćenijih metoda za automatizaciju je korišćenje Python biblioteke Netmiko i Napalm. U ovom radu su pokazani konkretni načini na koje je moguće koristiti Python sa pomenutim bibliotekama i praktično je pokazano da se konfiguracija rada određenih mrežnih uređaja može ubrzati onoliko puta koliko imamo uređaja u mreži, s obzirom da se konfiguracioni dokument formira samo jednom, a može se izvršavati na neograničenom broju uređaja. Takođe, korišćenjem metoda višenitnog izvršavanja koda, pokazana je vremenska ušteda koja se na taj način ostvaruje u procesu izvršavanja određenog mrežnog zadatka, a koja je u konkretnom primeru iznosila oko četiri puta. Navedeni su primeri konfigurisanja mreže, „bekapovanja“ postojećih konfiguracija, korišćenja multiprocesnog izvršavanja koda, na simulaciji mreže u GNS3 mrežnom simulatoru.

Ključne reči: Mrežna automatizacija, SDN, Python, Netmiko, Napalm

Abstract - By using the principles of network automation, it is possible to achieve better network management efficiency, consistency of applying network rules, increase of scalability, security of the network, as well as easier detection of errors and problems in the functioning of the network. The concept of a software defined networking (SDN) aims to eliminate the dependence on network device manufacturers, so that the entire network is centrally controlled and managed, which further led to the emergence of various forms of network automation. One of the most accepted methods for automation is using the Python libraries Netmiko and Napalm. This paper shows concrete ways in which it is possible to use Python with the mentioned libraries and it is practically shown that the configuration of the operation of certain network devices can be accelerated as many times as there are devices in the network, given that the configuration document is created only once, and it can be applied as much as needed. Also, by using the method of multi-threaded code execution, the time saving that is achieved in this way in the process of executing a certain network task, which in the specific example amounted to about four times, was shown. Examples of configuring the network, "backing up" existing configurations, using multi-process code execution, and simulating the network in the GNS3 network simulator are given.

Key words: Network automation, SDN, Python, Netmiko, Napalm

1. UVOD

Jedan od najvećih problema u okviru upravljanja mrežom je rast IT troškova za mrežne operacije. Rast podataka i uređaja počinje da nadmašuje IT mogućnosti, čineći ručne pristupe skoro nemogućim. Ipak, do 95 procenata mrežnih promena se obavlja ručno, što rezultira operativnim troškovima 2 do 3 puta većim od troškova mreže. Povećana IT automatizacija, kojom se centralno i daljinski upravlja, je od suštinskog značaja za preduzeća koja žele da drže korak u digitalnom svetu [1].

U kontekstu mrežne automatizacije, zadaci koje je obično obavljao administrator mreže ili sistema mogu se automatizovati korišćenjem brojnih alata i tehnologija. Ljudske greške su u velikom broju slučajeva razlog za većinu problema, uključujući nedostupnost, zastoje, sigurnost, itd., u mrežnom okruženju. Automatizacija će eliminisati ljudske greške i takođe ubrzati operacije, čime će se uštedeti vreme i troškovi. Mrežna automatizacija se sprovodi kombinacijom hardverskih i softverskih rešenja koja automatski izvršavaju zadatke koji se ponavljaju u mrežnom okruženju. Mrežni i sistemski

administratori naširoko koriste jezike za skriptovanje za automatizaciju zadataka. Ovo štedi vreme, trud i vreme i smanjuje ljudske greške. Među alatima za automatizaciju, Python i Ansible su najpopularniji. Imajući u vidu softverski definisanu mrežu (SDN), poznavanje bilo kog od ovih programskih jezika je od vitalnog značaja za budućnost administriranja mreže i Sistema [2].

Tema ovog rada je korišćenje principa mrežne automatizacije, koja podrazumeva korišćenje softvera i alata za automatizaciju konfigurisanja, upravljanja i rada fizičkih i virtuelnih uređaja unutar mreže, a cilju postizanja bolje efikasnosti upravljanja i korišćenja mreže, konzistentnosti primene mrežnih pravila, povećanju skalabilnosti, mogućnosti i bezbednosti mreže, kao i lakšem otkrivanju grešaka i problema u funkcionisanju mreže

Krajnji cilj rada je da kroz konkretne primere korišćenja Python biblioteka Netmiko i Napalm demonstriraju sve navedene prednosti mrežne automatizacije.

2. SOFTVERSKI DEFINISANO UMREŽAVANJE (SDN)

Softverski definisano umrežavanje (*Software Defined Networking* - SDN) je pristup umrežavanju koji ima za cilj da pojednostavi upravljanje mrežom i poboljša fleksibilnost mreže odvajanjem ravni kontrole mreže od ravni podataka. Ovo razdvajanje omogućava mrežnim administratorima da centralno upravljaju mrežom, koristeći kontrolere zasnovane na softveru, umesto da ručno konfiguriraju mrežne uređaje.

Tradicionalni pristup umrežavanju zahteva da svaki mrežni uređaj ima sopstvenu kontrolnu ravan, što otežava upravljanje velikim mrežama i njihovo skaliranje. SDN rešava ovaj problem tako što centralizuje upravljanje mrežom i kontrolu u softverski zasnovanom kontroleru, koji komunicira sa mrežnim uređajima koristeći standardizovane protokole kao što je *OpenFlow*.

U SDN arhitekturi, kontrolna ravan se sastoji od softverski zasnovanog kontrolera koji komunicira sa mrežnim uređajima, dok se ravan podataka sastoji od samih mrežnih uređaja. Kontroler komunicira sa nivoom podataka koristeći *OpenFlow*, koji je otvoreni protokol koji omogućava kontroleru da konfigurira mrežne uređaje, upravlja mrežnim saobraćajem i nadgleda performanse mreže [3].

SDN arhitektura omogućava mrežnim administratorima da programski upravljaju mrežnim resursima i automatizuju mrežnu konfiguraciju. Na taj način se olakšava postavljanje i upravljanje mrežnim uslugama, kao što su virtuelne privatne mreže (VPN), zaštitni zidovi (*firewall*), balanseri opterećenja (*load balancer*) i alati za praćenje mreže.

SDN, takođe, može poboljšati bezbednost mreže omogućavajući administratorima da centralno implementiraju bezbednosne politike i da ih konzistentno primenjuju na celu mrežu. Tako, zaštitni zid zasnovan na SDN-u može biti konfigurisan da blokira saobraćaj sa određenih IP adresa ili da dozvoli saobraćaj samo od ovlašćenih korisnika, jedinstveno za celu mrežu.

Još jedna prednost SDN-a je poboljšana vidljivost mreže i analitika. Uz centralizovano upravljanje mrežom, administratori mogu lakše da prikupljaju i analiziraju mrežne podatke, što pomaže u identifikaciji problema sa performansama mreže, rešavanju problema i optimizaciji mrežnog saobraćaja [3].

Ideja iza SDN tehnologije je pokušaj da se pronađu rešenja kako bi se izbegli mnogi problemi koji postoje u tradicionalnim mrežnim arhitekturama. Imajući u vidu značajna ograničenja koja se moraju prevazići da bi se zadovoljili savremeni IT zahtevi (*big data*, IoT, AI...), mreža mora imati mogućnost da se skalira kako bi se brzo prilagodila povećanim radnim opterećenjima – *workload-u* i rastu saobraćaja, uz istovremeno održavanje troškova u prihvatljivim okvirima [4].

U tradicionalnom mrežnom okruženju, svaki mrežni uređaj ima svoj kontrolni nivo – *control plane*, nivo podataka – *data plane* i nivo upravljanja – *management plane*. Kontrolni deo – *control plane* je u suštini *inteligencija* uređaja koji je odgovoran za kontrolu rutiranja saobraćaja i u slučaju npr. rutera, ovaj nivo poseduje svoju lokalnu tabelu rutiranja koja se kreira na osnovu složenih algoritama kao što je OSPF. Svaki mrežni uređaj takođe ima nivo podataka – *data plane*, koji definiše kako se paketi prosleđuju kroz fizički medijum, na primer, u zavisnosti od same implementacije rutera, može se koristiti FIB baza (*forwarding information base*), tako da se paket sprovedo do ispravnog odredišta [3].

Nivo upravljanja – *management plane* uključuje protokole koji omogućavaju mrežnim inženjerima da upravljaju uređajima. Telnet i Secure Shell (SSH) su dva reprezentativna protokola nivoa upravljanja. Ukoliko imamo više mrežnih uređaja, sa stanovišta nivoa upravljanja, morali bismo da koristimo CLI za povezivanje sa svakim od uređaja pojedinačno i obično ručno konfigurirajući svaki uređaj. Ovo je prema konceptu koji definiše SDN veoma složen način, jer ne postoji jedinstven hardver koji može da nadgleda celu mrežu već svaki mrežni uređaj mora da radi nezavisno.

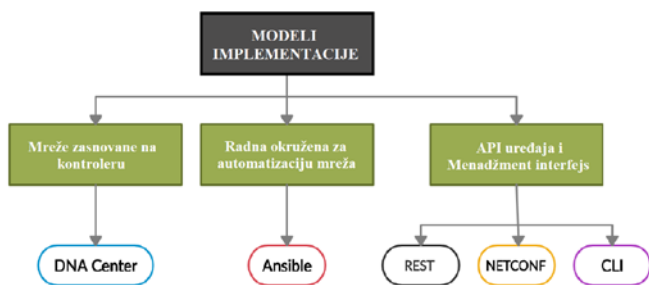
SDN model definiše fizičko razdvajanje kontrolnog nivoa i nivoa podataka mrežnih uređaja i suštinski menja način na koji dizajniramo i upravljamo mrežama. SDN ima dve glavne karakteristike. Prvo, SDN odvajaja kontrolni nivo - *control plane* (odlučivanje o upravljanju saobraćajem) od nivoa podataka - *data plane* (prosleđivanje saobraćaja prema odlukama koje donosi kontrolni nivo). Drugo, SDN ujedinjuje kontrolnu ravan, tako da jedan softverski kontrolni program kontroliše više elemenata u koje se nalaze u nivou podataka. Kontrolni nivo SDN vrši direktnu kontrolu nad stanjem u elementima nivoa podataka mreže (tj. ruteri, switch-evi i drugi uređaji) preko interfejsa za programiranje aplikacija (API), sto omogućava celoj mreži da bude programabilni i automatizovana [5].

3. MODELI IMPLEMENTACIJE

Kod implementacije i razmatranja automatizacije i programiranja mreže, možemo naići na mnoge trendove i tehnologije u mrežnoj industriji, koji su se pojavili u skorije vreme. Mnoge od njih se smatraju SDN-om ili se mogu takvim sagledavati, no treba napomenuti da pored karakteristika SDN paradigme koji donose razdvajanje nivoa kontrole od nivoa podataka, mreže zasnovane na kontroleru, API na mrežnim uređajima, alati za automatizaciju mreže (*framework*), postoje i pristupi koji dele istu generalnu ideju softvera koji radi iznad mrežne infrastrukture, a koriste se za automatizaciju zamornih zadataka koji se ponavljaju, centralizovanje i pojednostavljivanje upravljanja mrežom, apstrakciju i sakrivanje interakcija sa mrežnim uređajima na "niskom nivou". Koncept koji se nalazi iza ovih trendova ima za cilj

stvaranje hibridnih novijih rešenja i pristupa, u zavisnosti od okruženja kao i samih mrežnih uređaja, za automatizaciju upravljanja konfiguracijom i sprovođenja svakodnevnih zadataka, kako na tradicionalnim tako i na novijim mrežama. To dovodi do činjenice da se strategije implementacija automatizacije mreže i programiranja, razlikuju od slučaja do slučaja [6].

Ukratko će biti objašnjena tri uobičajena pristupa i načini realizacije - *USE CASES* automatizacije nivoa upravljanja i operacija na mreži, što je ilustrovano na slici na slici 1.



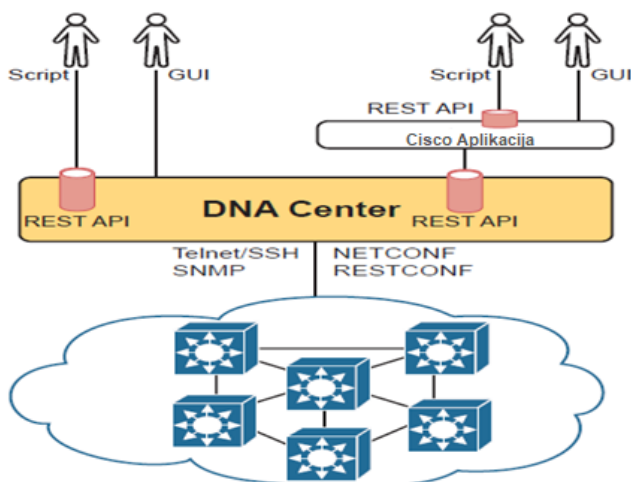
Slika 1. Modeli implementacije

Prvi pristup podrazumeva paradigmu upravljanja mrežom korišćenjem DNA centra. Kod drugog pristupa, automatizacija mreže se zasniva na direktnoj interakciji sa mrežnim uređajima, koristeći radno okruženje poput Ansible. Kod trećeg pristupa, direktnim korišćenjem API-ja, poput REST, NETCONF i CLI (interfejsa za upravljanje), a upotrebom Python-a, povezujemo na mrežni uređaj i vršimo njegovu konfiguraciju. Treći način, suštinski pruža neograničene mogućnosti konfiguracije i upravljanja mrežnim resursima [6].

4. CISCO DNA CENTAR

Cisco DNA Center pruža moćnu platformu za upravljanje mrežom, automatizaciju i sprovođenje politika. Omogućava pojednostavljivanje mrežnih operacija, poboljšanje performansi i bezbednosti mreže i priža lakši uvid u ponašanje i performanse mreže u realnom vremenu [7].

Cisco DNA Center, kao kontroler za upravljanje mrežom zasnovan je na osnovama Cisco digitalne mrežne arhitekture (*Digital Network Architecture - DNA*) i umrežavanja zasnovanog na nameri (*Intent Based Networking - IBN*), prati iste opšte koncepte arhitekture SDN kontrolera. Na slici 2. prikazan je opšti koncept Cisco DNA Centra.



Slika 2. Opšti koncept CISCO DNA Centra

Cisco DNA Center podržava nekoliko API-ja na "severnom delu" (*southbound*) za komunikaciju sa uređajima, a koje možemo podeliti u dve kategorije:

- Protokoli za podršku tradicionalnih mrežnih uređaja/verzija softvera: Telnet, SSH, SNMP;
- Protokoli za podršku novijih mrežnih uređaja/verzija softvera: NETCONF, RESTCONF.

Na "južnom delu" (*northbound*), Cisco DNA Center omogućava kontrolu korišćenjem skripti koje komuniciraju sa REST API platformom, ili korišćenjem predefinisanih GUI interfejsa koji obezbeđuje vidljivost mreže od kraja do kraja (*end to end*) i koristi mrežne podatke za optimizaciju performansi mreže i pruža optimalno korisničko iskustvo [5].

5. MREŽNA AUTOMATIZACIJA

Pristupi u automatizaciji mreže utiču na zadatke administriranja na pozitivan način jer štede trud, vreme i troškove. Najčešći zadaci za koje se na mrežnim uređajima može primeniti automatizovani radni tok su sledeći [8]:

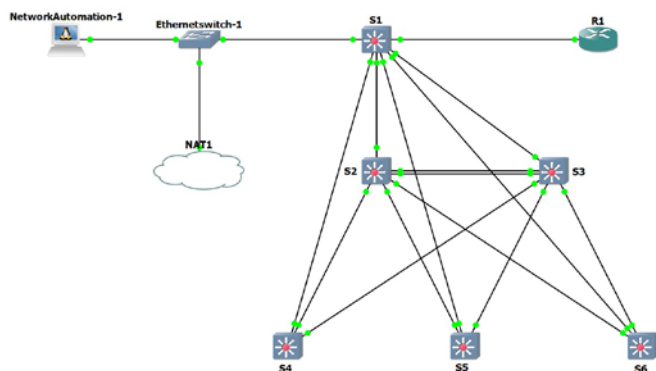
- *Device Provisioning*
Uključuje proces pripreme i opremanja mrežnog uređaja kako bi se omogućilo pružanje novih usluga korisnicima. Ovaj proces možemo podeliti na dva koraka, gde bi prvi korak bio kreiranje konfiguracione datoteke, a drugi, postavljanje konfiguracije na uređaj.
- *Prikupljanje podataka (Data Collection)*
Ovaj zadatak uključuje sve metode nadgledanja i prikupljanja važnih podataka sa mreže, obično koristeći protokole kao što je SNMP. Ovi alati proveravaju određene upravljačke informacione baze (*MIB - management information bases*) i vraćaju podatke alatu za praćenje. Podaci koji se vraćaju mogu biti preobimni ili nedovoljni za zadatak koji je potrebno obaviti. Koristeći određene alate za automatizaciju, možemo izdvojiti bitne podatke iz velikog broja podataka ili zatražiti dodatne podatke, kada je to potrebno.
- *Migracije (Migrations)*
Mrežne migracije podrazumevaju prenos podataka i programa sa stare mreže na novu mrežu. Ova migracija može biti u cilju prelaska na korišćenje potpuno nove mreže, ali može uključiti i proširenje trenutne mreže dodatnim sistemom.
- *Upravljanje konfiguracijom (Configuration Management)*
Podrazumeva postavljanje i upravljanje stanjem konfiguracije uređaja. Ovo podrazumeva sve od osnovnih operacija kao što je *VLAN provisioning* pa sve do složenijih procedura koje konfigurišu *switch-eve* na vrhu, zaštitne zidove (*firewall*), balans opterećenja (*load balancing*) kao i konfiguracija naprednih bezbednosnih infrastruktura.
- *Usklađenost (Compliance)*
Odnosi se na proces provere konfiguracije usklađenosti i konfiguracije validacije. Koristi prikupljene podatke i proverava da li je u skladu sa zadatim parametrima. Na osnovu dobijenih rezultata provere možemo odlučiti koju je naknadno proceduru potrebno sprovesti.
- *Izveštavanje (Reporting)*
Izveštavanje je još jedan administrativni zadatak koji treba da prikupi važne informacije o stanju i ualovima unutar mreže. Izveštaj može biti u mnogim formatima uključujući HTML izveštaje koji se postavljaju na web server radi lakšeg pregleda, ili može biti CSV datoteka, ili čak i jednostavna tekstualna datoteka.

-Rešavanje problema (*Troubleshooting*)

Rešavanje problema sa mrežom su kombinovane mere i procesi koji se koriste za identifikaciju, dijagnostikovanje i rešavanje problema unutar računarske mreže. To je logičan proces koji mrežni inženjeri koriste za rešavanje mrežnih problema i poboljšanje mrežnih operacija. Rešavanje problema je iterativni proces koji koristi prikupljene podatke za analizu.

6. IZVEŠTAJ

Krajnji rezultati automatizacije mreže zavise od konfiguracije mrežne infrastrukture. Što je veći broj uređaja u mreži koje potrebno konfigurirati, prednosti upotrebe metoda mrežne automatizacije su uočljiviji. Na slici 3 prikazana je mrežna topologija.



Slika 3. Mrežna topologija

Na git repozitorijumu [9] može se pronaći primer koji koristi NETMICO biblioteku za povezivanje sa više Cisco IOS uređaja koji se konfiguriraju pomoću unapred definisanih konfiguracionih datoteka, kao i primer koji koristi NAPALM biblioteku za preuzimanje informacija sa Cisco IOS mrežnog uređaja.

7. ZAKLJUČAK

Korišćenjem principa mrežne automatizacije postiže se bolja efikasnost upravljanja i korišćenja mreže, konzistentnost primene mrežnih pravila, povećanje skalabilnosti, mogućnosti i bezbednosti mreže, kao i lakše otkrivanje grešaka i problema u funkcionisanju mreže. Postiže se značajna ušteda u vremenu potrebnom za implementiranje bilo koje vrste mrežnih zadataka koji su obično zamorni i za koje je potrebno puno vremena. S obzirom na veliki broj načina kojima se može realizovati proces automatizacije mreže, u radu su istraženi su i najznačajniji pristupi automatizaciji poput mreže zasnovana na kontroleru, gde je posebno objašnjen Cisco DNA Centar, radnih okruženja za automatizaciju mreža, poput Ansible, koji je posebno istaknut kao jedan od vodećih. Objasnjeni su aplikacijski programski interfejsi - *application programming interfaces* – API koji su među glavnim faktorima koji čine automatizaciju i programiranje mreža mogućim. Objasnjen je koncept softverski definisane mreže (*software defined networking* – SDN), koji treba da eliminiše zavisnost od proizvođača mrežnih uređaja, tako što se cela mreža centralno kontroliše i upravlja (programira) preko standardnih protokola i API-ja, poput *OpenFlow*-a, što za

posledicu ima upravljanje i održavanje mreže na konzistentan i jedinstven način.

Posebno su istražene Python biblioteke Netmiko i Napalm koje u mnogome olakšavaju proces kreiranja robusnih Python skripti za specifične zadatke konfigurisanja i kontrole mreže. Pokazani su konkretni načini na koje je moguće koristiti Python sa svim dostupnim bibliotekama za automatizaciju mreže. Navedeni su primeri konfigurisanja mreže, bekapovanja postojećih konfiguracija, korišćenja multiprocesnog izvršavanja koda radi bržeg izvršenja konfiguracionih zadataka, na simulaciji mreže u GNS3 mrežnom simulatoru. Praktično je pokazano da se konfiguracija rada određenih mrežnih uređaja može ubrzati onoliko puta koliko imamo uređaja u mreži, s obzirom da se konfiguracioni dokument formira samo jednom, a može se izvršavati na neograničenom broju uređaja. Takođe, korišćenjem metoda višenitnog izvršavanja koda, pokazana je vremenska ušteda koja se na taj način ostvaruje u procesu izvršavanja određenog mrežnog zadatka, a koja je u konkretnom primeru iznosila oko četiri puta.

Automatizacija mreže omogućava dublju analizu sistema koja pomaže u smanjenju konfiguracionih grešaka, pomaže povećanju pouzdanosti mrežnog sistema, s obzirom na značajno smanjeno vreme zastoja, pa se zbog svega navedenog, automatizacija smatra ključnom pri implementaciji i održavanju mrežnih infrastruktura.

LITERATURA

- [1] Benoît Claise, Joe Clarke, Jan Lindblad, *Network Programmability with YANG: The Structure of Network Automation with YANG, NETCONF, RESTCONF, and gNMI*, Addison-Wesley Professional, May 2019.
- [2] J. A. Alex, *Network automation using Python 3: An Administrator's Handbook*, Paperback - September 27, 2018.
- [3] Fetia Bannour, Sami Souihi, Abdelhamid Mellouk, *Software-Defined Networking, Extending SDN Control to Large-Scale Networks*, Wiley-ISTE 2022.
- [4] U. Brian and K. Gary, *Software Defined Networking For Dummies*, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2015.
- [5] O. WENDELL, *CCNA 200-301 Official Cert Guide, Volume 2*, San Jose, CA: Cisco Press, 2020.
- [6] E. Jason, *Network automation with Ansible*, O'Reilly Media, Inc, USA, 2016.
- [7] E G. Jason, H. Roddie and V. Srilatha, *Cisco Software-Defined Access*, Cisco Press, 2021.
- [8] E. Jason, S. L. Scott and O. Matt, *Network Programmability and Automation, Skills for the Next-Generation Network Engineer*, USA: O'Reilly Media, Inc, 2018.
- [9] Nikola Vukotić Git repozitorijum, dostupno na: https://github.com/nikolavukotic/mrezn_a_automatizacija



PRIMENA WEBASSEMBLY TEHNOLOGIJE U RAZVOJ WEB APLIKACIJA

APPLICATION OF WEBASSEMBLY TECHNOLOGY IN THE WEB APPLICATIONS DEVELOPMENT

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

Sadržaj - U ovom radu je prikazana nova Web tehnologija - WebAssembly koja omogućava visoke performanse Web aplikacija. WebAssembly je tehnologije koja ima potencijal za istiskivanje sveprisutnog programskog jezika JavaScript sa Web stranice. Prihvatajući koncept WebAssembly-a Microsoft je kreirao svoju tehnologiju koju naziva Blazor zasnovanu na programskom jeziku C#. U praktičnom delu rada prikazana je WebAssembly aplikacija koja predstavlja šablon za kreiranje Blazor aplikacije po preporuci Microsoft-a. Iako WebAssembly koncept ne isključuje korišćenje JavaScript-a, moguće je razviti visoko - kvalitetne Web aplikacije bez korišćenja JavaScripta.

Ključne reči: Web aplikacija, WebAssembly, JavaScript, Blazor, Visual Studio.

Abstract - This paper presents a new Web technology - WebAssembly, which enables high-performance Web applications. WebAssembly is a technology that has the potential to displace the ubiquitous JavaScript programming language from the Web. Embracing the concept of WebAssembly, Microsoft created its own technology called Blazor based on the C# programming language. In the practical part of the paper, the WebAssembly application is shown, which is a template for creating a Blazor application as recommended by Microsoft. Although the WebAssembly concept does not prohibit the use of JavaScript, it is possible to develop high-quality Web applications without using JavaScript.

Key words: Web Application, WebAssembly, JavaScript, Blazor, Visual Studio.

1. UVOD

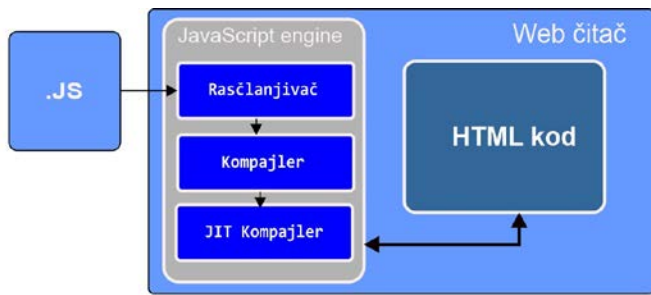
Danas je programski jezik JavaScript postao defakto standard na Web-u [1]. Visoke performanse JavaScript-a su doprinele uspešnoj transformaciji Web stranica u Web aplikacije. Kada se jedna Web stranica može nazvati Web aplikacijom? Odgovor na ovo pitanje nije jednoznačan, ali se može reći da u slučaju kada performanse Web stranice dostignu nivo desktop aplikacija, onda se takva Web stranica može smatrati Web aplikacijom.

Ako se uzme u obzir ogromna razlika u arhitekturi desktop i Web i aplikacija, jasno je da dostizanje performansi desktop aplikacija nije jednostavan zadatak. Da bi se postigao atraktivan izgled, velika brzina odziva i funkcionalnost Web aplikacija, neophodno je pored HTML-a (engl. *Hyper Text Markup Language*) i CSS-a (engl. *Cascading Style Sheets*) koristiti programski jezik JavaScript. Jedan od primera efikasnog korišćenja JavaScripta na Web stranicama je njegova implementacija u Web tehnologiji poznatoj pod nazivom AJAX (engl. *Asinhroni JavaScript and XML*) [2].

Standardna arhitektura Web aplikacije podrazumeva da se izvršavanje programskog koda JavaScript-a, pridruženog Web stranici, obavi u Web čitaču. Posledica ovog koncepta je

da efikasnost JavaScripta ne zavisi samo od programskog koda napisanog u JavaScriptu, već i od implementacije njegove izvršne mašine (engl. *JavaScript engine*) u Web čitaču. Različite implementacije JavaScripta u različitim Web čitačima mogu izazvati nekompatibilnost u interpretaciji pridruženog koda. Ovo često ima za posledicu nejednak izgled i ograničenu funkcionalnost Web aplikacije. Prilikom preuzimanja Web stranice, sa Web servera se pored HTML-a i CSS-a dostavlja i JavaScript kod koji je sastavni deo Web stranice. Web čitaču se dobavljene komponente Web stranice dostavljaju na interpretaciju, odnosno, izvršenje JavaScript koda. Tek posle provere ispravnosti JavaScript koda, on se izvršava - interpretira u Web čitaču.

Ako je u Web čitaču implementirana interpretacija JavaScript koda, ona se odvija učitavanjem jednog reda JavaScript koda i njegovim izvršavanjem. Potom se čita sledeći programski iskaz JavaScript-a i interpretira se. Ovaj proces učitavanja i interpretiranja JavaScript koda se obavlja do poslednje linije programskog koda. Iz izloženog se može zaključiti da je ovaj proces veoma spor, naročito sa stanovišta potreba savremenih Web aplikacija. Radi ubrzanja rada JavaScript koda, izmenjena je arhitektura komponente Web čitača koja izvršava JavaScript kod.



Slika 1. Unapređeni proces izvršavanja Java Script koda.

Umesto sporog interpretiranja programskog koda JavaScripta, primenjuje se koncept kompajliranja, koji zajedno sa JIT (engl. *Just In Time*) kompajlerom znatno ubrzava izvršavanje JavaScript koda. Nova okruženja za izvršavanje JavaScript koda su poznata pod imenima V8 [3] i Chakra. V8 je Google-ov JavaScript otvorenog koda visokih performansi koji podržava prethodno kompajliranje. Ovaj unapređeni koncept izvršavanja JavaScript koda je prikazan na Slici 1.

Slično kao kod Jave i C#, zbog platformске nezavisnosti, procesom kompajliranja se ne kreira izvršni kod za određišni procesor, već se kreira *bajt-kod* koji se JIT kompajlerom prevodi u izvršni kod određišnog procesora.

Sa slike 1 se može uočiti da se čitavo okruženje za izvršavanje JavaScript koda (*JavaScript engine*) nalazi u Web čitaču. Ovaj koncept izvršavanja JavaScript koda, iako brži od prethodnog, zahteva mnogo vremena jer prvo treba preuzeti JavaScript u Web čitač, rasčlaniti ga, kompajlirati u bajt-kod i potom, u JIT kompajleru izraditi izvršni kod za određišni procesor [4]. Opisani poslovi se obavljaju posle učitavanja kompletnog koda Web stranice. Iako unapređene, performanse prikazanog procesa izvršavanja JavaScript koda ne mogu do kraja zadovoljiti zahteve za brzinom izvršavanja savremenih Web aplikacija.

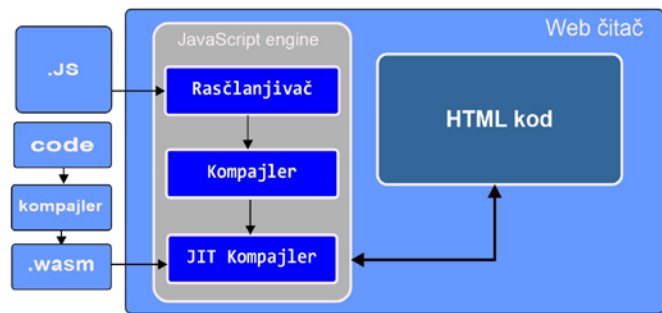
U nastavku će biti prikazan koncept poznat pod nazivom *WebAssembly* [5] koji može ovaj proces još više unaprediti i samim tim poboljšati performanse Web aplikacije.

2. WEBASSEMBLY TEHNOLOGIJA

Koncept *WebAssembly*-ja, za razliku od prethodnog opisanog pristupa, omogućava da se rasčlanjivanje i kompajliranje može obaviti na Web serveru. Posle kompajliranja Web stranice na Web serveru, kreira se fajl sa ekstenzijom WASM [6] koja asocira na ime tehnologije. Web čitač preuzima dobijeni WASM fajl sa servera, koji se potom, uz pomoć JIT kompajlera, prevodi u kod određišnog procesora i izvršava. Ova procedura je prikazana na Slici 2.

WebAssembly zapravo predstavlja novi binarni format - bajt-kod optimizovan za izvršavanjem u Web čitaču. Iako *WebAssembly* i JavaScript dele sličan koncept, izvršavanje se ne zasniva na interpretatoru već na bajt-kodu koji se JIT kompajlerom prevodi u izvršni kod određišnog procesora.

Za potrebe realizacije ovog koncepta, razvijeni su kompajleri za programske jezike C++ i Rust koji kreiraju WASM formu. Ako je aplikacija napisana u ovim programskim jezicima, ona se može kompajlirati kojom prilikom se kreira odgovarajući WASM format fajla. Dobijeni WASM format se potom može izvršavati u okruženju Web čitača.



Slika 2. Proces izvršavanja WebAssembly koda.

Opisanu tehnologiju WebAssembly-ja podržavaju glavni Web čitači kao što su Chrome, Edge, Safari, Opera i Firefox. Podrška je ugrađena i u mobilne verzije ovih Web čitača.

3. MONO PLATFORMA

Mono je OS (engl. *Open Source*) implementacija Microsoft-ovog .NET radnog okruženja (engl. *Framework*) kao deo *.NET Foundation*-a [7] i zasnovana je na ECMA (engl. *European Computer Manufacturers Association*) standardima za C# i CLR (engl. *Common Language Runtime*). *Mono* predstavlja implementaciju otvorenog koda .NET CLI (engl. *Common Language Infrastructure*) specifikacije kojom Microsoft propisuje karakteristike programskih jezika i izvršnih podsistema koji imaju nameru da se integrišu u .NET.

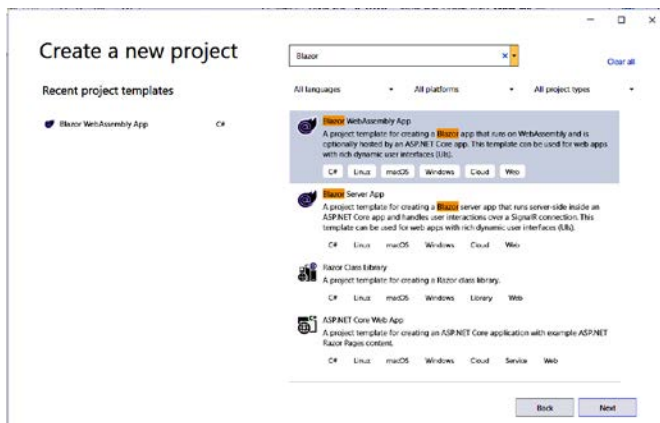
Programski sklop (engl. *Assembly*) je osnovna jedinica programiranja u .NET okruženju i predstavlja skup datoteka koji izgleda slično kao jedinstvena *.dll* ili *.exe* datoteka. *Mono* je platforma za izvršavanje .NET sklopova koja se može koristiti u *Xamarin*-u [7] za izgradnju mobilnih aplikacija koje rade na Windows-u, Android-u i iOS-u. Pored navedenog, *Mono* omogućava pokretanje .NET aplikacije na *Linux*-u zbog čega je u prvom redu i bio razvijen.

Ako se ima u vidu da je *Mono* platforma napisana na programskom jeziku C++, ona se, kao i svaka druga aplikacija, može kompajlirati u *WebAssembly* komponentu. Kompajliranje *Mono* platforme u *WebAssembly* komponentu se može obaviti na dva načina.

Prvi način se zasniva na kompajliranju .NET koda zajedno sa *Mono* izvršnim podsistemom što ima za posledicu kreiranje ogromnog WASM fajla. Nedostatak ovog načina je upravo veličina kompajliranog fajla kojeg je neophodno dostaviti klijentskoj strani - Web čitaču

Drugi način podrazumeva kompajliranje samo *Mono* izvršnog podsistema u WASM komponentu koja se potom može pokrenuti u okviru Web čitača. *Mono* je u stanju da izvrši bajt-kod, koji se u terminologiji Microsoft-a naziva MSIL (engl. *MicroSoft Intermediate Language*) kod. Ovaj pristup ne zahteva kompajliranje .NET sklopova u WASM i čini se dosta jednostavnim.

Ovaj drugi način je implementiran u Microsoft-ovoj tehnologiji koji Microsoft naziva imenom *Blazor*. U osnovi se u *Blazor*-u koristi već standardna MVC (engl. *Model View Control*) arhitektura Web aplikacija [8]. Tom prilikom se kreiraju tzv. *Razor* fajlovi koji se sada mogu izvršavati u Web čitaču. Otuda ime ove tehnologije koje asocira na ove dve tehnologije (*Browser* i *Razor*).



Slika 3. Proces kreiranja projekta tipa Blazor u Visual Studio-u.

Dakle, WebAssembly zajedno sa Mono platformom omogućava izvršavanje .NET koda u Web čitaču. Ovo ima za posledicu da se Web aplikacije sada mogu kreirati u programskom jeziku C# bez potrebe za korišćenjem JavaScripta. Takođe, programski jezici koji se mogu integrisati u .NET, sada se mogu koristiti za kreiranje Web aplikacija bez potrebe za korišćenjem JavaScript-a. Koncept WebAssembly ne isključuje primenu JavaScripta i mogu se paralelno koristiti, kako je to prikazano na Slici 2.

4. BLAZOR APLIKACIJA KREIRANA U VISUAL STUDIO-U

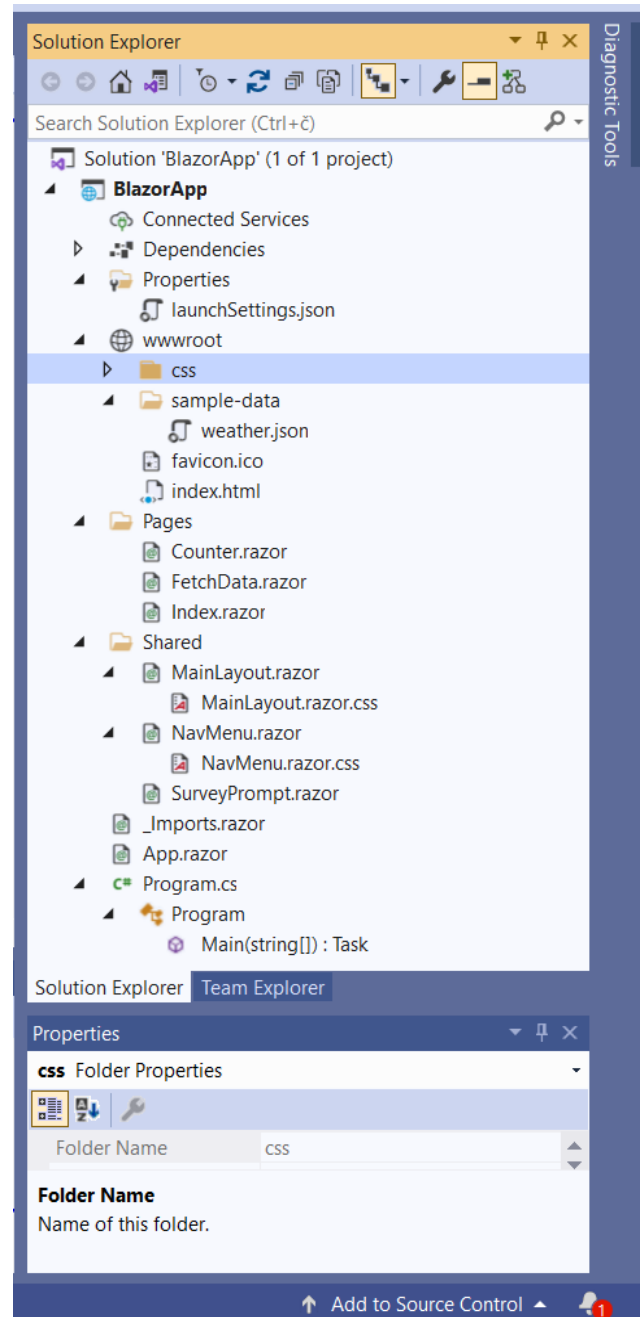
.NET Core je Microsoft-ova višeplosna tehnologija za rad sa .NET-om, koja se od verzije 5 naziva samo .NET. Za rad sa .NET-om Microsoft je razvio Visual Studio za operativni sistem Windows, a odskora i za Linux i OSX. U nastavku je prikazana Web aplikacija razvijena u Visual Studio-u na Windows platformi, ali se isti primer za druge operativne sisteme može koristiti *Visual Studio Code* ili *Visual Studio for Mac*. Rad sa Blazorom zahteva instalaciju dodatnih komponenti u Visual Studio-u. Blazor radi na vrhu steka .NET-a, pokreće virtualni Web server koji pruža usluge klijentskom delu Blazor aplikacije. Potrebno je instalirati .NET SDK-a verziju 6.0 [9].

Bilo koji projekt u NET-u se može kreirati sa komandne linije, ali se to ne preporučuje za ozbiljan rad. Prikazani primer je razvijen u Visual Studio-u, a na slici 3 se može videti početna procedura za kreiranje novog projekta tipa Blazor. Visual Studio ima pregršt različitih tipova aplikacija, tako da je izgrađen specifični interfejs za pretraživanje željenog tipa aplikacija. U polje za pretraživanje tipa aplikacija treba uneti pojam Blazor, nakon čeka se pojavljuje nekoliko klasa ove vrste aplikacija.

Na Slici 4. prikazana je struktura generisanog Blazor projekta u prozoru Solutions Explorer-u VisualStudio-a. Ona je slična MVC projektu, tako da se mogu identifikovati standardni folderi i fajlovi za ovu vrstu Web aplikacije. Na Slici 5 prikazan je izvorni kod Web stranice *FetchData* napisan na programskom jeziku C# u Razor sintaksi.

U prikazanoj aplikaciji koristi se opisana Blazor tehnologija. Generisana je SPA (engl. *Single Page Application*) aplikacija koja na levoj strani poseduje navigacioni meni za pristup Web stranicama aplikacije. Na

desnoj strani aplikacije prikazuje se selektovana komponenta iz menija na levoj strani.



Slika 4. Proces kreiranja projekta tipa Blazor u Visual Studio-u.

Na slici 6 prikazana je vremenska prognoza koja se generiše na serveru kada klijent to zatraži. Klijentski deo aplikacije nema mogućnost da direktno pristupi podacima na serveru. U standardnom Web konceptu potreban je server koji može pristupiti bazi podataka.

```
@page "/fetchdata"
@inject HttpClient Http
<h1>Weather forecast</h1>
<p>This component demonstrates fetching data from the server.</p>
@if (forecasts == null)
{
    <p><em>Loading...</em></p>
}
```

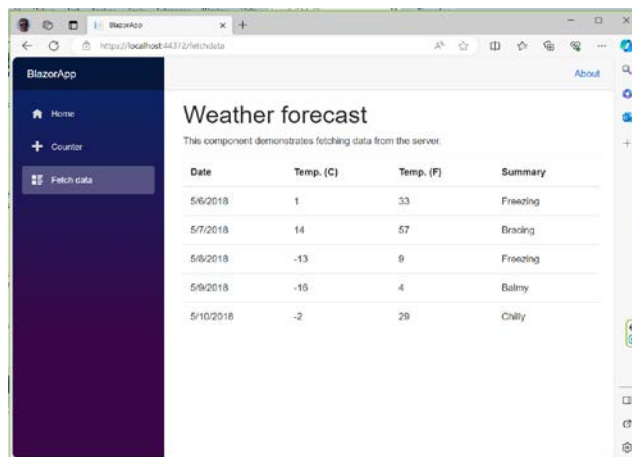
```

}
else
{
    <table class="table">
        <thead>
            <tr>
                <th>Date</th>
                <th>Temp. (C)</th>
                <th>Temp. (F)</th>
                <th>Summary</th>
            </tr>
        </thead>
        <tbody>
            @foreach (var forecast in
forecasts)
            {
                <tr>
                    <td>@forecast.Date.ToShortDateString()
</td>
                    <td>@forecast.TemperatureC</td>
                    <td>@forecast.TemperatureF</td>
                    <td>@forecast.Summary</td>
                </tr>
            }
        </tbody>
    </table>
}
@code {
    private WeatherForecast[] forecasts;
    protected override async Task
OnInitializedAsync()
    {
        forecasts = await
Http.GetFromJsonAsync<WeatherForecast[]>("sam
ple-data/weather.json");
    }
    public class WeatherForecast
    {
        public DateTime Date { get; set; }
        public int TemperatureC { get; set; }
        public string Summary { get; set; }
        public int TemperatureF => 32 +
(int)(TemperatureC / 0.5556);
    }
}

```

Slika 5. Programski kod Web stranice *FetchData* napisan u C#-u u Razor sintaksi.

U serverskoj Blazor Web aplikaciji može se direktno pristupiti bazi podataka jer se sama izvršava na serveru. Tipičan Blazor WebAssembly projekat se sastoji se od servera, klijenta i zajedničkog projekta grupisanih u jednom rešenju. Web aplikacija se sastoji od mnoštva fajlova koje Web čitač preuzima sa Web servera. Osnovni zadatak Web servera je da dostavi fajlove Web čitaču na njegov zahtev. U prikazanom primeru koji se razvija u Visual Studio-u, koristi se ugrađeni Web server Kestrel.



Slika 6. Web stranice Blazor projekta za prikaz podataka.

5. ZAKLJUČAK

Blazor WebAssembly aplikacije se izvršavaju u .NET izvršnom podsistemu Web čitača. Funkcionisanje Blazor WebAssembly aplikacije je slično funkcionisanju Web stranici sa JavaScript-om, ali se programski kod piše na jeziku C#. Izvršni podsistem .NET-a se preuzima sa Web servera zajedno sa programskim sklopovima .NET-a. Preuzeti programski sklopovi se izvršavaju u sigurnosnom okruženja Web čitača. Razvoj Web aplikacija se može kompletno zaokružiti samo jednim programskim jezikom C#. U prikazanom primeru Blazor Web aplikacija je integrisana sa MVC modelom Web aplikacije. Nedostatak Blazor aplikacija može biti u veličini fajla, jer je u poređenju sa JavaScript-om veći. Pre izbora tehnologije za razvoj projekta detaljno razmotriti sve njene prednosti i mane.

LITERATURA

- [1] E. Freeman, E. Robson, "Brain-Friendly Guide HeadFirst JavaScript Programming:", O'Reilly Media, 2014.
- [2] R. Aslenson, N.T. Schutta, "Foundations of Ajax", Appres, 2005.
- [3] <https://v8.dev/>, Dec. 2023.
- [4] P. Himschoot, "Microsoft Blazor, Building Web Applications in .NET 6 and Beyond", Third Edition, 2023.
- [5] <https://webassembly.org/>, Dec. 2023.
- [6] P. Himschoot, "Microsoft Blazor Building Web Applications in .NET", second Edition, 2020.
- [7] <https://www.mono-project.com/>, Dec. 2023.
- [8] D. Roth, J. Fritz, T. Southwick, "Blazor for ASP.NET Web Form Developers", Microsoft Developer Division, .NET, and Visual Studio product teams, 2023.
- [9] <https://visualstudio.microsoft.com/>, Dec. 2023.



TARTINI TON KOD AKUSTIČNE GITARE TARTINI TONE ON THE ACOUSTIC GUITAR

Zoran Milivojević, MB Univerzitet, Teodora Drajzera 27, Beograd.

Milica Mladenović, Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, A. Medvedeva 20, Niš.

Milan Cekić, Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, A. Medvedeva 20, Niš.

Sadržaj – U prvom delu rada opisana je nelinearna prenosna karakteristika akustičkog sistema. Nakon toga su opisane distorzije akustičkog signala, koje dovode do pojave kombinovanih tonova koje percipira slušalac. Definisana je dominantni kombinovani ton, koji je posledica kvadratne karakteristike sistema, i koji je nazvan Tartini ton. U drugom delu rada je opisan eksperiment u kome su analizirane pojave Tartini tona kod akustične gitare CG 510. Formirani su dvozvuci i, nad njihovim audio signalima, primenjena FFT. Nakon toga, analizom spektra, pikovani su Tartini tonovi. Rezultati su prikazani pomoću grafika i tabela. Na kraju je izvršena analiza rezultata i pokazano je da akustična gitara ima nelinearnu prenosnu karakteristiku, i, samim tim, kod dvozvuka se javljaju Tartini tonovi.

Ključne reči: Distorzija. Kombinovani tonovi. Tartini ton.

Abstract - In the first part of the paper, the nonlinear transmission characteristic of the acoustic system is described. After that, the distortions of the acoustic signal, which lead to the appearance of combined tones, which are perceived by the listener, are described. The dominant combined tone, which is a consequence of the quadratic characteristic, and which is called the Tartini tone, is defined. In the second part of the paper, the experiment in which the occurrences of the Tartini tone were analyzed in the acoustic guitar CG 510 is described. Double-tones were formed, and, on their audio signals, FFT was applied. After that, Tartini tones were picked out by spectrum analysis. The results are presented using graphs and tables. At the end, the results were analyzed and it was shown that the acoustic guitar has a non-linear transmission characteristic, and therefore, Tartini tones appear in double-tones.

Key words: Distortion. Combination tones. Tartini tone.

1. UVOD

U svojim eksperimentima kod proizvodnje tonova na violini, poznati italijanski violinista Đuzepe Tartini (Giuseppe Tartini, 1692-1770) je 1714 otkrio fenomen da je čuo ton koji nije odsviran [1]. Naime, zapazio je da kada se dva muzička tona sviraju istovremeno, stvara se i treći ton, kako je Tartini pisao 'terzo suono'. Treći ton je se javljao bez obzira na to da li su dva tona svirana istovremeno na jednom instrumentu, ili istovremeno na dva različita instrumenta. Njegovi zaključci o trećem tonu imali su značajan uticaj na razvoj muzičke teorije. Od sredine 19. veka, pojam 'treći ton' je zamenjen terminom 'različiti ton'. Zbog činjenice da je 'treći ton', kao i još neki kasnije otkriveni tonovi, nastao kombinacijom dva osnovna, odsvirana tona, nazvani su kombinovani tonovi (engl. *Combination Tones*, CTs). Kombinovane tonove, i pored toga što nisu odsvirani na muzičkom instrumentu, čovek čuje i može da ih prepozna. Zato se kombinovani tonovi nazivaju i subjektivnim (engl. *subjective combination tones*), odnosno intra-auralnim kombinacionim tonovima, (engl. *Intra-aural Combination Tones*, ICT) [2].

Nekih 150 godina nakon što je Tartini otkrio kombinovani ton, Herman fon Helmholtz je objavio knjigu *Die Lehre von den Tonempfindungen* gde se analizira mehanizam osećanja tona [3]. Helmholtz je dao potpuno novo objašnjenje kombinovanih tonova, koje je bazirano na teoriji izobličenja (engl. *distortion theory*). Iznešena je pretpostavka da se kombinovani tonovi čuju kao posledica nelinearne karakteristike uva, odnosno neuromehaničkog sistema za sluh, koji dovodi do pojave izobličenja, to jest, distorzije akustičkog audio signala. Prvobitna teorija je bila da se mehanička nelinearnost nalazi u srednjem uhu ili u bazilarnoj membrani. Usled nelinearnosti se stvara audio iluzija (doživljaj) o postojanju kombinovanih tonova, kao kombinacija dva čista tona (tj. sinusoida) koji su pobudili uvo. I pored toga što ne postoje kombinovani tonovi u akustičkom signalu, oni su jasno čujni za slušaoca. Godine 1856. Herman fon Helmholtz je prvi identifikovao i naučno objasnio kombinacione tonove, čije su frekvencije zbrovi i razlike frekvencija pobudnih tonova. Za dva sinusoidna signala sa frekvencijama f_1 i f_2 , takvim da je $f_2 > f_1$, tonovi zbira i razlike imaju frekvencije $f_2 - f_1$ i $f_2 + f_1$ respektivno. Kasnije je identifikovao mnogo dodatnih kombinovanih tonova sa frekvencijama $f_1 + N(f_2 - f_1)$

[4]. Tonove sa frekvencijama $f_2 - f_1$ i $f_2 + f_1$, u odnosu na druge kombinacione tonove, čovek jako dobro čuje.

Ton sa sa frekvencijom $f_2 - f_1$, koji se naziva kvadratni diferencni ton (engl. *Quadratic Difference Tone*, QDT) je posledica kvadratne nelinearnosti prenosne karakteristike uva. To je 'treći ton', odnosno '*terzo suono*', koga je identifikovao i o njemu pisao Tartini. Zbog toga se u literaturi naziva Tartini ton, odnosno Tartinijev ton [5]. Detaljna studija o merenju ekstra-auralnih kombinovanih tonova (engl. *Extra-aural Combination Tones*, ECT), to jest kombinovanih tonova koji se generišu izvan i nezavisno od uva, prikazana je u [6]. Nazvani su *objektivni kombinacioni tonovi*. Za razliku od intra-auralnih kombinovanih tonova, ekstra-auralni kombinovani tonovi se mogu meriti kao akustičke vibracije u vazduhu, odnosno kao akustiki talasi [7].

Tartini ton je dugi niz godina analiziran kod violine. Pokušalo se sa objašnjenjem mehanizma nastajanja Tartini tona, odnosno, dokaza o mehaničkoj nelinearnosti violine. Postavljena je hipoteza da drvo, od koga je napravljeno telo violine, ima nelinearna svojstva. Generalno, mehaničke nelinearnosti se mogu pojaviti tamo gde su dva različita elastična materijala u kontaktu, ali i sa izvesnom slobodom da se kreću nezavisno [3]. Takvi mehanički sistemi prenosa se mogu naći kod violine, ali i kod drugih žičanih muzičkih instrumenata. Naime, žice, most (kobilica) i zvučni stub su mogući izvori slobodno vibrirajućih komponenti koje bi mogle zadržati potencijalno nelinearno ponašanje. U radovima [2, 5] detaljno je analizirana pojava ekstra-auralnih kombinovanih tonova kod violine.

U ovom radu prikazani su rezultati analize pojave Tartini tonova kod akustične gitare. U prvom delu rada opisana je nelinearnost prenosnih karakteristika sistema kao izvor distorzije izlaznog signala. Distorzija signala se manifestuje u pojavi tonova na izlazu iz sistema, a koji ne postoje na ulazu u sistem. Nakon toga definisan je Tartini ton. U drugom delu rada opisan je eksperiment u okviru koga je analizirana prisutnost Tartini tona kod akustične gitare CG 510. Za potrebe eksperimenta formirana je baza signala. Baza je kreirana od dvozvuka koji su odsvirani na testiranoj gitari. U cilju analize kompletnog frekvencijskog opsega tonova koji mogu da se reprodukuju na gitari (E2 – E5) za potrebe građenja trozvuka odabrani su tonovi B3 i tonovi iz opsega E4 - B5. Kao mera prisutnosti i intenziteta Tartini tona korišćen je koeficijent kvadratne distorzije C_2 [8]. Rezultati su prikazani u formi grafika i tabela. Na kraju je izvršena analiza rezultata i određeni koeficijenti nelinearne karakteristike akustične gitare.

Dalja organizacija rada je sledeća. U Sekciji 2 prikazana je nelinearnost prenosne karakteristike sistema. U Sekciji 3 opisan je eksperiment i izvršena analiza rezultata. Sekcija 4 je Zaključak.

2. NELINEARNOST PRENOSNE KARAKTERISTIKE

Kombinovani tonovi su proizvod nelinearnosti akustičnih sistema prenosa. Kod nelinearnih sistema ne važi princip superpozicije, odnosno odziv sistema nije proporcionalan zbiru pobudnih signala. Ljudsko uvo, kao i žičani muzički instrumenti, su primeri nelinearnih sistema [2]. Ako se linearan sistem pobudi pomoću signala $A_1 \sin(\omega_1 t)$ i $A_2 \sin(\omega_2 t)$, gde je $\omega = 2\pi f$, njegov odziv je opisan linearnom jednačinom:

$$y_L(t) = a(A_1 \sin(\omega_1 t) + A_2 \sin(\omega_2 t)). \quad (1)$$

Ako je sistem nelinearan, saglasno distorzionoj teoriji Helmholtza, odziv sistema je:

$$y = ax + bx^2 + cx^3 + \dots, \quad (2)$$

gde za koeficijente važi da je $a + b + c + \dots = 1$. Efekat kvadratnog člana je:

$$y_Q(t) = b(A_1 \sin(\omega_1 t) + A_2 \sin(\omega_2 t))^2, \quad (3)$$

Na dalje se dobija da je:

$$y_Q(t) = b \left(\frac{A_1^2}{2} + \frac{A_2^2}{2} \right) - \frac{bA_1^2}{2} \cos(2\omega_1 t) - \frac{bA_2^2}{2} \cos(2\omega_2 t) + bA_1 A_2 \cos((\omega_2 - \omega_1)t) + bA_1 A_2 \cos((\omega_2 + \omega_1)t) \quad (4)$$

Odziv nelinearnog sistema (2), koji je sastavljen od linearnog (1) i nelinearnog (3) člana, je signal koji sadrži spektralne komponente f_1 , f_2 , $2f_1$, $2f_2$, $f_2 - f_1$ i $f_2 + f_1$. Amplitude kvadratnih kombinacija $f_2 - f_1$ i $f_2 + f_1$ su veće od amplituda kvadratnih harmonika $2f_1$ i $2f_2$. Samim tim, komponente razlika i zbira je najlakše detektovati, odnosno kod akustičkih signala ih je najlakše čuti.

Nivo signala razlike se može, u odnosu na nivoe pobudnih signala, predstaviti u formi [9]:

$$L_{(f_2 - f_1)} = L_1 + L_2 - C_2, \quad (5)$$

gde je C_2 koeficijent koji određuje iznos kvadratne distorzije. Veće C_2 ukazuje na manju kvadratnu distorziju [8]. U ovom radu C_2 će biti korišćeno kao mera prisustva akustičke komponente $f_2 - f_1$, odnosno Tartini tona.

3. EKSPERIMENTALNI REZULTATI I ANALIZA

3.1. Eksperiment

U cilju detekcije i analize Tartini tona kod žičanih muzičkih instrumenata realizovan je eksperiment. Analizirana je akustična gitara CG 510. Najpre je formirana baza dvozvuka. Nakon toga, primenom brze Furijeove transformacije FFT, izvršena je spektralna analiza signala. Detektovane su spektralne komponente koje odgovaraju linearnim članovima f_1 , f_2 , i kvadratnim članovima, to jest harmonicima $2f_1$, $2f_2$, i Tartini tonu $f_2 - f_1$. Za sve dvozvuke određen je C_2 koeficijent kvadratne distorzije, odnosno Tartini tona. Rezultati su prikazani grafički i tabelarno. U cilju jasne rezolucije Tartini tona spektar signala X je prikazan u logaritamskoj razmeri ($10 \cdot \log_{10}(X)$)

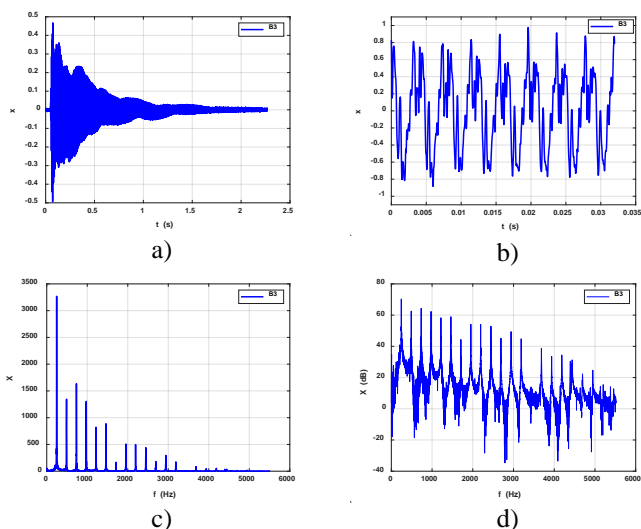
3.2. Baza

Baza test signala formirana je od 20 dvozvuka, koji su reprodukovani na akustičnoj gitari CG 510. Dvozvuci su formirani od tona B3 (druga žica) sa tonovima iz opsega E4 – B5 (prva žica). Snimanje je obavljeno sa $fs = 44100$ Hz i 16 bps. Dvozvuci su wav formatu arhivirani na hard disku.

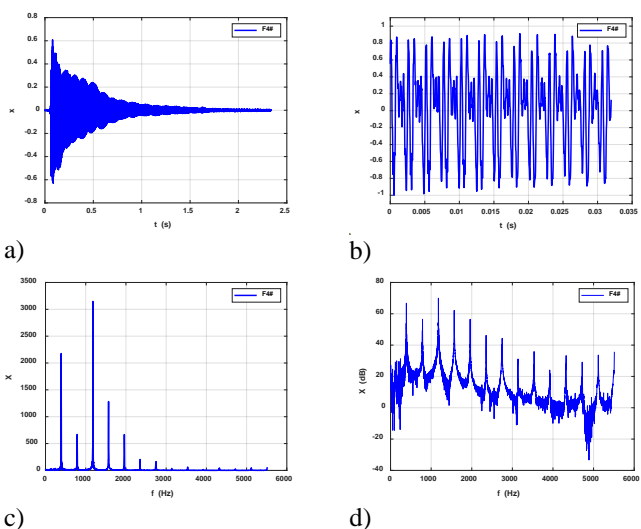
3.3. Rezultati

Na sl. 1 prikazan je ton B3 (druga prazna žica): a) vremenski oblik signala u punom trajanju (~2.5 s), b) vremenski oblik signala u periodu 32 ms, c) spektar signala i d) logaritamski spektar. Na sl. 2 prikazan je ton F4# (prva

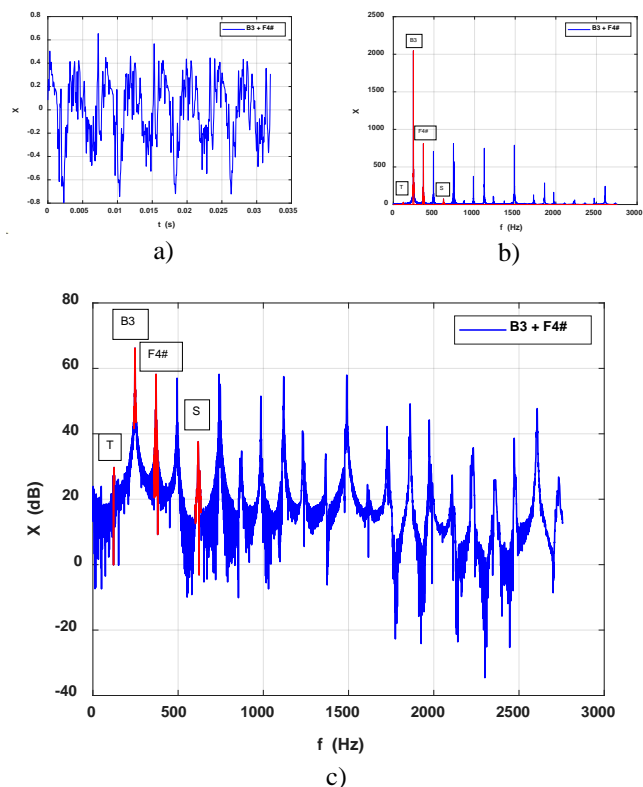
žica): a) vremenski oblik signala u punom trajanju (~2.5 s), b) vremenski oblik signala u periodu 32 ms, c) spektar signala i d) logaritamski spektar. Na sl. 3 prikazan je dvozvuk B3-F4#: a) vremenski oblik signala u periodu 32 ms, c) spektar i d) logaritamski spektar. U tabeli 1 su prikazani Tartini tonovi, muzički ton kome odgovara Tartini ton, frekvencija Tartini tona f_T i koeficijent C_2 , za sve analizirane dvozvuke. Na sl. 4 grafički je prikazana vrednost koeficijenta kvadratne distorzije C_2 u zavisnosti od frekvencije Tartini tonova. Frekvencijski opsezi koji odgovaraju širini jednog polutona oko spektralnih komponenta f_1 , f_2 i Tartini tona f_T , na graficima su naznačeni crvenom bojom. Na sl. 4 grafički je prikazana zavisnost koeficijenta C_2 od frekvencije Tartini tonova.



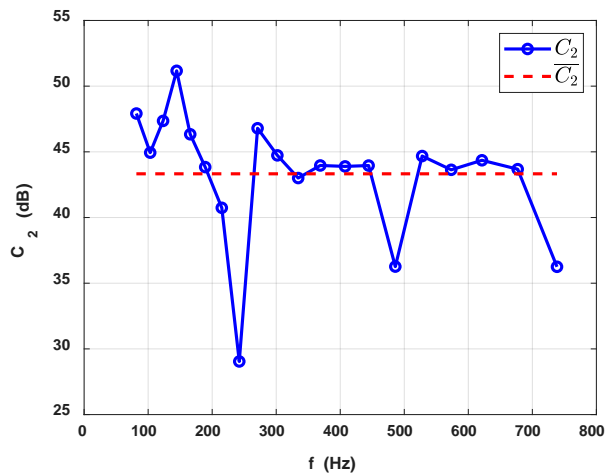
Slika 1. Ton B3 (druga prazna žica): a) vremenski oblik signala, b) vremenski oblik signala u periodu 32 ms, c) spektar signala i d) logaritamski spektar.



Slika 2. Ton F4# (prva žica): a) vremenski oblik signala, b) vremenski oblik signala u periodu 32 ms, c) spektar signala i d) logaritamski spektar.



Slika 3. Dvozvuk B3-F4#: a) vremenski oblik u periodu 32 ms, c) spektar i d) logaritamski spektar.



Slika 4. Koeficijent kvadratne distorzije C_2 u funkciji frekvencije Tartini tonova.

Tabela 1. Tartini ton i koeficijent kvadratne distorzije C_2 za dvozvuke tona B3 sa tonovima iz opsega E4 -B5.

R.b.	Dvozvuk B3 - *	Tartini ton		C_2 [dB]
		ton	f_T	
1	E4	E2	81.6000	47.9164
2	F4	G2#	103.2000	44.9381
3	F4#	B2	123.3000	47.3542
4	G4	D3	144.5000	51.1677
5	G4#	E3	165.7000	46.3359
6	A4	F3#	189.1000	43.8375
7	A4#	G3# - A3	215.0000	40.7391
8	B4	B3	242.3000	29.0439
9	C5	C4 - C4#	270.9000	46.7948

10	C5#	D4 – D4#	301.8000	44.7317
11	D5	F4	334.3000	43.0048
12	D5#	F4#	368.8000	43.9620
13	E5	G4 – G4#	407.5000	43.8909
14	F5	A4	444.3000	43.9565
15	F5#	B4	486.0000	36.2648
16	G5	C5	527.9000	44.6795
17	G5#	C5# - D5	573.3000	43.6316
18	A5	D5#	621.3000	44.3568
19	A5#	E5 – F5	677.1000	43.6796
20	B5	F5#	738.5000	36.2498

3.4. Analiza rezultata

Na osnovu rezultata prikazanih na sl. 1 do sl. 4 i u tabeli 1 zaključuje se da je:

a) moguće detektovati prisustvo Tartini tona, što ukazuje na kvadratnu nelinearnost karakteristike muzičkog instrumenta.

b) koeficijent kvadratne distorzije C_2 zavistan od frekvencije Tartini tonova (sl. 4, tbl. 1). Statistički parametri koeficijenta distorzije su $\overline{C_2} = 43.3268$ dB i $\sigma^2 = 23.14$.

c) veliki pad koeficijenta C_2 u odnosu na $\overline{C_2}$ je za dvozvuk B3 - B4 čiji je Tartini ton B3 ($f_T = 242.3$ Hz). Razlog tome je preklapanje spektralnih komponenata tona dvozvuka B3 i Tartini tona B3. Na taj način je maskiran Tartini ton i nastupa veliko odstupanje kod C_2 . Uz eliminisanje Tartini tona B3 statistički parametri su $\overline{C_2} = 44.0785$ dB i $\sigma^2 = 12.4957$.

d) izborom dvozvuka B3 i tonova iz opsega (E4 – B5) proizvedeni su Tartini tonovi u opsegu 81.60 Hz do 738.5 Hz što odgovara rasponu tonova E2 do F5#. Uzimajući u obzir činjenicu da je opseg tonova na gitari malo više od 3 oktave (E2 do E5), zaključujemo da je eksperimentom izvršena kompletna analiza svih Tartini tonova na gitari.

Detaljnijom komparativnom analizom teorijskog modela prenosnog sistema sa linearnim (jed. 1) i kvadratnim (jed. 4) članom prenosne karakteristike, i logaritamske spektralne karakteristike (sl. 3), zaključuje se da akustička gitara ima nelinearnu prenosnu karakteristiku oblika $y = ax + bx^2 = ax + (1 - a)x^2$, gde je $a=0.8$.

4. ZAKLJUČAK

U radu je opisana nelinearnost sistema za sluh kod čoveka (srednje i unutrašnje uvo) koja, u svesti slušaoca, proizvodi audio senzacije koje odgovaraju nepostojećim komponentama akustičkog pobudnog signala.

Pored toga, neki žičani muzički instrumenti mogu, u nekoj meri, da, kod istovremenog sviranja više tonova, proizvedu tonove koji su kombinacija osnovnih tonova. Spektralna komponenta koja odgovara razlici frekvencija dva primarna tona $f_1 - f_2$ u literaturi se nazvana Tartini ton. U radu je eksperimentalnim putem analizirano generisanje Tartini tonova kod akustične gitare CG 510. Analizom vrednosti koeficijenta kvadratne distorzije C_2 pokazano je postojanje Tartini tonova u frekvencijskom opsegu koji odgovara svim tonovima koji mogu da se reprodukuju na gitari (tonovi E2 do E5).

LITERATURA

- [1] Tartini Giuseppe, *Trattato di musica secondo la vera scienza dell'armonia*, Stamperia del Seminario, Padova, 1754.
- [2] A. Lohri, S. Carral and V. Chatziioannou, "Combination Tones in Violins", *Proceedings of the Second Vienna Talk*, Sept. 19–21, Austria, 2010.
- [3] H. Helmholtz, *Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik*, Braunschweig: Vieweg 1863.
- [4] P. Reinier, "Detectability Threshold for Combination Tones", *The Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 37, No. 6, pp. 1110-1123, June 1965.
- [5] G. Caselli, G. Cecchi, G. Masetti, "Characteristics, mechanisms, and perceivability of combination tones in violins", *The Journal of the Acoustical Society of America*. Vol. 152, pp. 2513–2523, 2022.
- [6] P. Reinier, "Detectability Threshold for Combination Tones", *The Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 37, No. 6, pp. 1110-1123, June 1965.
- [7] J. Goldstein, "Auditory Nonlinearity", *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 41, No. 3, pp. 676–699, 1967.
- [8] H. Fastl, E. Zwicker, "Psychoacoustics: Facts and Models". 3rd ed. Vol. 22 of *Springer Series in Information Sciences*. Berlin: Springer. 2007.
- [9] G. Kendall, C. Haworth, R. Cadiz, "Sound Synthesis with Auditory Distortion Products". *Computer Music Journal*. Vol. 38. pp. 5-23, 2014.



PROJEKTOVANJE KUĆNOG TELEVIZIJSKOG STUDIJA ZA STRIMING UŽIVO DESIGNING A HOME TELEVISION STUDIO FOR LIVE STREAMING

Nataša J. Bogdanović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, A. Medvedeva 20, Niš*

Sadržaj – U ovom radu je predstavljen postupak projektovanja kućnog televizijskog studija koji omogućava kvalitetno strimovanje uživo, kao i produkciju kraćih medijskih sadržaja. Predložena oprema je na nivou jednostavnog i jeftinog kućnog studija. Dati su principi prenosa medijskih sadržaja preko Interneta i uporedno su opisane sličnosti i razlike u radu IP TV i OTT TV. Posebno su istaknuti zahtevi za osvetljenje i minimalnu zvučnu izolaciju u studiju, kao najvažniji aspekti za dobijanje kvalitetnog audio i video sadržaja.

Ključne reči: Kućni studio. Sudijsko osvetljenje. OTT TV. Striming uživo.

Abstract – In this paper, designing process of a home television studio that enables the high-quality live streaming as well as short media contents production is presented. The proposed home studio is at the level of simple and inexpensive equipment. The principles of media content transmission over the Internet are given. The similarities and differences in the operation of IP TV and OTT TV are outlined. The minimum technical characteristics of the necessary equipment are given and the conditions for quality work in the home studio for live streaming are proposed. The requirements for lighting and for minimal acoustic insulation are specially outlined, as the most important aspects for obtaining quality audio and video content.

Key words: Home studio. Live streaming. Studio light. OTT TV.

1. UVOD

Nekada su radio-televizijski emiteri i telefonsko-telegrafске kompanije bile zadužene za kompletan proces prenosa medijskih sadržaja (zvuk, slika, video, podaci) tj. za zadatke koji su se smatrali ključnim za njihovo poslovanje. Danas je isporuka medijskih sadržaja eksternalizovana na tržište i prepuštena mreži dobavljača koji sarađuju duž lanca isporuke. Ovi dobavljači nisu obične firme, već tehnološki giganti koji su razvili duboke globalne sposobnosti i mogu da iskoriste infrastrukturu bez presedana, za isporuku sadržaja na i sa (skoro) bilo koje lokacije u svetu.

Od nastanka emitovanja zvuka, pa i tokom većeg dela 20. veka, medijska isporuka se sastojala od analognog prenosa signala od emitera do radio i TV aparata slušalaca i gledalaca. Bio je to zadatak koji su emiteri sami izvršavali. Dostava medija koju su uspostavili ovi emiteri može se okarakterisati sa četiri ključna atributa:

- Unimodalno, jer su se emiteri bavili jednom (zemaljskom) putanjom prenosa.
- Vlasnički, pošto su upravljali sopstvenom infrastrukturom zasnovanoj na hardveru koji je služio isključivo u svrhu prenosa svojih kanala.
- Dostava medija bila je vertikalno integrisana, jer je to bio zadatak koji su emiteri sami nosili i za koje su bili opremljeni. Iako su nacionalni emiteri oduvek sarađivali sa proizvođačima opreme, ovi aranžmani su bili vezani za specijalizovane procese i samo su emiteri bili zaduženi za celokupnu operaciju.

- Konačno, prenos TV signala je bio strogo nacionalni; emiteri nisu imali posla van svojih granica, a evropske zemlje su zabranile strane TV signale, što je bilo pravno regulisano međunarodno usaglašenim planovima raspodele. Kao odraz nacionalne prirode radio-difuzije, emiteri su pratili konture nacionalne teritorije i nikada nisu izlazili dalje.

Isporuka medija se menjala i napredovala mnogo pre nego što je Internet postao sredstvo za distribuciju videa. Broj prenosnih puteva se povećao sa pojavom kablovskih i komunikacionih satelita. Ipak, ova dva načina prenosa medijskog sadržaja su mogli da ostanu na rubu TV industrije, sve dok nije postignut napredak u kompresiji signala kroz napredak u digitalnim tehnologijama [1] - [3]. Sa mogućnošću pakovanja više kanala u istom propusnom opsegu, raspoložive TV platforme su mogle da ponude veći izbor, što je njihov proizvod učinilo znatno privlačnijim za potrošače.

Video kasetni rekorderi (VCR), a kasnije i digitalni video rekorderi (DVR), bile su prve tehnologije „vremenskog pomeranja“. Provajderi kablovske mreže su izmislili „Video na zahtev“, (Video on Demand - VoD). Prvo su nudili NVoD (Near VoD) tako što su obezbedili vrteške sa sadržajem gde su filmovi počinjali na svakih 20 minuta, a zatim ponudili pravi VoD kada se kapacitet kablovske mreže povećao.

Iako je prenos medijskih sadržaja preko IP-a u početku bio sporadičan, kasnije se toliko ubrzao da je promenio pravila igre. IP prenos, ne samo da je sveobuhvatno promenio isporuku medija, već je transformisao poslovne modele i

doneo novi video ekosistem koji daleko prevazilazi, kako po obimu tako i po složenosti, ekologiju emitovanja iz nedavne prošlosti. Složenost proizilazi iz nekoliko faktora. Prvo, video originali su se umnožili i uključuju VoD ponude emitera i provajdera plaćeni TV (pay TV), mreže društvenih medija (npr. Facebook, Instagram, Watch ili Snapchat), aplikacije i platforme za deljenje videa (kao što su YouTube, Twitch ili Line Live) i platforme tehnoloških i medijskih konglomerata (Amazon Prime Video, Apple TV+, Disney+, AT&T-ov HBO Mak, itd. [4].

Atributi novog lanca isporuke su u suprotnosti sa starim i pomažu u objašnjenju ogromnih promena koje utiču na televizijsku industriju. Savremeni lanac isporuke medija najbolje je opisati kao multimodalan. Emiteri i medijski konglomerati, koji upravljaju i TV kanalima i platformama na zahtev, moraju da rade sa dva različita skupa protokola za prenos. U klasičnom putu emitovanja – ili multicast – jedan deo sadržaja se prenosi preko radio talasa; postoji samo jedna kopija u bilo kom trenutku, koju dele svi primaoci, iako se putevi prenosa razlikuju između kablovskih, satelitskih i zemaljskih. Drugi mehanizam prenosa – unicast – radi preko IP-a i koriste ga sve medijske usluge. U unicast modelu, svaki pojedinačni strim je jedinstvena kopija, a ako milion gledalaca gleda istu emisiju, to znači da se milion kopija gleda istovremeno. Ovaj protokol prenosa je mehanizam za povlačenje sadržaja, pošto gledaoci traže sopstvenu kopiju materijala, što je u suprotnosti sa broadcast strukturom putanje emitovanja [4], [5].

2. OTT TV i IP TV

OTT TV (Over the Top) je medijski sadržaj koji može da se gleda na različitim uređajima, kao što su: pametni televizor, mobilni telefon, kompjuter ili konzola za igru, a putem internet veze. Ova internet distribucija video i audio sadržaja raspoloživa je za različite formate ekrana (multi-screen delivery) a preko različitih vidova internet konekcija, koristeći HTTP internet protokol.

IPTV (Internet Protocol Television) [6] i OTT i ako dele ključnu zajedničku osobinu korišćenja interneta, kao mehanizma za isporuku sadržaja, ali van toga su veoma različiti, u pogledu poslovnog modela, kvaliteta usluge, kvaliteta sadržaja, vlasništva, cene itd. OTT striming je isporuka audio/video sadržaja korišćenjem redovnog (otvorenog) neupravljanog Interneta i za razliku od IPTV-a, ne postoji namenska mreža ili infrastruktura koju obezbeđuje operater. Isporučuje se preko HTTP/TCP, povezanog transportnog protokola. Danas se koriste različite adaptivne tehnologije strimovanja HLS (Apple), Smooth Streaming (MS) i HDS (Adobe), dok IPTV koristi tehnologiju prenosa transportnog toka (TS) i RTP (protokol u realnom vremenu) preko UDP-a, [6].

Poslednjih nekoliko godina OTT dobija široku popularnost sa velikim brojem provajdera usluga sa relativno niskim cenama kao što su Netflix, Amazon TV, Disney+ itd., koji nude usluge videa na zahtev uz pretplatu i dobijaju veliki tržišni udeo i široko rasprostranjenu lojalnost potrošača [7].

Postoje dve različite klase OTT isporuke – VoD i striming uživo (live streaming). Sadržaj na zahtev (VoD), se gleda u vreme i na mestu koje gledaoci izaberu i sastoji se od kataloga filmova i TV emisija. Sadržaj striminga uživo je vođeno događajima, kao što su sportovi uživo i vesti. Dok se i sadržaji

na zahtev i striming uživo, prenose preko OTT mreža, slučaj korišćenja striminga uživo ima posebno stroge zahteve za kašnjenjem. Publika očekuje da se sadržaj uživo isporučuje u skorom ili u realnom vremenu, tako da putevi objavljivanja sadržaja i prenosa moraju biti optimizovani, da bi to omogućili. Uživo strimovanje sadržaja najpopularnijih događaja predstavlja još jedan izazov – istovremenost i obim. Ovo rezultira značajno različitim pristupima kodiranju i optimizaciji transporta OTT sadržaja, u zavisnosti od toga da li je njegov VoD ili live streaming. Međutim, pošto je sadržaj koji se prenosi uživo često sutrašnji sadržaj na zahtev (kao kada sportski događaj postane dostupan na plaćenom servisu), često postoji dodatna faza uživo u VoD, u kojoj se kodiranje i pakovanje sadržaja konvertuju tako bi se arhivirali [8].

OTT TV drastično menja oblik medijske industrije za sve stvaraoce. OTT tehnologija omogućava kreatorima sadržaja, u bilo kojoj oblasti, da stvore profitabilnu platformu za striming i da se pojavljuju na televizorima širom sveta [9]. Za ovu svrhu je razvijen veliki broj veb sajtova koji omogućavaju medijskim stvaraočima da se na jednostavan i jeftin način predstave svetu. Za takvo predstavljanje je neophodno projektovati i realizovati kućni televizijski studio, sa vrlo malo finansijskih sredstava uz minimalnu tehničku opremu.

3. PROJEKTOVANJE KUĆNOG STUDIJA

Projektovanje malog kućnog televizijskog studija sastoji se iz sledećih glavnih koraka:

- 3.1. Izbor i dizajn studijskog prostora;
- 3.2. Izbor audio i video uređaja;
- 3.3. Zvučna izolacija studija;
- 3.4. Osvetljenje u studiju;
- 3.5. Dodatno uređenje kućnog studija;
- 3.6. Odgovarajući softver za striming;
- 3.7. Stabilna Internet veza.

3.1. Izbor i dizajn studijskog prostora

Najvažniji deo studija za striming je prostor u kom se nalazi. Može se postaviti sto u dnevnoj sobi sa obiljem prirodnog svetla ili obezbediti dodatno LED svetlo. Može se izabrati bilo koji prostor da bude studio, ali mora se imati u vidu da će taj prostor uticati na druge dizajnerske i tehnološke odluke. Stil uređenja prostorije u kojoj se strimuje uživo i njen dizajn će postaviti prepoznatljivi brend gledaocima. Imati istu pozadinu svaki put, takođe pomaže da se uspostavi čvršće prisustvo u glavama gledalaca [10], [11]. Da bi se strim učinio zanimljivijim, treba isprobati neke od ideja za dizajn pozadine:

- Karakterističan zid - obojiti zid u pozadini zanimljivom akcentnom bojom koja će istaći prezentera na slici. Ako to rešenje nije moguće treba isprobati neku od sledećih ideja.
- Dodati police i rekvizite - Postaviti nekoliko polica iza prezentera i dodati zabavne sitnice ili knjige koje prikazuju posebnost studijskog prostora.
- Postaviti umetnička dela ili panele koji se mogu ukloniti. Ako nije moguće uraditi ništa trajno u studijskom prostoru za striming, isprobati zidne umetničke panele. Mogu se postaviti slike koje se lako skidaju ili paneli koji se mogu uklopiti za 3D efekat.
- Napraviti prenosni set – ukoliko nije moguće menjati zidove u izabranom prostoru, napraviti „prenosni zid“ sa nekim drvenim pločama, zatim nalepiti tapete ili obojiti po želji.

- Chroma key (zeleni ili plavi ekran). Za potpuni slobodni izbor pozadine studija, koristiti hroma-ki i umetnuti digitalno generisanu pozadinu. Iako ovo zahteva najmanje fizičkog napora, zato je potrebno koristiti moćan računar.

3.2. Izbor audio i video uređaja

Nakon dizajniranja studija, potrebno je studio opremiti dobrom audio i video opremom [10], [11]. Izbor kamere je vrlo važan sa strimovanjem. Za strimovanje uživo koriste se tri vrste kamere: kamkorder, DSLR kamera ili veb kamera/pametni telefon. Kamkorderi i DSLR kamere daju video visokog kvaliteta, ali zahtevaju složeniju opremu za korišćenje (mikser, svičer, interfejs). DSLR kamera koristi sistem ogledala za reflektovanje svetlosti od objektiva do optičkog senzora. One imaju optičke senzore visoke rezolucije, vrhunsku optiku, robusne manuelne kontrole i mogućnosti zamene objektiva. Veb kamere su najisplativija opcija, iako neke iz višeg ranga mogu biti skupe.

Kamera koja se izabere mora da strimuje sa minimum 720p. Većina veb kamera dostiže samo 720p, dok DSLR kamere omogućavaju rezoluciju slike od 1080p ili čak 4K.

Kvalitet zvuka je još jedan aspekt strima uživo na kojem definitivno ne bi trebalo štedeti. Iako je jasna slika važna, pristojan zvuk je još važniji. Gledaoci imaju manje strpljenja za loš zvuk nego za loš video, pa je zato vrlo važno obezbediti kvalitetan mikrofoni, odgovarajućih tehničkih karakteristika za striming.

Za stojeće mikrofone može se odabrati USB mikrofoni ili mikrofoni sa specijalnim audio konektorom, kao što je XLR i čič. XLR mikrofoni pružaju bolji kvalitet, ali obično su skuplji, a potreban im je audio interfejs za povezivanje sa računaru, dok se USB mikrofoni može direktno priključiti u računaru. Ako se planira da prezenter stoji ili se kreće, može se koristiti i mikrofoni koji se pričvršćuju na odeću, tzv. „bubica“.

3.3. Zvučna izolacija studija

Da bi se dobio strim profesionalnog kvaliteta, treba da se eliminiše što je moguće više pozadinske buke. Zvučna izolacija prostora poništava buku koja dolazi izvan studija i smanjuje eho unutar studija. Ako je studio u stanu gde žive i drugi ljudi, to takođe čini da sesije strimovanja budu tiše i manje je verovatno da će ometati ukućane. Postoji nekoliko tehničkih rešenja da se zvučno izoluje studio za striming uživo. Postavljanje panela za zvučnu izolaciju - akustičkih absorbera na zidove je najbolji način da se reši problem pozadinske buke. Međutim, ovi paneli mogu biti skupi i fiksiraju se na zidovima. Druga mogućnost je postaviti teške tekstilne zavese ispred zidova i prozora. Takođe, mogu se postaviti akustički paneli na plafonu, kao i akustički podni absorberi ako je to potrebno.

3.4. Osvetljenje u studiju

Glavna razlika između amaterskih i profesionalnih video snimaka je u pravilnom osvetljenju [10], [11] Kako bi se izabralo pravo osvetljenje za studio za striming uživo, uzima se u obzir sledeće:

- Izvor svetlosti: Izbegavati osvetljenje iznad glave i postaviti studio, tako da se iskoristi prirodno osvetljenje kad god je to moguće, slika 1.

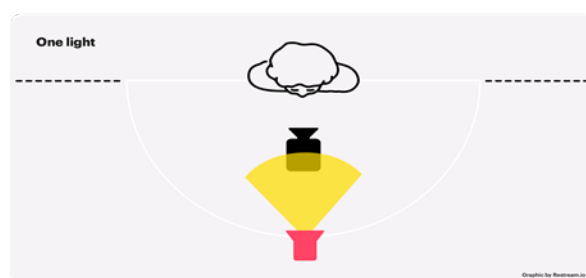
- Temperatura boje: Za kvalitetan video strim ne mešati „toplija“ svetla (žuta) sa „hladnijim“ (belo i svetlo plavo).
- Intenzitet: Učiniti osvetljenje dovoljno svetlim, ali ne previše oštrim korišćenjem difuzora.
- Varijante osvetljenja: Nabaviti opremu neophodnu za pravilno postavljanje svetla, kao što su: postolja, stalci i rešetkasti plafonski nosači za reflektore i pribor za montažu.



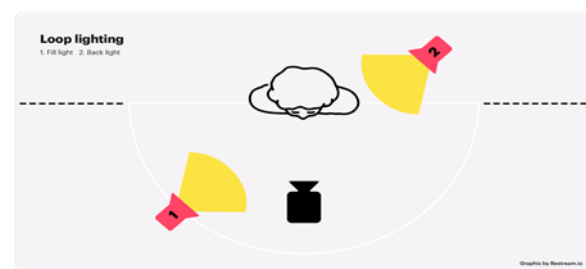
Slika 1. Prirodno svetlo sa difuzorom.

Za kućne studije, postoje četiri glavna tipa svetla:

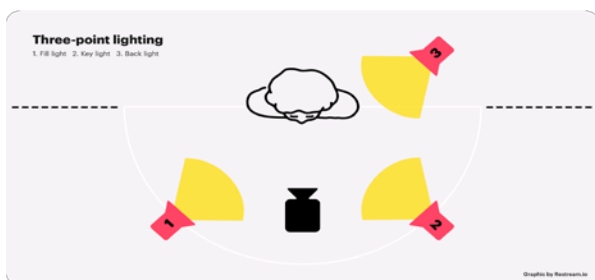
- Glavno svetlo ili ključno svetlo je glavni izvor osvetljenja i najmoćniji. Obično je iza kamere, osvetljava glavni subjekt. LED svetla su popularan izbor za ključna svetla, slika 2.
- Svetlo za popunjavanje: Svetlo za popunjavanje pokriva sve senke preostale od ključnog svetla. Kišobrani i soft boksovi su dobra svetla za punjenje, svetlo br.2 na slici 3.
- Pozadinsko svetlo: Pozadinska svetla osvetljavaju subjekat od pozadi, kako bi se rešili senki na pozadini. Pozadinska svetla ne bi trebalo da budu snažnija od svetala za punjenje, br.3 na slici 4 i svetla br. 3 i br. 4. na slici 5.
- Prstenasto svetlo: Mnogi kreatori medijskih sadržaja koriste prstenasto svetlo, jer ravnomerno osvetljava objekat, bez potrebe za dodavanjem drugih svetala. Lako se postavljaju.



Slika 2. Ključno svetlo.



Slika 3. Svetlo za popunjavanje.



Slika 4. Osvetljenje iz tri pravca.



Slika 5. Osvetljenje iz četiri pravca.



Slika 6. Postavka kućnog studija.

Eksperimentisati sa različitim postavkama osvetljenja da se uoči šta najbolje funkcioniše u konkretnom studiju. Najčešća konfiguracija za strimove uživo sa jednim subjektom je osvetljenje u tri tačke. To uključuje ključno svetlo sa jedne strane kamere, svetlo za punjenje na drugoj strani i pozadinsko svetlo, slika 4.

3.5. Dodatno uređenje kućnog studija

Prostorija za strimovanje, kamera, mikrofoni i osvetljenje su neophodni za postavljanje kućnog studija za strimovanje uživo. Ako se potrebno da se optimizuje rad i da strim izgleda profesionalno, onda je potrebna dodatna oprema. Dodatna oprema za strimovanje može uključivati: stativ za fotoaparat ili kameru, stativ za mikrofoni, kablove za povezivanje audio i video izvora, stalke i stativ za svetla, hroma-ki ekran, nameštaj za opremu, video i audio mikser, svičeri, enkoderi i slušalice, vidi sliku 6.

3.6. Odgovarajući softver za strimovanje

Kada su fizički aspekti kućnog studija spremni, mora se izabrati odgovarajući softver za strimovanje uživo, koji će se koristiti. Najpopularniji softverski koderi su besplatni i prilično jednostavni, što ih čini izborom pogodnim za početnike. Kada se bira softver za strimovanje, potražiti onaj koji ima sve funkcije koje su potrebne da strim uživo izgleda profesionalno i privlačno. Takođe, uveriti se da ne zauzima mnogo resursa računara [12].

3.7. Stabilna Internet veza

Sav trud koji se uloži u kućni studio za strimovanje uživo neće biti vredan toga ako je spora Internet veza. Strimovanje uživo zahteva dobre brzine otpremanja kako ne bi došlo do prekida video strima. Platforme na kojima se može vršiti strimovanje, na pr. Facebook, Twitch, YouTube i druge popularne platforme imaju različite zahteve za brzinu otpremanja. Tempo vizuelnog prikaza na ekranu zavisiće od toga da li se strimuje presenter koji sedi ispred kamere i govori, što neće zahtevati toliko veliku brzinu strimovanja, u odnosu na primeru brzih vizuelnih promena, poput video igara.

4. ZAKLJUČAK

Detaljan postupak projektovanja kućnog studija koji omogućava kvalitetno strimovanje uživo kao i produkciju kraćih medijskih sadržaja je opisan. Princip rada OTT TV se široko koristi za profesionalne i lične primene. OTT tehnologija omogućava kreatorima sadržaja, u bilo kojoj oblasti, da stvore profitabilnu platformu za strimovanje i da se pojavljuju u medijskom prostoru širom sveta. Ova tehnologija omogućava kreativnim pojedincima da se predstave širokom auditorijumu van granica svog okruženja. Potrebna tehnička oprema za realizaciju kućnog strimovanja studija je široko dostupna.

Isporučka medijskih sadržaja, korišćenjem savremene tehnologije, omogućila je široko dostupan prenos sadržaja od izvora do publike, postala je mozaik tehnologija koje održavaju složen i brzo evoluirajući medijski ekosistem.

LITERATURA

- [1] Spasić, A., Nešić, M., Bogdanović, J. „Production of TV Multimedia Content: Modelling in Problem Space“, Proc. of the XLI ICEST 2006, Sofia, Bulgaria, 212-215.
- [2] M. Petrović, M. Vukašinović, „Sistemi i tehnologije za emitovanje signala: priručnik za laboratorijske vežbe“, VISER, Beograd, 2018.
- [3] M. Petrović, „Audio-video produkcija“, Bihać, 2019.
- [4] Spilker, H. S., & Colbjørnsen, T. (2020). The dimensions of streaming: toward a typology of an evolving concept. *Media, Culture & Society*, 42(7-8), 1210-1225.
- [5] Ratel, „Pregled tržišta elektronskih komunikacija i poštanskih usluga u Republici Srbiji u 2022. godini“
- [6] Nataša J. Bogdanović, „IP televizija“, Univerzitet u Nišu Elektronski fakultet, 2008.
- [7] <https://www.uscreen.tv/blog/ott-tv/>
- [8] Colbjørnsen, T. „The streaming network: Conceptualizing distribution economy, technology, and power in streaming media services“, *Convergence*, 27(5), pp. 1264-1287, 2021.
- [9] Evens T., et all. „Technological affordances of video streaming platforms: Why people prefer video streaming platforms over television“, *European Journal of Communication*. 1–19., 2023.
- [10] B. Popović, „Oblikovanje svetla za televiziju i film“, Akademija dramske umjetnosti, Zagreb 2018.
- [11] Kajganić P. „TV produkcija1“, Akademija umetnosti, Beograd Unibook., 2010.
- [12] <https://www.techradar.com/news/the-best-free-streaming-software>



ANALIZA SIGURNOSTI WORDPRESS SAJTOVA KROZ PRIMENU SUCURI SECURITY DODATKA

SECURITY ANALYSIS OF WORDPRESS SITES THROUGH THE APPLICATION OF SUCURI SECURITY PLUG IN

Dejan Blagojevic, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, A. Medvedeva 20, Niš.*
Nikola Marinković, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, A. Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj - U ovom radu, biće predstavljene ključne karakteristike i funkcionalnosti Sucuri Security dodatak-a i njegova uloga u obezbeđivanju sigurnosti WordPress sajtova. Detaljno je predstavljen Sucuri Security Dodatak, koji je razvijen od strane kompanije Sucuri Inc., poznate po pružanju naprednih sigurnosnih rešenja za veb sajtove. Cilj jeste predstaviti njegovu efikasnosti i pouzdanost u pogledu važnosti adekvatne zaštite veb sajtova od malvera, hakerskih napada, DDoS napada i drugih potencijalnih pretnji.

Ključne reči: WEB dizajn, Wordpress, dodaci bezbednost web stranica, DDoS napadi

Abstract - In this paper, the key features and functionalities of the Sucuri Security dodatak and its role in ensuring the security of WordPress sites will be presented. The Sucuri Security Dodatak, developed by Sucuri Inc., known for providing advanced security solutions for websites, is presented in detail. The goal is to present its effectiveness and reliability regarding the importance of adequate protection of websites against malware, hacker attacks, DDoS attacks and other potential threats.

Key words: WEB design, Wordpress, web page security dodataks, DDoS attacks

1. UVOD

Web stranice su u osnovi kreirane pomoću „HTML“, „CSS“ i „JavaScript“ fajlova, koji sadrže slova, brojeve i simbole. HTML je u prevodu hipertekstualni jezik za označavanje i služi za kreiranje „skeleta“ stranice. CSS je jezik za formatiranje pomoću koga se definiše izgled elemenata veb stranice. Javaskript je dinamičan, interpretiran programski jezik visokog nivoa. Zajedno sa prethodne dve tehnologije, javaskript je deo tri vodeće tehnologije za definisanje sadržaja na vebu, a konkretnu primenu je našao na polju funkcionalnosti veb-sajtova [1]. Wordpress (WP ili WordPress.org) je besplatan sistem za upravljanje sadržajem otvorenog koda (CMS) napisan u PHP-u i uparen sa MySQL bazom podataka sa podržanim HTTPS-om. Karakteristike uključuju arhitekturu dodataka i sistem šablona, koji se u Wordpress -u nazivaju teme [2 - 5].

Wordpress je prvobitno kreiran kao sistem za objavljivanje blogova, ali je evoluirao da podrži druge tipove veb sadržaja uključujući tradicionalnije mejling liste i forume, medijske galerije, sajtove za članstvo, sisteme za upravljanje učenjem (LMS) i onlajn prodavnice. Jedno od najpopularnijih rešenja sistema za upravljanje sadržajem u upotrebi, Wordpress koristi 42,8% od 10 miliona najboljih veb sajtova Arhitektura dodataka WordPress-a omogućava korisnicima da prošire karakteristike i funkcionalnost veb stranice ili bloga. WordPress.org ima 59.756 dostupnih dodataka od kojih svaki nudi prilagođene funkcije i karakteristike koje korisnicima omo-

gućavaju da prilagode svoje sajtove svojim specifičnim potrebama [3]. Međutim, ovo ne uključuje premium dodatke koji su dostupni (približno 1.500+), koji možda nisu navedeni na WordPress.org sajtu. Ova prilagođavanja se kreću od optimizacije pretraživača (SEO), klijentskih portala koji se koriste za prikazivanje privatnih informacija prijavljenim korisnicima, sistema za upravljanje sadržajem do funkcija za prikazivanje sadržaja, kao što su dodavanje vidžeta i navigacionih traka. Nisu svi dostupni dodaci uvek u toku sa nadogradnjom, i kao rezultat toga, možda neće funkcionisati ispravno ili uopšte neće funkcionisati [4]. Većina dodataka je dostupna preko samog Wordpresa, bilo preuzimanjem i ručnom instalacijom datoteka preko FTP-a ili preko Wordpress kontrolne table. Međutim, mnoge treće strane nude dodatke preko svojih veb lokacija, od kojih su mnogi plaćeni paketi [5].

U današnjem digitalnom dobu, bezbednost veb sajtova postaje sve važnija, s obzirom na rastući broj sajber pretnji i napada na sajtove širom sveta. U ovom diplomskom radu, istražujemo ključne karakteristike i funkcionalnosti Sucuri Security dodatak-a i njegovu ulogu u obezbeđivanju sigurnosti WordPress sajtova [6].

U ovom radu, biće predstavljene ključne karakteristike i funkcionalnosti Sucuri Security dodatak-a i njegova uloga u obezbeđivanju sigurnosti WordPress sajtova. Detaljno je predstavljen Sucuri Security Dodatak, koji je razvijen od strane kompanije Sucuri Inc., poznate po pružanju naprednih

sigurnosnih rešenja za veb sajtove. Cilj jeste predstaviti njegovu efikasnosti i pouzdanost u pogledu važnosti adekvatne zaštite veb sajtova od malvera, hakerskih napada, DDoS napada i drugih potencijalnih pretnji [7-10].

2. SUCURI SECURITY DODATAK

Sucuri Security Dodatak je jedan od najpopularnijih i najpouzdanijih sigurnosnih alata za veb sajtove zasnovane na WordPress platformi. U današnjem digitalnom dobu, bezbednost veb sajtova postaje sve važnija, s obzirom na rastući broj sajber pretnji i napada na sajtove širom sveta.

Sucuri Security Dodatak nudi različite funkcije, uključujući redovno skeniranje veb sajtova u potrazi za malverom i potencijalnim ranjivostima. Takođe, dodatak ima ugrađeni firewall koji blokira napade sajbernapadača i DDoS napade. Kroz automatsko praćenje sigurnosnih događaja i generisanje obaveštenja, administratori sajtova mogu blagovremeno reagovati na potencijalne pretnje [11-13].

Opisivanje funkcionalnosti i karakteristika Sucuri Security dodatka omogućava čitaocima da steknu dublje razumevanje njegove uloge u održavanju sigurnosti veb sajtova na WordPress platformi. U narednim poglavljima istražićemo praktične primene dodatka kroz studije slučaja i analizu efikasnosti u zaštiti sajtova od pretnji [14-20].



Slika 1. Sucuri security okruženje.

Sucuri Security sprovodi temeljno skeniranje veb sajta kako bi otkrio prisustvo malicioznih kodova. Ovaj proces obuhvata sve fajlove i direktorijume, uključujući one koji su

skriveni od javnog pristupa. Zahvaljujući algoritmima skeniranja, dodatak analizira sadržaj fajlova u potrazi za sumnjivim i štetnim kodom, kao i znakovima infekcije. Ako se otkrije bilo kakva sumnjiva aktivnost, Sucuri Security dodatak odmah obaveštava vlasnika sajta kako bi se preduzelo odgovarajuće akcije zaštite.

Ukoliko je malver detektovan, Sucuri Security dodatak odmah preduzima akcije za njegovo brzo i precizno uklanjanje. To uključuje temeljno čišćenje zaraženih fajlova i brisanje štetnih kodova. Važno je napomenuti da dodatak koristi napredne tehnike kako bi se obezbedilo da uklanjanje ne naruši funkcionalnost sajta i integritet podataka. Na taj način, vlasnici sajtova mogu biti sigurni da će njihovi online resursi biti bezbedni i pouzdani.

Sucuri Security dodatak pruža dodatni sloj zaštite od poznatih ranjivosti u veb sajtovima. Ovo se postiže primenom Web Application Firewall (WAF) rešenja, koje filtrira i blokira ulazni saobraćaj pre nego što stigne do sajta. WAF koristi pravila zasnovana na ranjivostima koje su prethodno identifikovane iz prethodnih napada. Na ovaj način, dodatak odbija štetne zahteve pre nego što mogu ugroziti sajt, čime se sprečava potencijalno iskorišćavanje ranjivosti.

Sucuri Security tim redovno prati i analizira bezbednosne rupe kako bi razvio odgovarajuće zakrpe i održao visok nivo bezbednosti veb sajtova. Kada se otkrije nova ranjivost, dodatak automatski primenjuje zakrpe kako bi se otklonila potencijalna bezbednosna rupa. Ova brza reakcija na nove pretnje omogućava održavanje sajtova zaštićenim od najnovijih napada.

3. PRAĆENJE SIGURNOSNIH DOGAĐAJA I IZVEŠTAVANJE

Sucuri Security je visoko pouzdan sigurnosni dodatak koji pruža mogućnost detaljnog praćenja sigurnosnih događaja na veb sajtu, kao i generisanje izveštaja o bezbednosti i upozorenja kako bi korisnici bili obavešteni o potencijalnim pretnjama.

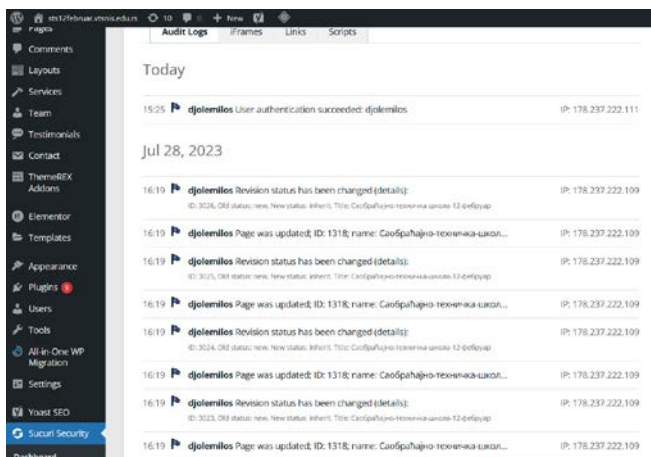
Jedna od ključnih funkcionalnosti ovog dodatka je praćenje svih sigurnosnih događaja na veb sajtu u realnom vremenu. To uključuje skeniranje veb sajta kako bi se otkrile moguće ranjivosti, malveri ili drugi štetni kodovi, kao i nadzor nad saobraćajem koji dolazi do sajta. Sucuri Security kontinuirano analizira i beleži sve sigurnosne događaje kako bi korisnici bili obavešteni o potencijalnim pretnjama.

Dodatak generiše detaljne izveštaje o bezbednosti sajta, pružajući korisnicima uvid u sve sigurnosne događaje i ranjivosti koje su detektovane. Ovi izveštaji sadrže informacije o potencijalnim ranjivostima na sajtu, prisustvu malvera, detekciji napada i drugim sigurnosnim incidentima. Izveštaji su pregledni i jasni, pružajući korisnicima sveobuhvatan uvid u stanje sigurnosti njihovog sajta.

Pored toga, Sucuri Security pruža mogućnost generisanja upozorenja i obaveštenja o potencijalnim pretnjama. Kada dodatak detektuje bilo kakvu sumnjivu aktivnost ili sigurnosni incident, korisnici će dobiti obaveštenje putem e-maila. Ovo omogućava brzo reagovanje na potencijalne pretnje i omogućava korisnicima da preduzmu neophodne korake kako bi osigurali bezbednost svog sajta.

Sucuri Security dodatak nudi niz zaštitnih slojeva, uključujući redovno skeniranje sajta kako bi se otkrili i uklonili malveri, upozorenja i blokiranje napadačkih IP adresa i DDoS napada, kao i zaštitu od Brute Force napada na logovanje.

Takođe, integrisani firewall pruža dodatni nivo zaštite od potencijalnih pretnji. Kroz ovu analizu, ilustrujemo kako Sucuri Security dodatak omogućava veb administratorima da održe bezbednost svog sajta na visokom nivou, obezbeđujući neprekidno praćenje sigurnosnih događaja i obaveštenja o potencijalnim ranjivostima. Na ovaj način, dodatak pruža snažan okvir za očuvanje integriteta veb sajtova i zaštitu od širokog spektra pretnji.



Slika 2. Lista pristupa WEB stranici.

4. UTICAJ NA PERFORMANSE SAJTA

Sucuri Security je sveobuhvatan sigurnosni dodatak koji pruža visok nivo zaštite veb sajtova od različitih sigurnosnih pretnji. Međutim, kao i kod većine sigurnosnih alata, postavlja se pitanje kako upotreba ovog dodatka može uticati na performanse sajta. Sajtovi koji se oslanjaju na mnoge sigurnosne alatke i funkcije često mogu doživeti određeno usporavanje u brzini učitavanja i odziva, što može nepovoljno uticati na korisničko iskustvo. U ovom delu ćemo istražiti kako Sucuri Security dodatak može uticati na performanse sajta i razmotriti moguće načine za optimizaciju i minimalizaciju uticaja na brzinu i performanse sajta.

Sucuri Security, kao Web Application Firewall (WAF) i sigurnosni dodatak, dodaje dodatne slojeve zaštite na veb sajt. To uključuje analizu i filtriranje saobraćaja koji dolazi do sajta, skeniranje sajta u potrazi za malverom i ranjivostima, kao i praćenje sigurnosnih događaja u realnom vremenu. Ove dodatne funkcionalnosti, iako ključne za održavanje bezbednosti sajta, mogu zahtevati dodatne resurse i vreme za obradu, što može uticati na performanse sajta.

Jedan od načina na koji se može minimizirati uticaj na performanse sajta je optimizacija postavki i konfiguracija dodatka-a. Sucuri Security nudi korisnicima mogućnost prilagođavanja i podešavanja kako bi se odgovaralo specifičnim potrebama sajta. Postavljanje odgovarajućih parametara može pomoći u balansiranju između sigurnosti i performansi sajta. Takođe, redovno ažuriranje dodatka je ključno kako bi se osigurala optimalna funkcionalnost i minimizirao rizik od potencijalnih sigurnosnih propusta.

Ažuriranja često donose poboljšanja performansi i otklanjanje eventualnih problema koji mogu uticati na brzinu sajta.

Osim toga, implementacija drugih metoda optimizacije sajta može pomoći u minimalizaciji uticaja na performanse. To uključuje optimizaciju slika, upotrebu keširanja, smanjenje zahteva ka serveru i druge tehnike za ubrzanje učitavanja stranica. Korišćenjem ovih metoda, sajt će i dalje biti zaštićen, ali će se minimizirati potencijalni negativni uticaj na brzinu i performanse.

Takođe, vredno je napomenuti da je važno pratiti performanse sajta nakon implementacije Sucuri Security dodatka. Praćenje brzine učitavanja stranica i odziva sajta može pružiti uvid u bilo kakve promene u performansama i omogućiti identifikaciju potencijalnih problema koji mogu biti povezani sa upotrebom dodatka.

5. PREDNOSTI I OGRANIČENJA

Sucuri Security dodatak koristi napredne metode detekcije kako bi otkrio i uklonio malvere sa veb sajta. Ova funkcija je ključna za održavanje čistog i bezbednog sajta za posetioce. Web Dodatak uključuje WAF koji filtrira i blokira neželjeni saobraćaj, uključujući DDoS napade i SQL injection napade. WAF pomaže u sprečavanju preopterećenja servera i održava stabilnost sajta. Sucuri Security omogućava korisnicima da blokiraju određene IP adrese koje su izvršile sumnjive aktivnosti ili pokušale napade na sajt. Ova mogućnost dodatno pojačava sigurnost sajta.

Dodatak automatski skenira sajt u potrazi za ranjivostima i omogućava korisnicima da brzo prepoznaju i reše potencijalne bezbednosne propuste. Sucuri Security pruža real-time praćenje sigurnosnih događaja, omogućavajući korisnicima da budu obavešteni o svakoj sumnjivoj aktivnosti ili incidentu koji se događa na sajtu. Ukoliko sajt bude žrtva hakerskog napada, Sucuri Security omogućava korisnicima automatsku obnovu sajta na prethodno funkcionalno stanje.

Iako Sucuri Security pruža mnoge korisne funkcije u besplatnoj verziji, neke napredne funkcionalnosti mogu zahtevati plaćeni plan. Ovo može biti ograničavajuće za manje sajtove sa ograničenim budžetom. Kombinovanje Sucuri Security sa drugim sigurnosnim dodatcima može dovesti do neslaganja i konflikata. U takvim situacijama, potrebno je pažljivo testirati i konfigurirati dodatke kako bi se izbegli problemi. Korišćenje dodatnih sigurnosnih alata, uključujući WAF, može zahtevati dodatne resurse i potencijalno usporiti brzinu učitavanja sajta.

U ovim slučajevima, optimizacija performansi može biti neophodna. Sucuri Security dodatak zahteva redovno ažuriranje kako bi se osigurala efikasnost i bezbednost sajta. Ovo može biti dodatni posao za vlasnike sajtova, posebno ako koriste i druge sigurnosne dodatke-ove koji takođe zahtevaju ažuriranje.

5.1. Sucuri security obaveštenja

Sucuri Security dodatak pruža vlasnicima veb sajtova dodatnu sigurnosnu prednost kroz svoju funkcionalnost obaveštavanja. Jedan od ključnih aspekata ovog dodatka je mogućnost automatskog obaveštavanja vlasnika sajta putem e-maila o svakoj promeni koja se dogodi na sajtu. Ova funkcija obaveštavanja omogućava vlasnicima da budu u

toku sa svim aktivnostima na svom veb sajtu u stvarnom vremenu. Kada se bilo kakva promena desi, kao što su izmene u sadržaju, dodavanje ili brisanje stranica, ili eventualni pokušaji napada, Sucuri Security dodatak automatski šalje e-mail obaveštenje na adresu vlasnika sajta. Sucuri Security dodatak, pruža vlasnicima veb sajtova jedinstvenu prednost kroz svoju moćnu funkciju Audit Logs obaveštenja na kontrolnoj tabli (dashboard). Ova karakteristika omogućava vlasnicima da lako prate sve aktivnosti i promene na svom veb sajtu kroz detaljan i transparentan pregled. Audit Logs obaveštenja omogućavaju vlasnicima da vide svaki korak i događaj na sajtu, uključujući izmene na sadržaju, dodavanje novih stranica, promene u podešavanjima, kao i svaku interakciju sa sigurnosnim aspektima. Ovo je od izuzetne važnosti jer omogućava vlasnicima da prate sve aktivnosti koje se odvijaju na sajtu i identifikuju eventualne sumnjive ili nepoželjne promene.

5.2. Skeniranje sajta

Glavna svrha ovog alata je da pruži korisnicima jasnu i detaljnu sliku o stanju sigurnosti njihovih sajtova. Kroz jednostavan i interaktivan interfejs, korisnici mogu uneti URL svojih veb sajtova i dobiti trenutnu analizu. Alat pregledava sajt kako bi otkrio prisustvo malvera, virusa, spam linkova, de facementa ili drugih znakova kompromitacije. Jedna od ključnih karakteristika ovog alata je to što pruža razumljive i detaljne izveštaje. Na osnovu analize, korisnici dobijaju informacije o svim detektovanim pretnjama i problemima, uz objašnjenje o tome kako te pretnje funkcionišu i koji su potencijalni efekti. Takođe, alat pruža preporuke i smernice o tome kako rešiti svaku pretnju ili problem. Pored toga, alat omogućava korisnicima da provere svoj sajt na različitim uređajima i pregledačima kako bi osigurali da je sajt pravilno prikazan i funkcionalan za sve posetioce. Ovo je važno kako bi se osiguralo da korisničko iskustvo ostane pozitivno i da posetioci imaju pouzdan i bezbedan pristup sajtu.

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu, biće predstavljene ključne karakteristike i funkcionalnosti Sucuri Security dodatak-a i njegova ulogu u obezbeđivanju sigurnosti WordPress sajtova. Detaljno je predstavljen Sucuri Security Dodatak, koji je razvijen od strane kompanije Sucuri Inc. Sucuri Security dodatak nudi niz zaštitnih slojeva, kao što je redovno skeniranje u cilju detektovanja i otkrivanja malvera, upozorenja i blokiranje napadačkih IP adresa i DDoS napada, kao i zaštitu od Brute Force napada na logovanje. Postojanje integrisanih firewall-ova pruža dodatni nivo zaštite od potencijalnih pretnji. Kroz ovu analizu, ilustrujemo kako Sucuri Security dodatak omogućava veb administratorima da održe bezbednost svog sajta na visokom nivou, obezbeđujući neprekidno praćenje sigurnosnih događaja i obaveštenja o potencijalnim ranjivostima. Na ovaj način, dodatak pruža snažan okvir za očuvanje integriteta veb sajtova i zaštitu od širokog spektra pretnji.

LITERATURA

- [1] Security Ninja. <https://wordpress.org/dodataks/security-ninja/>, 2021.
- [2] All In One WP Security & Firewall. <https://wordpress.org/dodataks/allin-one-wp-security-and-firewall/>, verified: May 2021.
- [3] Most Surprising WordPress Statistics. <https://www.whoishostingthis.com/compare/wordpress/stats/>, 2021.
- [4] Bullet Proof Security. <https://wordpress.org/dodataks/bulletproofsecurity/>, verified: May 2021.
- [5] Cerber Security. <https://wpcerber.com>, verified: May 2021.
- [6] Defender Security. <https://wordpress.org/dodataks/defender-security/>, verified: May 2021.
- [7] iThemes. <https://ithemes.com/security/>, verified: May 2021.
- [8] Jetpack. <https://jetpack.com>, verified: May 2021.
- [9] Offensive Security Exploit Database Archive. <http://exploit-db.com>, verified: May 2021.
- [10] SecuPress. <https://secupress.me>, verified: May 2021.
- [11] Sucuri Security. <https://sucuri.net>, verified: May 2021.
- [12] Titan Anti-spam & Security. <https://wordpress.org/dodataks/anti-spam/>, verified: May 2021.
- [13] Wordfence. <https://www.wordfence.com>, verified: May 2021.
- [14] Jordi Cabot. Wordpress: A content management system to democratize publishing. *IEEE Software*, 35(3):89–92, 2018.
- [15] M. Islam and M. Zibran. A comparative study on vulnerabilities in categories of clones and non-cloned code. In *Proceedings of the 10th IEEE International Workshop on Software Clones*, pages 8–14, 2016.
- [16] M. Islam and M. Zibran. On the characteristics of bug-code clones: A code quality perspective. In *Proceedings of the 12th IEEE International Workshop on Software Clones*, pages 23 – 29, 2018.
- [17] M. Islam and M. Zibran. How bugs are fixed: Exposing bug-fix patterns with edits and nesting levels. In *Proceedings of the 35th ACM/SIGAPP Symposium on Applied Computing*, pages 1523–1531, 2020.
- [18] M. Islam and M. Zibran. What changes in where? an empirical study of bug-fixing change patterns. *ACM Applied Computing Review*, 20(4):18– 34, 2021.
- [19] M. Islam, M. Zibran, and A. Nagpal. Security vulnerabilities in categories of clones and non-cloned code: An empirical study. In *Proceedings of the 11th ACM/IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement*, pages 20–29, 2017.
- [20] R. Joseph, M. Zibran, and F. Eishita. Choosing the weapon: A comparative study of security analyzers for android applications. In *Proceedings of the International Conference on Software Engineering, Management and Applications*, pages 1–7 (to appear), 2021.



RAZVOJ DIGITALNOG BREND DIGITAL BRAND DEVELOPMENT

Branislav Stanisavljević, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, Filipa Filipovića 20, Vranje.*

Goran Petković, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, Filipa Filipovića 20, Vranje*
Svetlana Trajković, Goran Petković, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, Filipa Filipovića 20, Vranje*

Sadržaj – U ovom radu govoriće se o tome kako su u savremenim uslovima društvene mreže i aplikacije postale su neizostavni element ukoliko želimo da budemo deo društvene zajednice. Primer koji često možemo da čujemo u okruženju „ako nije bilo na društvenim mrežama onda kao da se nije ni desilo“ vodi do deljenja svakog dela intime ne samo sa svojim prijateljima nego sa svim aktivnim korisnicima na Internetu, čiji se broj samo povećava iz dana u dan. Ovo je bio odličan signal za brendove i kompanije da iskoriste aktivnu komunikaciju sa korisnicima. Stvorena je dvosmerna komunikacija, u kojoj su korisnici angažovani dajući svoje pohvale ili kritike o brendu, a za kompanije je to povratna informacija kako da unaprede svoj brend. Društvene mreže su alat koji omogućava korisnicima da na jednom mestu mogu da se zabave, informišu ili edukuju. Dok su u početku predstavljale alate za komunikaciju saprijateljima ili potencijalnim prijateljima, danas su prerasle u ozbiljne biznis alate. Razvijen je potpuno novi digitalni marketing, nove strategije, pojmovi i novi načini poslovanja. Brendovi traže načine da se dopadnu korisnicima i da zadrže njihovu lojalnost, pa je čista prodaja pala u drugi plan. Moć ubeđivanja publike da se identifikuje sa brendom nikad nije bila lakša i masovnija. Nedigitalizacija brenda može da dovede brend do gašenja, jer neće imati mogućnost da bude konkurentan sa konkurencijom i diferencira se od nje.

Ključne reči: Brend. Društvene mreže. Internet marketing.

Abstract - In this paper will talk about how in modern conditions social networks and applications have become an indispensable element if we want to be part of the social community. An example that we can often hear in the environment "if it wasn't on social networks, then it's like it never happened" leads to sharing every part of the intimate not only with your friends but with all active users on the Internet, whose number is only increasing day by day. This was a great signal for brands and companies to use active communication with users. A two-way communication is created, in which users are engaged to say their praises or criticisms about the brand, and for companies it is feedback on how to improve their brand. Social networks are a tool that allows users to be entertained, informed or educated in one place. While in the beginning they represented tools for communication with friends or potential friends, today they have grown into serious business tools. A completely new digital marketing, new strategies, concepts and new ways of doing business have been developed. Brands are looking for ways to appeal to users and retain their loyalty, so pure selling has fallen into the background. The power of persuading an audience to identify with a brand has never been easier and more massive. Non-digitalization of the brand can lead to the extinction of the brand, because it will not have the opportunity to be competitive with the competition and differentiate itself from it.

Key words: Brand. The social network. Internet marketing.

1. UVOD

Društvene mreže omogućavaju brendovima da steknu online prepoznatljivost, pomažu da se pročuje za brend, tako što upoznaju brend sa njegovom publikom i na taj način čine brend prepoznatljivijim ne samo postojećim potrošačima nego i potencijalnim.

Za brend je najvažnije da odabere svoju publiku i društvenu mrežu preko koje će se oglašavati. U ovom radu

prikazane su najatraktivnije društvene mreže i kako da brendovi dođu do svojih klijenata na njima.

Društvene mreže pokazale su u ovom radu svoju moć kada su u pitanju oglašavanje, širenje informacija, upotreba, promocija i prodaja brendova. U predmet istraživanja ušle su najdominantnije društvene mreže ili bar one koje se najbrže razvijaju, a to su Facebook, Instagram, Twitter i You Tube. Korporacije i preduzetnici oglašavaju se putem društvenih mreža u cilju promocije svojih brendova, a u svojim strategi-

jama oglašavanja koriste dominantne alatke poput AdWords-a i reklamiranja na Facebooku.

Zahvaljujući raznolikom i mnogobrojnom nizu aplikacija, Internet za pojedinca predstavlja osnovno komunikaciono sredstvo u životu, kada je reč o poslu, privatnim vezama, socijalnom umrežavanju, zabavi, informacijama, politici i religiji.

Marketing u funkciji Internet marketinga obuhvata promociju i prodaju proizvoda i usluga posredstvom digitalne mreže odnosno Interneta. „Internet marketing obuhvata online oglašavanje (Web prezentacije, banere, e-mail oglašavanje, masovni mail, upotrebu blogova, diskusionih grupa, news grupa); e-prodaju, razvoj odnosa sa javnošću putem tekstova, odnosno putem Internet društvenih mreža“ [1].

Masovnim medijima (televiziji, radiju, novinama) se sve manje prilazi na tradicionalan način. Internet i digitalizacija omogućili su korisnicima on-line praćenje takvih sadržaja, a ne zaostaju ni kulturni i informacioni programi (knjige, časopisi, muzika, filmovi...). Korisnici to objašnjavaju kroz slobodu izbora kada će i šta da gledaju, čitaju ili slušaju, a mogućnost prenosnih uređaja omogućio im je da svoje omiljene serije ili e-knjige mogu pratiti i u javnom prevozu i dok sede na klupi u parku. Sadržaj masovnih medija nije nestao, postoji i dalje, ali je izmenjen način plasiranja, stvorene su organizacije koje su umrežene iznutra i koje su povezane na globalnom nivou. Internet povezuje klasične medije i dopunjuje ih svojim specifičnostima.

Prednosti digitalnog marketinga za potrošača su ugodnost (mogućnost odabira doba dana ili noći kada želi da naruči svoj proizvod), informativnost (postoje uporedni podaci proizvoda) i manje neugodnosti (nema direktnog suočavanja sa bilo kim).

Online oglašavanje ima mnogo niže troškove u odnosu na odlašavanje u tradicionalnim medijima, a deluje brzo i na globalnom nivou. Interaktivnost sa publikom je jedna od najvećih prednosti Interneta, a Internet publika je ceo svet. Ukoliko oglašivač želi da promeni deo informacija, putem Interneta može mnogo lakše da ažurira promene. Za online prodaju proizvoda važna su znanja iz oblasti Internet marketinga, dok je za prodaju online oglašavanja dovoljno poznavanje toga šta se prodaje. U Srbiji se koristi Beeshaper.com ili takozvana WoM („od usta do usta“) platforma koja predstavlja sistem promocije, koji je zasnovan na deljenju sponzorisanih statusa ili „postova“ na društvenim mrežama kao što su Facebook, Twitter, LinkedIn i druge. Neophodno je da kampanje budu dovoljno interesantne da ih korisnici dele na isti način kao što bi podelili neki sličan sadržaj. Beeshaper može da bude način dolaska do dodatnih sredstava na osnovu kvalitetnog korišćenja društvenih medija od strane pojedinca.

Postoji nekoliko principa kojih bi kompanije trebalo da se pridržavaju kako bi uspešno upravljale Internet marketingom:

1. Aktuelnost informacija koje se plasiraju;
2. U svakoj ponudi mora postojati korisnost i vrednost za potrošača;
3. Prikaz informacija treba da bude pregledan i lako dostupan;

4. Ponuda mora da bude jednostavna i lako razumljiva;
5. Ponuda treba da bude prilagođena jezičkim i kulturnim osobenostima;
6. Web prezentacija treba da bude profesionalno pripremljena.

2. DIGITALNI BREND

Pojam brend nekad je bio sinonim za obeležavanje fizičkih proizvoda, a danas obuhvata od fizički opipljivih stvari, preko usluga i organizacija, sve do osoba, destinacija, pa i čitavih nacija. Samim tim i brendiranje je postalo zahtevan i složen proces, čije upravljanje mora da ide u cilju ostvarivanja dobrih tržišnih rezultata [2].

Strategije putem Internet marketinga postale su transparentnije, interaktivnije, dinamičnije i prilagodljivije. U dvosmernoj komunikaciji koju internet marketing pruža potrošač oseća veće poverenje prema brendu. Kompanije su ranije slale standardne medije poput časopisa, reklama i informatora, dok danas one mogu da pošalju individualizovan sadržaj, dok sami potrošači mogu da ga u još većoj meri individualizuju. Proces razmene u eri informacija sve više iniciraju i kontrolišu kupci [3].

Veza između identiteta brenda i slike brenda je pozicioniranost brenda. Brendovi održavaju vezu između dobavljača i kupaca, koja je zasnovana na poverenju i zajedničkim vrednostima. Diferencijacija je ključni cilj u pozicioniranju brenda, a cilj je održavanje konkurentne prednosti u odnosu na konkurenciju [4].

Web 2.0 omogućio je milionima običnih ljudi da svakodnevno prikazuju svoje sadržaje koji su povezani sa brendom. Kroz You Tube videe, Facebook grupe, preglede na Amazon-ovim knjigama, Twitter poruke i druge aktivnosti preko društvenih kanala amaterski sadržaji mogu dostići izuzetno visok „reach“ [5]. Pristup gde korisnik generiše brendiranje može da se definiše kao strateško i operativno upravljanje brendom, koje je povezano sa sadržajem koji su kreirali korisnici da postignu ciljeve brenda. Ovaj pristup uzima u obzir obe percepcije brenda kroz spoljne aktere: prvi se odnosi na imidž brenda, a drugi na identitet brenda. „*Identitet brenda zasnovan je na interakciji između potrošača i potrošača. Dok brend zajednice predstavljaju mrežu fanova a „WoM“ predstavlja širenje kanala, UGB se odnosi na povezan sadržaj brenda. Ovaj sadržaj može da se širi samo među zajednicom brenda ili može da se rasprostrani putem online preporuke*“ [6].

Digitalno doba učinilo je da uđemo u virtuelni svet i kreiramo sebe onako kako zapravo želimo da budemo. Više nije bitno kakav utisak ostavljamo na porodicu i prijatelje, već se „pravdamo“ pred našim virtualnim „prijateljima“ i „pratiocima“. „*Ljudi su postali opsednuti time šta drugi poseduju, kao i poznatim ličnostima, a ponašanje koje predstavlja stalno traženje pažnje postalo je uobičajeno. Samim tim, društveno upadljiva potrošnja došla je do izražaja – brendovi su dobili još veću ulogu. Potrošači žele da svoj digitalni (idealni) lični koncept potkrepe brendovima i stvarima koje ga odražavaju i da to pokažu drugim ljudima. Biraju brendove sa onom ličnošću koja odražava njihov idealni lični koncept.*“ [7].

3. ZNAČAJ DIGITALIZOVANJA BRENDOVA

Prikazivanjem brenda online preko društvenih mreža odlična je metoda za držanje lojalnih potrošača u toku sa promenama i prikupljanjem novih potencijalnih potrošača. Cilj brend kampanje je da svoje proizvode i usluge prodaje na duže staze, mesecima i godinama unapred.

Ukoliko se društvene mreže koriste ispravno one mogu postati mesto za promociju i prodaju proizvoda i usluga. Društveni kanali postali su platforme na kojima se gradi odnos sa potrošačima. Potrošači vole direktnu komunikaciju sa brendom bez skrivenih namera. Ukoliko se ne digitalizuje brend potrošači mogu da postanu nepoverljivi jer ne vide ljudsku stranu brenda. Nedavna studija je pokazala da 63% korisnika prate brend na društvenim mrežama pre nego što ga kupe [8].

Na društvenim mrežama popularnost je sve. Popularni članci imaju autoritet. Ukoliko se uzme za primer članak o zelenom čaju koji je retvitovan 400 puta, i drugi koji je „retvitovan“ 4 puta, mnogo je veća verovatnoća da će potrošači odabrati prvi. Svaki klik, „retvit“, deljenje na društvenim mrežama je vredno, što dovodi do reakcije ako se ne koriste društvene mreže za brend propušta se 63% ljudi koj delje brendirani sadržaj sa svojim pratiocima. Ukoliko potrošači nemaju gde da kontaktiraju brend, popularnost opada.

Postojanje brenda na društvenim platformama omogućava veću dnevnu preglednost preko njih, nego što bi to bilo preko Web stranica. Ovo ih čini odličnim izvorima koji dolaze sa drugih kanala. Ukoliko se koriste samo blogovi i „organski“ klikovi, primetiće se veliko opadanje u saobraćaju. Društvene mreže su velike baze potencijalnih potrošača. Potrebno je koristiti što više platformi, ne samo jednu, kako bi se postigao veći „reach“ [9].

Istraživanje pokazuje i da brendirani sadržaj pomaže da 81% potrošača donese odluku o kupovini [10]. Propuštanje deljenja sadržaja na društvenim mrežama dovodi do mogućnosti da se propuste milioni korisnika. Postavljanje sadržaja nije samo po sebi dovoljno, nego se vodi računa koja društvena platforma preferira koji sadržaj, npr. vizuelni sadržaj dominira na Facebook-u.

4. ZAKLJUČAK

Društvene mreže, kao što su Facebook, Twitter, Instagram i You Tube, kroz ove društvene kanale kompanije komuniciraju sa klijentima i potencijalnim klijentima i dobijaju od njih povratnu informaciju kojom unapređuju poslovanje u vidu promocije i prodaje. Postavljanjem interesantnih ili edukativnih sadržaja kompanije i preduzetnici motivišu korisnike društvenih mreža na angažovanje u vidu komentara, „lajkovanja“ ili „šerovanja“, čiji je finalni rezultat kupovina proizvoda ili usluge.

Skoro 2/3 marketara povećalo je svoje budžete za oglašavanje na društvenim mrežama u 2016. godini čineći ih najširoom bazom za povećanje investicija. Putem influencersa, reklamiranja na Facebook, AdWords-u i zahvaljujući viralnom marketingu informacije putuju brzo i kvalitetno, ostavljajući za sobom reakcije na korisnike koje ih podsticu na razmišljanje o brendu i na prodaju. Strategije oglašavanja na

društvenim mrežama dokazuju uticaj na promociju i prodaju proizvoda i usluga što potvrđuje hipotezu dva.

Video sadržaj ostavio je iza sebe fotografije i druge načine plasiranja sadržaja. U Srbiji je njegov razvitak najuočljiviji u fitness industriji. S obzirom na statističke podatke prikazane u radu koliko vremena korisnici posvećuju gledanju video sadržaja na društvenim mrežama i na činjenicu da skoro 50% korisnika traži video o proizvodu pre odlaska u kupovinu dokazano je da je veća verovatnoća da će proizvod kupiti korisnici koji su se prethodno informisali putem videa, što dokazuje hipotezu tri.

S obzirom na to da viralni marketing proizilazi iz dobrovoljnog deljenja sadržaja na društvenim mrežama smatra se da ova vrsta marketinga utiče na promociju i prodaju kod potrošača. Ovo je indirektna promocija brenda jer se u viralnom marketingu ne sme prepoznati brend nego je pažnja usmerena na priču, tako da kvalitetan sadržaj promovise brend.

Dvosmerna Internet komunikacija omogućila je brendu da čuje šta potrošač misli i želi, što je podstaklo brend da promeni strategiju poslovanja ka potrošaču, a potrošač je zadobio povrenje prema brendu. Kroz rad je prikazano da se brendovi sve više okreću ka potrošačima i prilagođavaju se njihovim potrebama, a to dovodi do toga da se potrošači sve više identifikuju sa brendovima, što potvrđuje poslednju hipotezu.

Negativna strana društvenih mreža je to što je čovek kreirao novi svet za sebe, ne da bude onakav kakav jeste, nego kakav bi želeo da bude. Otuda opterećenost „lajkovima“ i potrebom da drugi odobravaju njihove postupke. Ovakva grupa ljudi laka je meta da se njome manipuliše. S obzirom na to da je većina korisnika odgovorila da na društvene mreže ulazi više od pet puta dnevno, dolazi se do zaključka da se lako gubi pojam o vremenu, i mogu se izgubiti sati u toku dana na pretraživanje raznih sadržaja. Korisnici često nisu svesni o potencijalnim rizicima i opasnostima, pa zato dele najintimnije sadržaje iz svog života.

LITERATURA

- [1] A. Sorkup A, M. Krstić, ITK kao generator inovacija u poslovnom sistemu. Singipedia, 2009. Beograd.
- [2] B. Rakita, Međunarodni marketing, Privredni pregled, 2009. Beograd.
- [3] S. Branković, Socijalne mreže i nove mogućnosti društvenog istraživanja, Fakultet Tehničkih nauka, 2013. Novi Sad.
- [4] M. Castels, Moć komunikacija, Clio, 2017. Beograd.
- [5] F. Kotler, K. Keler, Marketing menadžment, Data status, 2017. Beograd.
- [6] N. Krstić, Digitalni marketing – pojmovnik, Singidunum, 2017. Beograd.
- [7] B. Rakita, Digitalni marketing od lokalne do globalne perspective, Ekonomski fakultet, 2012. Beograd.
- [8] Dž. K. Levinson, Gerila marketing, Miba books, 2015. Beograd.
- [9] M. Milisavljević, J. Todorović, Marketing strategija, Univerzitet u Beogradu, Ekonomski fakultet, 2000. Beograd.
- [10] B. Lev, Izveštavanje o nematerijalnim ulaganjima. Journal Knowledge Menagment, jul 2021. pp. 26.



VANET MREŽE I NJIHOVA PRIMENA

VANET NETWORKS AND THEIR APPLICATIONS

Nikola Milutinović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, A. Medvedeva 20, Niš.*

Goran Milosavljević, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, A. Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj - Decentralizovana priroda bežičnih ad hoc mreža čini ih pogodnim za različite primene. Minimalna konfiguracija i brza implementacija čine ih pogodnim za različite situacije. U ovom radu dat je pregled VANET mreža, glavne karakteristike, principi komunikacije i protokoli koji se koriste u komunikaciji VANET mreža. Na kraju je dat kratak pregled mogućih primena VANET mreža u realnom životu, kao i potencijalne buduće primene ovih mreža.

Ključne reči: ad hoc, VANET, protokoli, bežične senzorske mreže

Abstract - The decentralized nature of wireless ad hoc networks makes them suitable for various applications. Their minimal configuration and quick implementation render them appropriate for diverse scenarios. This paper provides an overview of VANET networks, their key characteristics, communication principles, and protocols utilized in VANET communication. Finally, it offers a brief overview of potential real-life applications and future prospects of these networks.

Key words: ad hoc, VANET, protocols, wireless sensor networks

1. UVOD

Sa ubrzanim razvojem pametnih gradova i inteligentnih sistema za transport, postaje sve važnije ispitivanje bežičnih ad hoc mreža za vozila (*Vehicular Ad hoc Networks* - VANET).

VANET mreže su deo mobilnih ad hoc mreža (*Mobile Ad hoc Network* - MANET) i čine specifičan tip bežičnih ad hoc mreža (*Wireless Ad hoc Networks* - WANET), gde grupa vozila formira mrežu čvorova koja se povezuje putem bežičnih ad hoc linkova radi međusobne komunikacije i komunikacije sa okolinom. Ove mreže karakterišu učestale promene u strukturi mreže i visoka brzina kretanja vozila, što može rezultirati brzim gubitkom veze sa čvorovima koji šalju informacije [1]. Osim ovoga, komunikacija između čvorova podložna je interferenciji i slabljenju signala. Dodatno, kapacitet veza je ograničeniji u poređenju sa fiksnim mrežama jer je struktura mreže dinamična. Poruke se prenose među pokretnim čvorovima, bez zahteva za pristupnim tačkama ili drugim osnovnim elementima uobičajenih bežičnih mreža [2]. Ove promene u strukturi mreže često dovode do prekida veza između čvorova, što dalje uzrokuje pad performansi mreže, kao što su kašnjenje od slanja do primanja informacija (*end-to-end delay* - E2ED), propusnost, uspešnost isporučenosti paketa (*packet delivery ratio* - PDR) i slično [1].

2. KARAKTERISTIKE VANET MREŽA

VANET mreže se realizuju korišćenjem bežične tehnologije koja se oslanja na skup IEEE 802.11x standarda, među kojima su najrasprostranjeniji IEEE 802.11b i IEEE 802.11g [2].

Glavne karakteristike VANET mreža mogu se definisati na sledeći način [3]:

- Veoma dinamična topologija - Visoka brzina vozila, zajedno sa dostupnošću na više puteva, definiše dinamičnu topologiju VANET mreža.

- Česti prekidi na mreži - Visoka brzina vozila zahteva često dodatne jedinice duž puta, i to može biti nedostatak kojih rezultira čestim prekidima veza.

- Modeliranje i predviđanje mobilnosti - Predviđanje pozicija vozila i njihovih kretanja je veoma izazovno. Ova karakteristika modeliranja i predviđanja mobilnosti u VANET mrežama se zasniva na dostupnosti unapred definisanih modela putanja.

- Komunikaciono okruženje - Potrebno je razmatrati komunikaciju u skladu sa različitim karakteristikama mobilnosti zasnovanim na arhitekturi puteva ili gradskim okruženjima.

- Strogi zahtevi za kašnjenje - U slučaju hitnosti, dostava poruka na vreme predstavlja ključni problem. Stoga, suočavanje sa ovakvim situacijama zahteva više od visokih brzina prenosa podataka.

- Interakcija sa sensorima u vozilu - Sensori su način komunikacije. Oni mogu čitati podatke o brzini vozila, smeru kretanja i komunicirati sa centrom za prikupljanje podataka. Sensori se mogu koristiti za uspostavljanje veza i u protokolima za rutiranje.

- Neograničena snaga baterije i skladištenje - Čvorovi u VANET mrežama nisu ograničeni snagom baterije i skladištenjem kao u senzorskim mrežama. Zbog toga,

optimizacija ciklusa rada nije toliko relevantna kao u senzorskim mrežama.

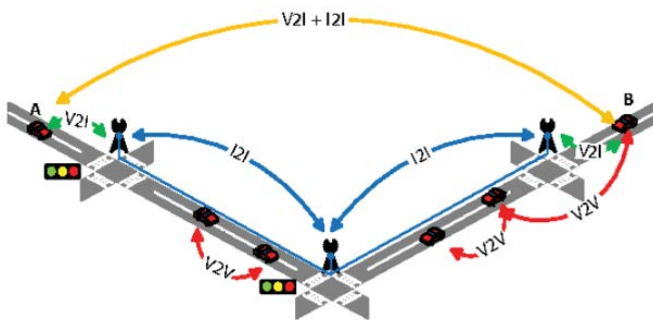
3. KOMUNIKACIJA U VANET MREŽAMA

Komunikacija unutar VANET mreže se može podeliti na tri tipa komunikacije [4]:

- komunikacija između vozila (*Vehicle to Vehicle* - V2V)
- Ovakav tip mreže omogućava direktnu komunikaciju između vozila i nije potrebna dodatna infrastruktura na putevima. Drugačiji naziv za ovaj tip komunikacije je *one hop*.

- komunikacija između vozila i infrastrukture (*Vehicle to Infrastructure* - V2I) - Ovakav tip mreže koristi se za komunikaciju vozila sa statičkom infrastrukturom na putevima. Ovaj tip komunikacije se naziva *multi hop*.

- komunikacija između infrastrukturnih objekata (*Infrastructure to Infrastructure* - I2I) - Visoka brzina vozila zahteva često dodatne jedinice duž puta, i to može biti nedostatak kojih rezultira čestim prekidima veza.



Slika 1. Prikaz komunikacije u VANET mrežama [4]

Glavni cilj komunikacije između vozila je osigurati bezbedan i efikasan saobraćaj. Ova dva cilja su tesno povezana. Na primer, u slučaju saobraćajne nesreće, vozilima koja su blizu toga mesta prioritet je sigurnost, dok će udaljenija vozila koristiti tu informaciju da bi izbegla to područje i uštedela vreme, čime se povećava efikasnost. Ovakva vrsta komunikacije zahteva široku pokrivenost mreže i visok nivo pouzdanosti. Zbog toga se infrastruktura duž puta koristi kao *gateway* za Internet, omogućavajući prikupljanje, skladištenje i analizu informacija potrebnih za komunikaciju [3].

U VANET mreži postoje različiti modeli za slanje i primanje poruka. Ovi modeli funkcionišu na različite načine, ali imaju zajednički cilj - omogućiti jednostavan mehanizam za razmenu podataka. Identifikovana su tri protokola (modela razmene podataka) i oni su: aktivni protokoli, reaktivni protokoli i hibridni protokoli [2].

Aktivni protokoli kontinuirano utvrđuju dostupne rute za svaki čvor, iako će se koristiti samo određeni broj tih ruta, uz optimalno iskorišćenje resursa mreže. Primer ovakvog protokola je DSDV (*Destination Sequenced Distance Vector*) protokol. U mrežama koje koriste DSDV protokol, svaki čvor ima tabelu rutiranja koja sadrži informacije o putevima ka svim destinacijama u mreži. Kontrolne poruke koje sadrže informacije o rutama razmenjuju se među susednim mobilnim čvorovima. Svaka ruta poseduje numerisan sekvencni broj, čija vrednost zavisi od poslednjeg ažuriranja rute (viša vrednost sekvencnog broja ukazuje na skorije

ažuriranje rute). U situaciji kada postoje dve rute sa istim sekvencnim brojem, čvor će u tabeli rutiranja zadržati rutu koja ima manji broj "hop-ova" od izvora do odredišta. Ažuriranje tabela rutiranja može se dogoditi zbog promene topologije ili konfiguracije mreže, ili periodično u skladu sa definisanim vremenom. Takođe, ažuriranje tabele rutiranja može biti izazvano događajem, kao što je promena topologije ili kvar nekog dela mreže. Paketi čije odredište trenutno nije poznato se čuvaju u memoriji dok se kontrolnim paketima tipa upit/odgovor ne utvrdi lokacija odredišnog čvora. Kapacitet memorije za čuvanje paketa koje treba rutirati je ograničen, te se paketi koji ne mogu biti obrađeni zbog preopterećenja memorije odbacuju [2].

Reaktivni protokoli funkcionišu na osnovu periodičnog utvrđivanja ruta, aktivirajući procedure za utvrđivanje ruta kada je potrebno prenositi informacije između izvornih i odredišnih čvorova. Neki od predstavnika ovih protokola su DSR (*Dynamic Source Routing*) i AODV (*Ad hoc On-demand Distance Vector*) protokoli [5]. U DSR protokolu, svaki ruter proverava informaciju o rutiranju koju je generisao izvorni čvor, koja se nalazi u zaglavlju svakog paketa podataka. Ova informacija o rutiranju sadrži kompletnu putanju (izvor, tranzitne čvorove i odredište). Ukoliko je informacija o rutiranju tačna, paket se prosleđuje sledećem čvoru na osnovu te informacije. U situaciji kada tranzitni ruter ne pronade informaciju o rutiranju u zaglavlju paketa, on može samostalno generisati tu informaciju (ukoliko je ruta poznata) ili baferovati paket i istovremeno zatražiti informaciju o ruti od susednih čvorova. Na osnovu odgovora susednih čvorova, ruter uspostavlja i održava rutu između izvora i odredišta [2]. U AODV protokolu se primenjuje princip otkrivanja i održavanja ruta, sličan onome u DSR protokolu, i delimično koristi kontrolne poruke i sekvencne brojeve ruta iz DSDV protokola. Odavde se može zaključiti da ovaj protokol spaja karakteristike DSDV i DSR protokola. Čvor koji treba da odredi rutu ka odredištu generiše kontrolne pakete - *Route_request*. Ostali čvorovi prosleđuju ovu poruku do odredišta, koje formira odgovor i šalje pakete - *Route_reply*. Odgovor sadrži informaciju o broju skokova do odredišta. Svi čvorovi koji učestvuju u prosleđivanju odgovora ažuriraju podatke o drugim čvorovima koji su deo rute. Periodično, čvorovi šalju kontrolne *hello* pakete susednim čvorovima radi ažuriranja svojih tabela ruta. Ako čvor ne dobije odgovarajuće kontrolne pakete od susednih čvorova, inicira se ponovno uspostavljanje rute. Ovakav način rutiranja omogućava delimično uspostavljanje rute gde tranzitni čvorovi mogu inicirati proces, za razliku od principa rutiranja koji inicira izvorni čvor, gde se celokupna ruta određuje na početku, a izvorni čvor donosi odluku o izboru rute [2].

Hibridni protokoli temelje se na adaptivnom usmerivačkom protokolu, odnosno predstavljaju kombinaciju prethodna dva tipa protokola. Ovaj protokol u obzir uzima brzinu i gustoću čvorova. Gustoću čvorova računa pomoću LET (*Link expiration time*). Ako se čvorovi kreću velikom brzinom, a gustoća im je mala, onda će LET biti kratak, dok je u suprotnoj situaciji LET relativno dug i to znači da je mreža znatno stabilnija (statičnija). Nedostatak ovog protokola je što koristi veliki broj periodičnih poruka pa može doći do zagušenja. Još jedan tip protokola koji postoji je protokol koji se temelji na poziciji, a najpoznatiji među njima je GSR (*Geographic Source Protocol*). Drugi

pozicijski protokol je GPSR (*Greedy perimeter stateless routing*) koji ima dva načina rada: prosleđuje pakete čvoru koji mu je geografski najbliži ili se paketi prosleđuju duž niza čvorova. Zbog nepouzdanosti i velikog gubitka paketa, pozicijski protokoli se ne koriste u VANET mrežama [4]. Tipični predstavnik iz grupe hibridnih protokola je ZRP (*Zone Routing Protocol*) [2].

4. PRIMENA VANET MREŽA

Infrastrukturne jedinice pokraj puta (*Roadside Unit* – RSU) se može smatrati pristupnom tačkom ili ruterom koja može skladištiti podatke i obezbediti ih kad su potrebni. Svi podaci na RSU-ima se prenose ili preuzimaju putem vozila. Na osnovu tipa komunikacije, bilo da je V2I ili V2V, raspoređujemo aplikacije VANET-a u sledeće klase: 1) Orijentisane na bezbednost, 2) Orijentisane na komercijalne svrhe, 3) Orijentisane na praktičnost i 4) Produktivne aplikacije [3].

Primena u svrhu bezbednosti obuhvata nadgledanje okolnih puteva, pristup vozilima, površini puta i krivinama. Primena za bezbednost na putu se može klasifikovati kao [3]:

- praćenje saobraćaja u realnom vremenu – Podaci o saobraćaju u realnom vremenu mogu se skladištiti na RSU i mogu biti dostupni vozilima kada god im budu potrebni. Ovo može imati važnu ulogu u rešavanju problema gužvi na putevima.

- kooperativni prenos poruka – Sporo ili zaustavljeno vozilo može proslediti poruku kako bi pomoglo ostalim vozilima. Pouzdanost i kašnjenje ovde mogu biti upitni, ali može pomoći prilikom usporavanja ili zaustavljanja saobraćaja kako bi se smanjile nesreće.

- obaveštenje o nesrećama na putu – Vozilo koje učestvuje u nesreći može poslati upozoravajuću poruku sa svojom lokacijom.

- obaveštavanje o oštećenjima na putu – Vozila obaveštavaju druga vozila o problemima na putevima (odroni, radovi itd).

- upozoravanje na sudar – Alarmiranje dva različita vozača da su potencijalno pred sudarom, tako da mogu unapred reagovati.

- smanjenje prekršaja u saobraćaju – RSU se može koristiti za detekciju prekršaja u vožnji (prekoračenje itd).

Primena u komercijalne svrhe može pružiti korisniku usluge kao što su pristup Internetu, prenos audio i video zapisa u realnom vremenu. Komercijalna primena se može klasifikovati kao: daljinska dijagnostika vozila, pristup Internetu, preuzimanje digitalnih mapa, video prenos u realnom vremenu i plasiranje reklamnog materijala od strane provajdera usluga [3].

Primena VANET mreža orjentisanih na praktičnost uglavnom se bavi upravljanjem saobraćajem sa ciljem povećanja efikasnosti saobraćaja, uz povećanje pogodnosti za vozače. Konkretno, moguće je planiranje ruta putovanja na osnovu stanja na putevima, plaćanje putarina elektronskim putem, obaveštavanje o slobodnim parking mestima koja su u blizini kretanja vozača, predviđa predstojeću topografiju puta čime se očekuje na primer optimizacija potrošnje goriva prilagođavanjem brzine kretanja [3].

5. BUDUĆA PRIMENA VANET MREŽA

Budući da su mobilni telefoni već poznati i deo naše svakodnevice, budućnost VANET-a je nedvosmisleno sigurna na sličan način. Postepeno je postao deo državnih projekata. Elektronska naplata putarine je već široko rasprostranjena u većini zemalja sveta. Implementacija novih tipova laserskih kamera može omogućiti lociranje vozača koji koriste telefone u toku vožnje, kao i merenje prekoračenja brzine savremenim kamerama koje se nalaze duž određenih trasa [3]. Svi ovi sistemi namenjeni su unapređenju bezbednosti i efikasnosti saobraćaja.

Proces rutiranja paketa kroz VANET mreže izuzetno je kompleksan zbog visoke mobilnosti čvorova i brze promene same topologije mreže. Gustoća saobraćaja predstavlja dodatni izazov, budući da veća gustina utiče na performanse rutiranja, s obzirom na ograničenje propusnosti podataka usled povećanja broja čvorova i visoke pokretljivosti istih [6].

S obzirom na izuzetno dinamičnu prirodu topologije mreže koja se često menja, ruta od izvorišta do odredišta ostaje relevantna samo kratko vreme. Buduća istraživanja bi trebala obuhvatiti dodatne uobičajene scenarije kako bi identifikovala potencijalne protokole rutiranja, nakon čega bi se optimizovali za VANET mreže. Takođe, neophodno je integrisati Internet, saobraćajne znakove, razne senzore i slično u VANET mrežu radi razvoja i unapređenja sigurnosnih zahteva u saobraćaju [6].

6. ZAKLJUČAK

Preostalo je mnogo izazova koji će imati snažan uticaj na budućnost VANET mreža, iako se pokazalo da je uticaj ovih mreža na bezbednost i efikasnost saobraćaja visoka. Jedan od izazova je dodatno pružanje informacija preko VANET-a, kao i samo usvajanje VANET mreža zbog velikog broja stekholdera [3].

U perspektivi budućih istraživanja, postoji mogućnost dubljeg ispitivanja i testiranja protokola rutiranja zasnovanih na principima pojačanog učenja prilagođenih za VANET mreže, kao i razvoj potpuno novog protokola koji bi bolje odgovarao dinamičnoj prirodi VANET mreža. Takođe, istraživanje se može proširiti na FANET (*Flying Ad hoc Networks*) mreže koje postaju sve privlačnije sa sve bržim razvojem bespilotnih letelica. Dodatno, osim opisanog *Q*-učenja (*Q-learning*), moguće je istražiti primenu naprednih tehnika pojačanog učenja kao što su duboko pojačano učenje (*deep reinforcement learning*) i duelno duboko pojačano učenje (*dueling deep reinforcement learning*).

LITERATURA

- [1] N. Jevtić, P. Bugarčić, “Analiza protokola rutiranja baziranih na učenju potkrepljivanjem za VANET mreže”, *PosTel*, Novembar 2022, pp. 375-384.
- [2] Ž. Novičić, M. Stojanović, “Analiza performansi protokola rutiranja u VANET mrežama”, *ETRA*, vol. 2, Jun 2006, pp. 116-119.
- [3] V. Kumar, S. Mishra, N. Chand, “Applications of VANETs: Present & Future”, *Communications and Network*, 2013, pp. 12-15.

- [4] M. Kovačić, “Komunikacija među vozilima unutar VANET mreže”, Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek, 2020, pp. 4-10.
- [5] X. Hong, K. Xu, M. Gerla, “Scalable routing protocols for mobile ad hoc networks”, *IEEE network*, vol. 16, Novembar 2002, pp. 83-90.
- [6] I. Jagodić, S. Čerkezović, “Protokoli rutiranja u VANET mrežama sa tipičnim scenarijem za saobraćaj na autoputu”, *INFOTEH-JAHORINA*, vol. 11, Mart 2012, pp. 373-374.



PRIMENA LEAN PROIZVODNJE U INDUSTRIJI 4.0 APPLICATION OF LEAN PRODUCTION IN INDUSTRY 4.0

Biljana Milutinović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, A. Medvedeva 20, Niš.*
Petar Đekić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, A. Medvedeva 20, Niš.*
Miloš Ristić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, A. Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj - Lean proizvodnja je široko priznata i prihvaćena u industrijskom okruženju. Ona podrazumeva blisku integraciju ljudi u proizvodni proces, kontinuirano poboljšanje i fokus na aktivnosti dodavanja vrednosti izbegavanjem otpada. Međutim, novi paradigmi nazvana Industrija 4.0 ili četvrta industrijska revolucija pojavila se u proizvodnom sektoru u poslednjoj deceniji. Industrija 4.0 omogućava stvaranje pametne mreže mašina, proizvoda, komponenta, svojstava, pojedinaca i IKT sistema u celom lancu vrednosti kroz pametne fabrike. U ovom radu su predstavljeni primeri kako se ova dva pristupa mogu zajedno primenjivati i podržavati jedan drugog.

Ključne reči: Lean proizvodnja. Industrija 4.0.

Abstract - Lean production has long been recognized and accepted in the industrial environment. It implies a close integration of people in the production process, continuous improvement and a focus on value-adding activities by avoiding waste. However, a new production paradigm Industry 4.0 or the fourth industrial revolution has emerged in the manufacturing sector in the last decade. Industry 4.0 enables the creation of a smart network of machines, products, components, properties, individuals and ICT systems in the entire value chain through smart factories. This paper presents examples of how these two approaches can be applied together and support each other.

Key words: LEAN production. Industry 4.0.

1. UVOD

Zbog brzog menjanja poslovnog okruženja, preduzeća su prinuđena da se suoče sa izazovima i složenostima. Bilo koje preduzeće, bilo da je proizvodno ili uslužno, orijentisano na opstanak, može na kraju zavisiti od svoje sposobnosti da sistematski i kontinuirano reaguje na ove promene radi povećanja vrednosti proizvoda. Lean koncept proizvodnje razvijen je u cilju maksimiziranja korišćenja resursa kroz minimiziranje otpada, a kasnije je postao odgovor na promenljivo i konkurentno poslovno okruženje. Stoga je proces dodavanja vrednosti neophodan za postizanje savršenstva i implementacija Lean proizvodnje postaje ključna za održavanje bilo koje vrste preduzeća [1].

Decenijama preduzeća koriste principe i alate za smanjenje operativne složenosti i poboljšali produktivnost. Jedan od njih je Lean pristup koji postavlja osnovu za operativnu izvrsnost standardizacijom procesa, usadivanjem kulture stalnog poboljšanja i osnaživanjem zaposlenih u preduzeću. Sa sve većom složenošću operacija, mnoga preduzeća su otkrila da Lean proizvodnja sama po sebi nije dovoljna da odgovore na njihove operativne izazove.

U današnje vreme tržište je sve konkurentnije i zahteva od preduzeća da se brzo unapređuju; štaviše, to predstavlja izazov za industriju brzim porastom potražnje visoko prilagođenih proizvoda. Lean proizvodnja se suočava sa nekoliko izazova iz perspektive integracije; dobijanje tačnih potreba kupaca

postaje sve složenije, proizvodnja povlačenja mora da se suoči sa brzim promenama u rasporedu, a često je smanjenje vremena za podešavanje zasnovano isključivo na ljudskom iskustvu. Trenutna situacija podrazumeva složene sisteme i velike količine podataka koji zahtevaju usvajanje novih rešenja koja mogu da iskoriste potencijal informacionih i komunikacionih tehnologija [2].

Prošle decenije se pojavio skup naprednih digitalnih tehnologija poznatih kao Industrija 4.0 koje nude nove pristupe upravljanju složenošću i poboljšanju produktivnosti. Industrija 4.0 omogućava preduzećima da šire primene prednosti tehnologije automatizacije unutar preduzeća; na primer, opremanjem i obukom zaposlenih da primaju i primenjuju informacije u realnom vremenu na mašine na kojima rade. Povećanjem transparentnosti, poboljšanje predvidljivosti i, konačno, omogućavanje samokontrolisanih sistema, Industrija 4.0 promovira brže, fleksibilnije i efikasnije procese [3]. Preduzeća mogu primeniti ove pogodnosti za postizanje širih ciljeva: proizvodnju proizvoda višeg kvaliteta i smanjenje troškova.

Dakle, primenom prave kombinacije tehnologija, preduzeća mogu da povećaju brzinu, efikasnost i koordinaciju, pa čak i da olakšaju upravljane operacijama i postrojenjima. Oba pristupa imaju isti cilj, a to je operativna izvrsnost preduzeća.

U ovom radu u prvom delu predstavljene su osnovne postavke Lean proizvodnje i tehnike koje se primenjuju u cilju maksimiziranja korišćenja resursa i minimiziranja otpada, a u drugom delu su prikazane karakteristike i tehnologije Industrije 4.0. U poslednjem delu predstavljeni su primeri kako se ova dva pristupa mogu zajedno primenjivati i podržavati jedan drugog.

2. LEAN PROIZVODNJA

Lean je filozofija proizvodnje koja uključuje skup principa, alata i tehnika u poslovnim procesima za optimizaciju vremena, ljudskih resursa, sredstava i produktivnosti, uz istovremeno poboljšanje kvaliteta proizvoda i usluga. Primena filozofije Lean proizvodnje je jedan od najvažnijih koncepata koji pomaže preduzećima da steknu konkurentsku prednost na tržištu. Lean proizvodnja je proizvodna praksa, koja korišćenje resursa za bilo koji rad osim stvaranja vrednosti za krajnjeg kupca, smatra otpadom. Kao osnovni principi u implementaciji Lean proizvodnje prepoznaju se [4]:

(1) **Definisanje vrednosti proizvoda za kupca.** Polazna tačka je prepoznati da samo mali deo ukupnog vremena i operacija u bilo kom preduzeću dodaje vrednost za krajnjeg kupca.

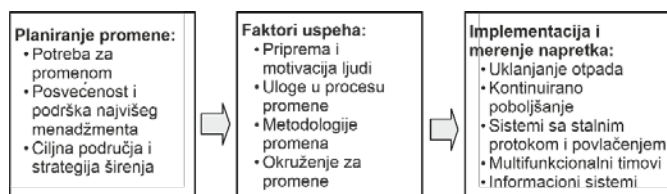
(2) **Analiza tokova vrednosti.** Analiza proizvodnje (kreiranje toka vrednosti) kako bi osiguralo da svaki korak pruža vrednost. Tok vrednosti je skup procesa i aktivnosti u svim delovima preduzeća uključenim u zajedničku isporuku proizvoda ili usluge.

(3) **Kreiranje tokova vrednosti eliminisanjem otpada.** Reorganizacija procesa tako da se proizvodi glatko kreću kroz procese stvaranja vrednosti. Eliminisanje otpada osigurava da proizvod ili usluga „teče“ do kupca bez ikakvih prekida, zaobilazanja ili čekanja. Otpad nije predmet koji se baca, već je definisan time šta će kupac platiti, a šta neće. Procesi koji ne dodaju vrednost prema definiciji kupca, se eliminišu.

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

(5) **Težnja ka savršenstvu.** Savršenstvo zahteva stalnu težnju da se zadovolje potrebe kupaca i poboljšaju procesi bez gubitaka (otpada). Lean prepoznaje sledeće gubitke (otpad) koji ne stvaraju dodatnu vrednost za kupca: prekomerna proizvodnja, prekomerna obrada, kašnjenja, transport, zalihe, škart i transport.

Implementacija Lean koncepta i principa opisuje se kao skup aktivnosti i procesa počev od planiranja promene, definisanja faktora uspeha i do implementacije i merenja napretka (slika 1).



Slika 1. Model za implementaciju Lean koncepta proizvodnje.

Za implementaciju Lean proizvodnje u poslovne sisteme primenjuje se set tehnika, kao što su:

- Just in Time (JIT) – tačno na vreme
- Kanban planiranje
- Kaizen – kontinuirano poboljšanje
- Jidoka – kvalitet na izvoru
- SMED – Single-Minute Exchange of Dies
- TPO – totalno produktivno održavanje
- 5S – uređenje radnog prodora
- Poka Joke – preventiva grešaka
- Vizuelni menadžment
- Standardizacija rada

Generalno, karakteristike preduzeća u kojoj je implementirana Lean proizvodnja mogu biti sledeće [5]:

- organizacija timskog rada koju obavljaju zaposleni koji su fleksibilni, višestruko kvalifikovani i njihova odgovornost za rad u svojim oblastima je visoka,
- aktivne strukture za rešavanje problema u preduzeću, usmerene na kaizen ili aktivnosti kontinuiranog poboljšanja
- Lean proizvodnja gde se problemi otkrivaju i ispravljaju niskim zalihama, upravljanjem kvalitetom, prevencijom, a ne otkrivanjem i ispravljanjem, malim brojem direktnih radnika i malom proizvodnjom, Just in Time,
- visoka posvećenost politike ljudskih resursa koja naglašava zajedničku sudbinu unutar organizacije,
- bliži odnosi sa dobavljačima,
- međufunkcionalni razvojni timovi,
- maloprodajni i distributivni kanali koji su odgovorni za bliske veze sa kupcima.

3. INDUSTRIJA 4.0

Razvoj industrije kroz vreme pratilo je nekoliko ključnih faza [6]:

Prva industrijska revolucija (Industrija 1.0) počela je pronalaskom parne mašine 1764. godine, što je izazvalo veliki preokret u proizvodnji, jer se ručna proizvodnja prešla u mašinsku. Karakterisala je mehanizacija proizvodnje i mehanička automatizacija proizvodnih sistema.

Druga industrijska revolucija (Industrija 2.0) počela je otkrićem prvog izvora nafte 1859. godine u SAD, pronalaskom prve električne sijalice 1879. godine i pronalaskom motora sa naizmeničnom strujom 1887. godine. Karakterisala je industrializacija sa korišćenjem montažnih i proizvodnih linija, masovne proizvodnje i proizvodnih sistema sa upotrebom novih pogonskih goriva (nafta i električna energija).

Treća industrijska revolucija (Industrija 3.0) počela je sa instalacijom prvog elektronskog računara ENIAC 1946. godine i početkom numeričkog upravljanja mašinama alatkama i realizacijom prve mašine sa NC pravljanjem 1952. godine. Karakteriše je kombinacija računarske i elektronske automatizacije proizvodnih procesa, upotreba računara i novih tehnologija.

Četvrta industrijska revolucija (Industrija 4.0) počela je predstavljanjem osnovne ideje Industrije 4.0 2011. godine. Karakteriše je integracija naprednih tehnologija kao što su veštačka inteligencija, Internet stvari i analitika velikih podataka u proces proizvodnje kako bi se stvorile pametne fabrike. Cilj Industrije 4.0 je stvaranje efikasnije, produktivnije

i autonomnije fabrike koje mogu udovoljiti zahtevima modernog tržišta. U Industriji 4.0 dominiraju nove nematerijalne softverske i menadžment tehnologije, u odnosu na materijalne.

Još uvek ne postoji jedinstvena i opšteprihvaćena definicija industrije 4.0. Ukratko, Industrija 4.0 čini industrijsku proizvodnju virtuelizovanom ili potpuno kompjuterizovanom, pri čemu se identifikuju četiri osnovna principa [7]:

1. Međusobno povezivanje – da bi međusobno komunicirali putem Interneta stvari, uređaji, senzori i mašine koriste bežične komunikacione tehnologije;

2. Transparentnost informacija – povezivanjem ljudi i objekata moguće je očekivati veću dostupnost informacija, čime se stvara virtuelna kopija fizičkog sveta.

3. Decentralizovane odluke – U okolnostima realizacije prethodna dva principa (povezanost objekata i ljudi i transparentnost informacija) odluke se mogu donositi na decentralizovan način koristeći lokalno relevantne informacije i kao takve samo u nekim slučajevima biće neophodno delegirati ih na viši nivo.

4. Tehnička pomoć – Zbog složenosti proizvodnje, tehnička pomoć je od velikog značaja i moguće je razlikovati dva sistema takve pomoći: a) sistemi za podršku odlučivanju koji će podržati ljude u donošenju odluka prikupljanjem i vizuelizacijom informacija za ljude; b) fizička pomoć gde će napredak robotske tehnologije omogućiti nove vrste fizičke pomoći u fabrici.

sveta sa internetom i omogućava da se podaci prenose preko interneta,

- *Integracija sistema* – međusobno povezivanje svih hardverskih komponenata u jednu celinu čije resurse koriste implementirane softverske komponente čineći zajedno funkcionalan informacioni sistem,
- *Simulacije* – omogućavaju brzo testiranje i optimizaciju novih dizajna i procesa,
- *Rad sa velikim podacima (Big Data)* – Analizom velike količine podataka generisanih pomoću IoT uređaja i drugih izvora proizvođači mogu dobiti uvid u svoje operacije i identifikovati prilike za poboljšanje.
- *Aditivne tehnologije (3D štampa)* – omogućava stvaranje složenih oblika i struktura koje bi bilo teško proizvesti tradicionalnim metodama,
- *Računarstvo u oblaku (Cloud Computing)* – platforma koja aplikacije i podatke tretira kao uslugu umesto kao proizvod, a isporučuje se preko interneta.

4. PRIMENA LEAN PROIZVODNJE U OKRUŽENJU INDUSTRIJE 4.0

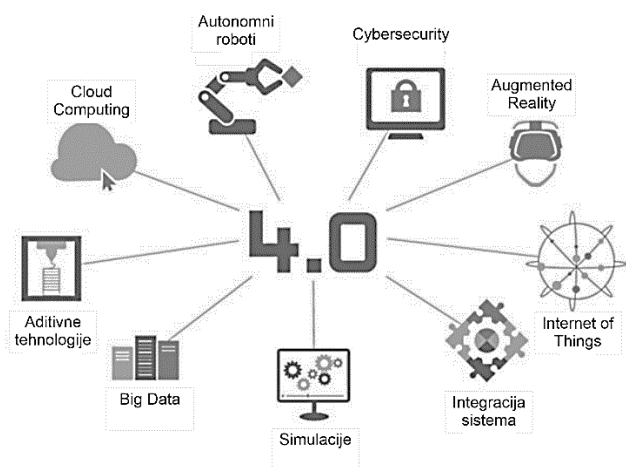
Preduzeća koja žele da optimizuju svoje poslovanje moraju razumeti interakciju između tradicionalne Lean proizvodnje i Industrije 4.0. Konkretno, nekoliko studija o programima operativne izvrsnosti poslednjih godina ukazalo je da preduzeća stvaraju vredne sinergije primenom Lean proizvodnje i Industrije 4.0 sistemski, a ne nezavisno ili uzastopno.

U većini slučajeva, integrisana primena Lean proizvodnje i Industrije 4.0, koju nazivaju i Lean Industrija 4.0, je najefikasniji način da se postigne sledeći nivo operativne izvrsnosti. Kao rezultat toga, preduzeća koja su uspešno primenila Lean Industriju 4.0 mogu da smanje troškove konverzije do 40% za pet do deset godina, daleko bolje od smanjenja postignutih najboljom nezavisnom primenom Lean-a ili Industrije 4.0. Da bi ostvarili punu korist, preduzeća moraju da prilagode primenu Lean Industriju 4.0 da odgovori na njegove specifične izazove u celom lancu snabdevanja i na nivou fabrike.

Primeri kako se susreću tehnologije Lean proizvodnje i Industrije 4.0 su sledeći:

1. Usredsređenost na korisnika – Lean je uvek prvo stavljao naglasak na proizvodni pristup usmeren na kupca, a sada digitalne tehnologije omogućavaju preduzećima da steknu jasniju sliku o potrebama svojih kupaca. Na primer, napredna analiza podataka, pa čak i veštačka inteligencija mogu se primeniti na podatke o kupcima da bi se bolje odredile njihove potrebe. Najjednostavniji primer je u analizi ponašanja korišćenja aplikacije ili u razumevanju kada, gde i koliko ljudi pristupa informacijama o poreklu proizvoda preko etikete. Masovno prilagođavanje, gde kupci mogu u velikoj meri da prilagođavaju svoje porudžbine, takođe je omogućeno integracijom automatizovanih i poluautomatskih robota u proizvodne linije, jer mogu da se nose sa većim stepenom raznolikosti.

2. Kontinuirano poboljšanje – Tehnika kontinuiranog poboljšanja na proizvodnoj liniji može selektivno izmeniti promenljivu, testirati je u realnom vremenu i pregledati rezultate u skladu sa tim. Nove tehnologije kao što su moćni alati za simulaciju i digitalni bliznac omogućavaju preduzećima da prvo testiraju svoje pretpostavke u virtuelnom svetu, pre nego što ih primene ili testiraju u fizičkom svetu. Na ovaj način,



Slika 2. Napredne tehnologije u Industriji 4.0,

Napredne tehnologije koje se koriste u Industriji 4.0 su (slika 2):

- *Kolaborativni roboti (cobot)* – roboti koji rade uz ljude u cilju povećanja produktivnosti,
- *Cyber bezbednost (cybersecurity)* – preduzeća moraju osigurati da su njihove mreže i uređaji zaštićeni od cyber napada koji bi mogli poremetiti operacije, ukrasti vredne podatke ili prouzrokovati fizičku štetu,
- *Proširena stvarnost (Augmented reality)* – odnosi se na upotrebu tehnologije za preklapanje digitalnih informacija na fizički svet,
- *Internet stvari (Internet of Things)* – tehnologija koja obezbeđuje efikasno povezivanje digitalnog i fizičkog sveta, tj. povezivanje senzora i aktuatora iz stvarnog

kontinuirano poboljšanje Lean proizvodnje je poboljšano novim tehnologijama Industrije 4.0.

3. Integrisani lanac vrednosti – Lean ima za cilj da eliminiše otpad u lancu vrednosti, od porudžbine kupaca do isporuke, a alati Industrije 4.0 kao što su horizontalna i vertikalna integracija sistema i analiza podataka su od neprocenjive vrednosti za ovu potragu. Integracija i povezivanje preduzeća, IT, operativnih sistema, mašina i uređaja stvara sistemski pogled na ceo lanac vrednosti. Ovo omogućava menadžerima da identifikuju obrasce ili slabe tačke u procesu i da im daju prioritet za poboljšanje.

4. Just in Time – Jedan od temeljnih Lean alata kome se nameće imperativ digitalizacije je JiT sistem, a koji može digitalizacijom omogućiti korišćenje naprednih mogućnosti poput predviđanja, odnosno simulacije, upotrebu naprednih analiza, vertikalnu i horizontalnu integraciju itd. [8].

5. Pametni proizvodi –Pametni proizvodi mogu da prikupljaju i koriste za analizu informacije o ponavljajućim radnjama iz svojih senzorskih tehnologija. Oni imaju jedinstvena svojstva kao što su: svesni konteksta, prilagodljivi, samoorganizovani i proaktivni i sposobnost da podrže ceo životni ciklus što im omogućava kontinuirani proces poboljšanja. Štaviše, njihovi podaci omogućavaju vizualizaciju procesa proizvodnje i protoka informacija za odabranu grupu proizvoda. Na osnovu toga moguće je napraviti mapu trenutnog stanja, koja prikazuje otpad u određenim procesima, i odrediti buduće aktivnosti strateškog planiranja, što je cilj mapiranja tokova vrednosti. Pored toga, pametni proizvod bi mogao sadržati Kanban informacije kako bi kontrolisao proizvodne procese [5].

6. Pametne mašine – Pametne mašine mogu da sadrže pametne panele, a ovakvo rešenje omogućava detekciju označenih Kanban kartica u realnom vremenu. Pretpostavlja se da je stopa čitanja kartica postavljenih na takav panel tipično 100%. Kontinuirano poboljšanje se takođe može obezbediti zahvaljujući podacima sa proizvodne linije prikupljenim od mašina sa tehnologijama kao što su aktuatori, senzori i bežični video. Ovi podaci se analiziraju i nastavljaju u oblaku da bi dali bolju operativnu inteligenciju, ali uglavnom da bi se izbegle greške, što je glavna ideja Poka Joke-a. Štaviše, primena Plug'n'Produce takođe omogućava uvođenje metode Single Minute Ekchange of Die u čitave proizvodne linije [5].

5. ZAKLJUČAK

Lean proizvodnja je uspešno primenjivana u proizvodnim sistemima fokusiranim na proizvode dobrog kvaliteta koji za cilj imaju zadovoljstvo kupaca, gde sve što ne dodaje vrednost predstavlja otpad. Ona može biti odgovorna za veliku fleksibilnost proizvodnih sistema i procesa koji realizuju složene proizvode i lance snabdevanja. U cilju povećanja efikasnosti, tendencija je uvođenje IT u cilju integracije

proizvodnje i planiranja, kupaca i dobavljača korišćenjem cyber fizičkih sistema poznatu kao Industrija 4.0.

Na primerima prikazanim u radu: usredsređenost na korisnika, kontinuirano poboljšanje, integrisani lanac vrednosti, Just in Time, pametni proizvodi i pametne mašine ukazano je na mogućnost da ova dva pristupa Lean proizvodnja I Industrija 4.0 mogu podržavati jedan drugog i koristiti se u preduzećima u cilju podizanja njihove konkurentnosti na tržištu.

LITERATURA

- [1] R. Sundar, A. N. Balaji, R. M. SatheeshKumar, A Review on Lean Manufacturing Implementation Techniques, *Procedia Engineering*, Vol. 97, pp. 1875 – 1885, 2014.
- [2] M. P. Ciano, P. Dallasega, G. Orzes, T. Rossi, One-to-one relationships between Industry 4.0 technologies and Lean Production techniques: a multiple case study, *International Journal of Production Research*, Vol. 59, No. 5, pp. 1386–1410, 2021.
- [3] V. D. Majstorović, R. Mitrović, Ž. Mišković, Industry 4.0 in Serbia - state of development, *Serbian Journal of Management*, Vol. 17, No. 1, pp. 5 – 14, 2022.
- [4] R. Čiarnienė, M. Vienažindienė, Lean manufacturing: theory and practice, *Economics and management*, Vol. 17, No. 2, pp. 726-732, 2012.
- [5] B. Mrugalska, M. K. Wyrwicka, Towards Lean Production in Industry 4.0, *Procedia Engineering*, Vol. 182, pp. 466 – 473, 2017.
- [6] P. Dašić, R. Turmanidze, Industrija 4.0: stvarnost ili predviđanje, *XVI međunarodna konferencija ekonomsko/pravno/komunikacijski aspekti zemalja zapadnog Balkana sa posebnim osvrtom na Bosnu i Hercegovinu u procesu pristupa Evropskoj Uniji*, pp. 80-89, Decembar 2017.
- [7] Ž. Đorić, M. Roganović, Industry 4.0 - exploring the concept and implications for business, *International Journal of Economic Practice and Policy*, Vol. 18, No. 1, pp. 95-123, 2021.
- [8] K. Buntak, M. Kovačić, M. Mutavdžija, Utjecaj industrije 4.0 na lean menadžment: Od Lean 1.0 do Lean 4.0, *19. Hrvatska konferencija o kvaliteti*, Vodice, Hrvatska, maj 2019.

TEHNOLOŠKI POSTUPAK KOVANJA BOČNE PLOČE ZA VUČU TECHNOLOGICAL FORGING PROCEDURE OF HITCH SIDE PLATE

Miloš Ristić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Jovana Golubović, JP „Putevi Srbije“, *Bulevar kralja Aleksandra 282, Beograd*

Sadržaj – Tehnološki postupak kovanja bočne ploče za vuču predstavlja izazov u pogledu neophodnih mehaničkih karakteristika kao i dozvoljenih odstupanja proizvoda prema EN 10243-1. Ovaj proizvod izrađuje se za poznatog kupca gde je potrebno dobiti deo mase 6,1 kg koji se izrađuje od materijala S355J2 polazeći pri tom od priprema mase 8,4 kg. U ovom radu biće prikazan postupak kovanja ploče dimenzija 305 × 240 počev od sečenja materijala, preko grejanja materijala, kovanja i krzanja pa sve do peskarenja. Sam proces kovanja vrši se na hidrauličnom čekiću „LASCO GH1600“ na temperaturi od 850-1100 °C. Ovakav otkovak će se nakon mašinske obrade koristiti kao vučni element tako da je od velike važnosti da ploča zadovolji određene kriterijume poput krutosti, krтости, elastičnosti i drugih mehaničkih karakteristika.

Ključne reči: Tehnološki postupak; Kovanje; Bočna ploča za vuču.

Abstract – The technological forging procedure of the hitch side plate is a challenge in terms of the necessary mechanical characteristics as well as the permitted tolerances of the product according to EN 10243-1. This product is made for a well-known customer, where it is necessary to obtain a part with a mass of 6.1 kg, which is made of material S355J2, starting from a preparation with a mass of 8.4 kg. This paper will show the process of forging a 305 × 240 plate, starting with cutting the material, heating the material, forging and furring, and ending with sandblasting. The forging process itself is performed on a hydraulic hammer "LASCO GH1600" at temperatures of 850-1100 °C. This kind of forging will be used as a hitch element after machining, so it is of great importance that the plate meets certain criteria such as stiffness, brittleness, elasticity and other mechanical characteristics.

Key words: Manufacturing Procedure; Forging; Hitch side plate.

1. UVOD

Tehnološki proces izrade nekog proizvoda sastoji se od postupaka i njegovih operacija. Operacije imaju svoje zahvate, zahvati imaju prolaze, a svaki prolaz se sastoji od određenih pokreta. Kovanje je specifičan tehnološki postupak obrade deformacijom gde se poboljšavaju mehaničke osobine proizvoda povećavanjem zatezne čvrstoće materijala i dobijanjem homogenije sitno zrnaste struktura dobijenog dela [1].

Faktor koji utiče na kvalitet kovanja jeste izdržljivost alata, jer njegovo prebrzo habanje izaziva promene u geometriji proizvedenih delova kao i površinske defekte (pukotine) koje se mogu videti na otkovku. Jedan od najuticajnijih faktora u procesu kovanja su preciznost sečenja materijala na ulazu, način nanošenja lubrikanata i faktori koji su vezani za izradu alata [2].

Prilikom procesa obrade kovanjem značajnu ulogu u kvalitetu dobijenog dela ima uticaj pravilno dimenzionisanog alata koji vrši usmeravanje tečenja materijala u okviru same gravure alata. Nepravilnim dimenzionisanjem ili radom sa alatom koji poseduje neadekvatne obradjene površine dovodi do proizvoda sa niskim kvalitetom kao i mogućim

preklopima materijala koji dovode do nastanka pukotine na gotovim delovima [2].

Bočna ploča se koristi za vuču i ugrađuje se u radne poljoprivredne mašine za obradu zemljišta kompanije „Maschio Gaspardo“ iz Italije [3]. Iz tog razloga bočna ploča posebno treba da izdrži napone i naprezanja usled opterećenja na zatezanje kao i udarna dinamička opterećenja u kombinaciji sa duktilnošću. Na slici 1 prikazana je bočna ploča za vuču koja je nakon kovanja mašinski obrađena na propisane tolerancije. Mašinska obrada vrši se na 3-osnoj CNC glodalici.



Slika 1. Bočna ploča za vuču kao gotov proizvod.

U ovom radu biće prikazan proces izrade otkovka bočne ploče za potrebe naručioca. U tom smislu biće prikazan i deo procesa preispitivanja zahteva kupca-naručioca i usaglašavanja sa tehnološkim mogućnostima proizvođača

Materijal S355J2 [4] predstavlja vrstu konstrukcionog čelika visoke čvrstoće, čime se osigurava dobra otpornost na opterećenje i deformacije. Osim toga, ima i dobru žilavost na niskim temperaturama, kao i otpornost na atmosfersku koroziju, zbog čega svojim mehaničkim karakteristikama može odgovoriti zahtevima ovog proizvoda. Hemijski sastav materijala S355J2 se može videti u tabeli 1 [4].

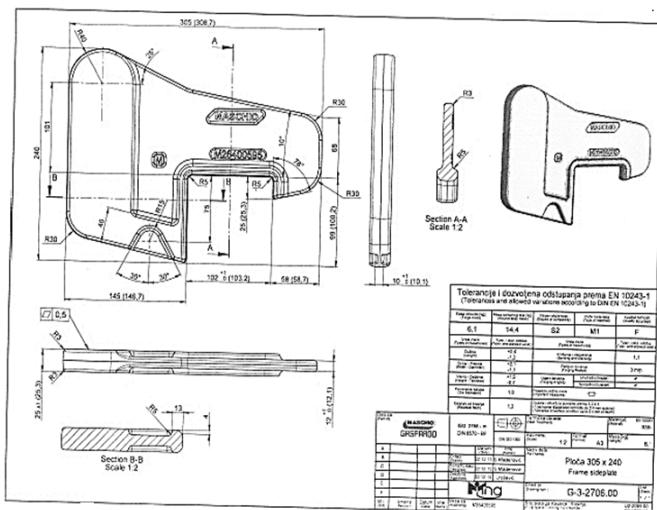
Tabela 1. Hemijski sastav (mase %) S355J2. [4]

C	Si	Mn	P	S	Cu
≤ 0.20	≤ 0.20	max 1.60	≤ 0.035	≤ 0.035	≤ 0.55

Materijal je visoko obradiv, ima dobru žilavost, što znači da je otporan na udarce čak i na niskim temperaturama male deformacije tokom kaljenja kao i izdržljivost na visokim temperaturama.

2. PROCES USAGLAŠAVANJA ZAHTEVA KUPCA

Proces usaglašavanja zahteva započinje dostavljanjem tehničkog crteža ploče 305×240 sa potrebnim detaljima. Kompanija MING Kovačnica koja je izrađivala deo, obradila je zahtev, naišla na izvesne probleme i izradila novi tehnički crtež sa izmenama koje ni na koji način ne bi ugrozile kasniju upotrebu ovog dela [5]. Tehnički crtež sa izmenama je poslat naručiocu na razmatranje.



Slika 3. Tehnički crtež bočne ploče sa izmenama. [5]

Kada su izmene odobrene, došlo je do preispitivanja zahteva kupca. Izrađen je dokument u kome je naveden rok isporuke, broj komada (1760), materijal (S355J2 EN10025), vreme kovanja (350 kom/sm.), količina ulaznog materijala (7,3-7,9 kg), količina izlaznog materijala, ali i drugi podaci o broju tehničkog crteža, da li se proizvod zavaruje (i ako se zavaruje zahteva se popunjavanje drugog obrasca kojim se preispituje zahtevi zavarivanja) itd.

3. TEHNOLOŠKI POSTUPAK IZRADE OTKOVKA

Jedan od bitnijih aspekata koji utiču na kvalitet proizvoda jeste priprema procesa kovanja kao i materijala za obradu. Loša geometrija i druge nepravilnosti koje se mogu javiti prilikom odsecanja priprema, nedovoljno zagrevanje priprema ili loše projektovan tehnološki postupak kovanja može imati kao posledicu neispunjavanje gravure alata i preklope materijala, čime se dobija proizvod sa nezadovoljavajućim karakteristikama koji se odstranjuje iz daljeg procesa proizvodnje [6].

Tehnologija kovanja bočne ploče (3rd Point Hitch side Plate) dimenzija 305×240 vrši se na Lasco hidrauličnom čekiću, odnosno na mašini koja se vodi pod oznakom MPM 2000/ MPM 6300 prikazanog na slici 4.



Slika 4. Lasco čekić za kovanje – MING Kovačnica. [7]

Bruto masa otkovka je 8,5 kg, a neto masa otkovka iznosi 6,1 kg. Pri tom se ova operacija klasifikuje po stepenu složenosti kao drugi nivo. Ulazni materijal je S355JR koji se seče iz profila Ø 90 mm, kako i prikazuje tabela 2. Sam postupak izrade dela se vrši kroz 7 podoperacija počev od sečenja materijala a prethodno se vrši predkivanje materijala kako bi se dobio poluproizvod sa pogodnim dimenzijama za obradu kovanjem.

Tabela 2. Tehnologija kovanja bočne ploče 305×240.

	Podoperacija	Tehničke karakteristike	
1	Sečenje materijala	L = 168 mm	+ 4,0 mm - 0,0 mm
		m = 8,4 kg	+ 0,20 kg - 0,00 kg
2	Montaža alata	Konvencionalni alat – Lasco	
3	Grejanje materijala	Vreme grejanja komada	60 s (2 × 30 s)
		Tkomada = 1050°C	+ 50 °C - 50 °C
4	Kovanje	Tkov = 850-1100 °C	
5	Krzanje	Tkrz = min 850 °C	
6	Termička obrada	/	
7	Peskarenje	Nosivost peskare – 700 kg	
		Veličina sačme – 1,8 mm	
		Vreme peskarenja – 30 min	
		Broj komada u šarži – 100	

Prva podoperacija u tehnološkom postupku izrade otkovka bočne ploče za vuču dimenzija 305×240 je sečenje materijala S355J2 iz profila Ø 90 mm na dužinu od 168 mm sa dozvoljenom tolerancijama +4 mm. Pri tom masa komada iznosi 8,4 kg sa dozvoljenim odstupanjem od + 0,20 kg. Posle montaže konvencionalnog alata na Lasco čekić sledi treća podoperacija grejanja materijala u trajanju od 60 sekundi (2 × 30s) pri čemu se mora ostvariti temperatura komada od 1050 °C sa tolerancijama ± 50 °C kako bi se mogo započeti sa procesom kovanja i ostvarila povoljna plastična svojstva materijala za dalji proces obrade.

Zagrejan materijal se zatim oblikuje kovanjem u alatu na temperaturi od 850 do 1100 °C. Proces kovanja se mora ostvari dok je temperatura u propisanom temperaturnom opsegu kako bi smo iskoristi povoljna deformaciona svojstva materijala.

Peta podoperacija je krzanje koja se mora odvijati na minimalno propisanoj temperaturi od 850 °C. Nakon termičke obrade, poslednja podoperacija je peskarenje koja se vrši na gumenoj peskari nosivosti 700 kg sa veličinom sačme od 1,8 mm. Vreme peskarenja iznosi 30 minuta a broj komada u šarži je 100 komada.

Na kraju tehnološkog procesa dobijen je otkovak prikazan na slici 5.



Slika 5. Izgled gotovog otkovka bočne ploče za vuču

Ispravnost procesa oblikovanja zavisi u velikoj meri i od korišćenja lubrikanata, čiji zadatak nije samo da izvrši podmazivanje nego i hlađenje samog alata. Sam lubrikant treba biti karakterizovan visokom tačkom zapaljenja kako ne bi izgubio svoje tribološke karakteristike pri visokim temperaturama. Odgovarajuća viskoznost na radnim temperaturama kao i nizak koeficijent trenja, zahtevaju primenu aditiva u procesu kovanja. Najčešće korišćeni lubrikanti u procesu kovanja su grafit, teflon, staklo i druge supstance kao i metalni međuslojevi niskog zateznog napona. Pravilan odabir lubrikanta rezultuje kovanjem bez grešaka, kao što su neispunjenost kalupa i dugotrajni efekti vezani za habanje alata [2]. Zbog toga se u procesu kontrole i ispitivanja tačnosti otkovka proverava da li ima šljake, da li je

došlo do pomeranja kalupa, krivljenja i vitoperenja kao i ostataka od krzanja i da li su u propisanim tolerancijama.

4. ZAKLJUČAK

Analizom tehnološnosti dostupnih postupaka prednost se daje kovanju nad drugim tehnologijama kako bi se dobila željena mehanička svojstva proizvoda.

Kovanje bočne ploče za vuču predstavlja složen proces oblikovanja plastičnim deformisanjem u cilju dobijanja potrebnih mehaničkih osobina otkovka koji zatim ulazi u završnu mašinsku obradu kako bi se dobio gotov proizvod u željenim propisanim tolerancijama.

Specifičnost obrade ogleda se u kovanju snažnim Lasco čekićem velike snage čime se obezbeđuje potpuna ispunjenost kovačnog kalupa, a poštovanjem tehnološkog postupka dobijaju se proizvodi u propisanim granicama dozvoljenih odstupanja sa tolerancijom greške od 10%.

Ovaj proizvod izrađen je kompaniji MING Kovačnica u Nišu za potrebe poznatog kupca gde je tokom procesa projektovanja tehnologije došlo do korekcije početnog modela proizvoda, naravno uz saglasnost kupca. Ovo ukazuje na važnost povezivanja procesa projektovanja i konstruisanja proizvoda sa proizvodnjom, kako bi se pronašao optimalan tehnološki postupak i plan proizvodnje uz smanjenje resursa, posebno vremena.

LITERATURA

- [1] Z. Gronostajski, M.Hawryluk, J.Jakubik, M. Kasyuba, G. Misiun, P. Sadowski Solution examples of selected issues related to die forging, *Archives of metallurgy and materials* 2015, DOI: 10.1515/amm-2015-0446,
- [2] M. Ristić, N. Kostić, G. Jović, M. Pavlović, Tehnološki postupak izrade otkovka vešalice kvačila, *Zbornik radova ATVSS Niš*, Niš 2021. str. 56-59
- [3] Maschio Gaspardo, Italy, <https://www.maschiogaspardo.com/en/web/international> poslednji pristup 12.09.2023.
- [4] SRPS EN 10025-2:2020 - Toplovaljani proizvodi od konstrukcionih čelika – Deo 2: Tehnički zahtevi za isporuku nelegiranih konstrukcionih čelika, Institut za standardizaciju Srbije, objavljen 31.1.2020.
- [5] J. Golubović, *Tehnološki postupak obrade predmeta na HAAS mašini-primer ploče 305×240*, Završni rad, Visoka tehnička škola strukovnih studija Niš, Niš, 2018.
- [6] S. Randelović, V. Marinković, *Proizvodne tehnologije obrada plastičnim deformisanjem* Niš 2017, ISBN 978-866055-096-7
- [7] MING Kovačnica A.D. Niš, <https://mingbgd.com/> poslednji pristup: 12.09.2023.

PROJEKTOVANJE I IZRADA NOSAČA CENTRIFUGALNIH VENTILATORA ZA NESPI 4 CASE KUĆIŠTE

DESIGN AND PRODUCING OF CENTRIFUGAL FAN CARRIER FOR NESPI 4 CASE

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

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

Nenad Tjupa, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj – U ovom radu je prikazan postupak projektovanja i izrade nosača centrifugalnih ventilatora za NESPI 4 CASE kućište. Za potrebe odvođenja toplote iz kućišta, izabrana su dva centrifugalna ventilatora. Tokom procesa projektovanja nosača ventilatora, izvršena je analiza mogućnosti iskorišćenja prostora kućišta uz određena ograničenja, a zatim su izrađeni 3D modeli svih komponenti uređaja. Nakon toga je izvršeno projektovanje nosača ventilatora, vodeći računa o datim ograničenjima. Nosač je izrađen tehnologijom 3D štampe, i to FDM tehnologijom. Tokom i nakon montaže celokupnog sklopa je izvršena provera rada i funkcionalnosti, koja je pokazala da ne postoji neusaglašenost između nosača i ostalih komponenti uređaja.

Ključne reči: Projektovanje. Nosač. Ventilator. NESPI 4 CASE. 3D štampa.

Abstract - This paper presents design and manufacturing process of the centrifugal fan carrier for the NESPI 4 CASE case. Two centrifugal fans were selected as heat removal device from the case. During the process of designing the fan carrier, an analysis of the possibility of using the space of the case was performed, with certain limitations, and then 3D models of all the components of the device were created. Then, the design of the fan carrier was carried out, taking into account the given limitations. The carrier was manufactured using 3D printing technology-FDM technology. During and after the assembly process, an operating and functionality check was performed, which showed that there is no inconsistency between the support and the other components of the device.

Key words: Design. Carrier. Fan. Raspberry Pi 4. NESPI 4 CASE. 3D printing.

1. UVOD

Stalni tehnološki razvoj je značajno uticao na upotrebu različitih vrsta uređaja u svakodnevnom životu. To se posebno ogleda u tome da računari postaju sastavni deo bilo kog procesa, od poslovnih aktivnosti do dokolice. Sa druge strane, razvoj tehnologije je doprineo i razvoju računara za različite potrebe, od nauke do zabave, stoga su i nastali različiti tipovi računara koji se pored performansi, razlikuju i po svojoj veličini i nameni.

Raspberry Pi 4 predstavlja računar malih dimenzija čija je prvobitna namena bila za učenje, međutim njegova primena je danas jako široka. Ipak, kao kod svakog uređaja, temperatura Raspberry Pi 4 računara pri radu može dostići visoke vrednosti, čak i preko 100°C. S obzirom da Raspberry Pi 4 ne poseduje fabrički sistem za odvođenje toplote, visoka temperatura značajno može uticati na performanse samog računara, ali i na postojanost pojedinih njegovih komponenti. Sa druge strane, ovaj računar je na tržištu u najvećem broju slučajeva dostupan bez kućišta. Postoje različita kućišta od kojih su neka posebno dizajnirana za ovaj računar, a posebno je atraktivno kućište NESPI 4 CASE. Ovo kućište poseduje fabrički sistem aktivnog hlađenja međutim, s obzirom na

oblik i konstrukciju kućišta i sistema hlađenja, tokom eksploatacije se pokazalo da isti nije efikasan. Pored toga, na tržištu su dostupni i namenski sistemi za hlađenje Raspberry Pi 4 računara, međutim nije ih moguće montirati u NESPI 4 CASE kućište.

U ovom radu je prikazan postupak projektovanja i izrade nosača centrifugalnih ventilatora za NESPI 4 CASE kućište. U cilju hlađenja kućišta, odnosno odvođenja toplote iz istog, izabrana su dva centrifugalna ventilatora. Tokom procesa projektovanja nosača ventilatora, izvršena je analiza mogućnosti iskorišćenja prostora kućišta, uz ograničenje da nije moguće narušavati estetsku celinu kućišta niti bušiti dodatne otvore, već eventualno ukloniti postojeće komponente. Geometrijski modeli kućišta, ventilatora i hladnjaka su izrađeni u softverskom paketu SolidWorks, dok je model Raspberry Pi 4 računara preuzet sa platforme za deljenje CAD modela. Na osnovu postojećih komponenti, izvršeno je projektovanje nosača, vodeći računa o prethodno navedenim ograničenjima, a zatim je isti i izrađen tehnologijom 3D štampe. Nakon montaže celokupnog sklopa, izvršena je provera rada i funkcionalnosti.

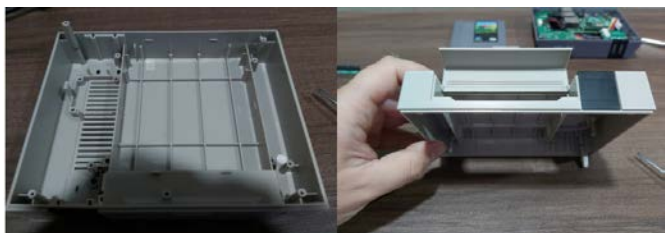
2. ANALIZA MOGUĆNOSTI ZA UNAPREĐENJE NESPI 4 CASE KUĆIŠTA

NESPI 4 CASE kućište je posebno dizajnirano za Raspberry Pi 4 računare. Spoljašnji izgled kućišta podseća na retro konzolu Nintendo Entertainment System (Slika 1) proizvedenu 1980-ih godina. Navedeno kućište je izrađeno od plastike i poseduje poklopac fioke SSD memorije, dva USB priključka, taster za pokretanje i reset, kao i indikacionu LED. Takođe, kućište poseduje i priključke USB-C, LAN, dva mikro HDMI i audio.



Slika 1. NESPI 4 CASE kućište [1].

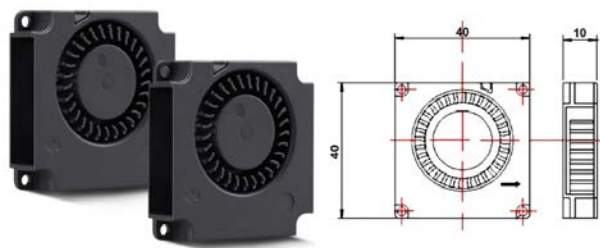
Sa druge strane, kućište je projektovano i izrađeno tako da poseduje rešetkaste otvore koji služe za provetravanje unutrašnjosti kućišta. Raspberry Pi 4 računar se postavlja unutar kućišta na određeno mesto, tako da je omogućeno da korisnik može bez poteškoća da koristi isti [2,3]. Tokom koncepta unapređenja NESPI 4 CASE kućišta u cilju poboljšanja hlađenja Raspberry Pi 4 računara, razmatrane su mogućnosti uklanjanja delova kućišta koji nisu u upotrebi, u cilju oslobađanja prostora za montažu sistema hlađenja.



Slika 2. Prostor u kućištu predviđen za montažu centrifugalnih ventilatora [3].

S obzirom na poznavanje načina korišćenja uređaja, zaključeno je da se može izvršiti uklanjanje fioke i priključka za SSD memoriju (Slika 2), jer se koristi microSD memorija [2]. Ovim se dobija slobodan prostor dimenzija 87x81x11 mm, koji je spojen sa otvorom ispod poklopca gornjeg dela kućišta, što pruža mogućnost korišćenja centrifugalnih ventilatora kao aktivne komponente sistema hlađenja. Kako je radni napon računara i kućišta jednosmerni od 5V, potrebno je izabrati centrifugalni ventilator čiji motor ima isti radni napon, u cilju eliminisanja potrebe za dodatnim komponentama. Prema dimenzijama centrifugalnih ventilatora dostupnih na tržištu, postoje dve varijante koje odgovaraju slobodnom prostoru u gornjem delu kućišta, a to su jedan centrifugalni ventilator dimenzija 80x80x10 mm ili dva centrifugalna ventilatora dimenzija 40x40x10 mm.

Izabrana su dva centrifugalna ventilatora dimenzija 40x40x10 mm (Slika 3) zbog niže cene na tržištu i optimalnog iskorišćenja prostora u kućištu.



Slika 3. Izabrani centrifugalni ventilatori [3].

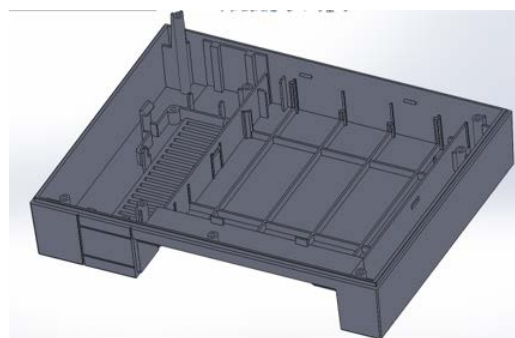
Međutim, centrifugalni ventilatori ne mogu samostalno stajati unutar gornjeg dela kućišta. Sa druge strane, kako se ne bi narušio izgled i funkcija kućišta, korišćenje vijaka koji bi se uvrtili direktno u kućište je odbačeno. Stoga, bilo je potrebno projektovati i izraditi nosač na koji bi se montirala dva centrifugalna ventilatora, koji bi se kao takav sklop montirao na postojeće kućište.

3. PROJEKTOVANJE NOSAČA CENTRIFUGALNIH VENTILATORA

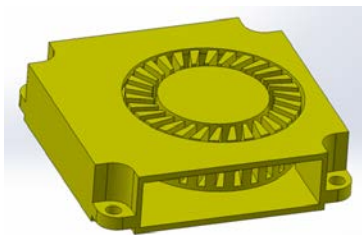
U fazi razvoja nosača centrifugalnih ventilatora i formiranja kompletnog sklopa, bilo je neophodno imati 3D modele svih komponenti da bi se moglo proveriti eventualno njihovo međusobno preklapanje. Svakako, veoma je značajno to uraditi u virtuelnom okruženju kako bi se smanjili ukupno vreme i troškovi izrade prototipa i finalnog proizvoda. Stoga su izrađeni 3D modeli kućišta, ventilatora i nosača korišćenjem softverskog paketa SolidWorks, a na osnovu dimenzija dobijenih merenjem, dok je 3D model Raspberry Pi 4 računara preuzet sa platforme za deljenje CAD modela (Slike 4, 5 i 6).



Slika 4. 3D model Raspberry Pi 4 računara [3].



Slika 5. 3D model gornjeg dela kućišta [3].

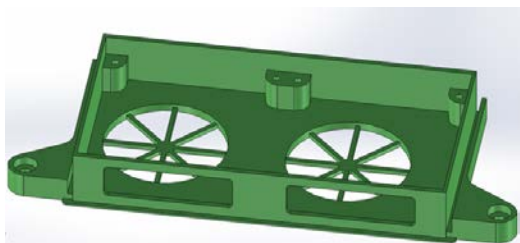


Slika 6. 3D model centrifugalnog ventilatora [3].

Tokom faze projektovanja nosača centrifugalnih ventilatora, uzeta je obzir njegova funkcija, kao i potreba da se isti montira na kućište bez narušavanja oblika istog. Dakle, to znači da nije bilo moguće uklanjanje dodatnih elemenata kućišta, kao ni bušenje dodatnih otvora u cilju montaže nosača.

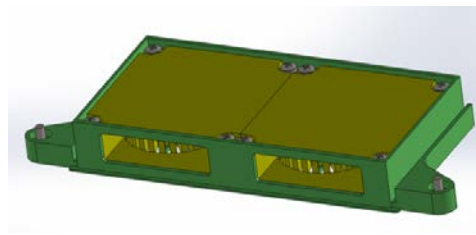
Pored toga, kroz sagledavanje sklopa kućišta, kao i dimenzija i pozicija ventilatora, kontaktnih površina između delova, izvršena je analiza koje elemente delova treba razdvojiti kako bi bezbedno funkcionisali, u kojim tačkama treba izvršiti spajanje delova sklopa i na koji način, kao i funkcionalnost odnosno mogućnost lake montaže i demontaže nosača i ventilatora.

Uzevši napred navedeno u obzir, nosač je projektovan u obliku konzole u koju će se montirati ventilatori i pomoću zavrtnjeva pričvrstiti za nju. Otvori na ventilatorima već postoje, tako da nema potrebe za bušenjem dodatnih otvora. Pošto je radno kolo centrifugalnih ventilatora veoma blizu kablova unutar kućišta, u fazi projektovanja je predviđena fizička barijera kako kablovi ne bi dospeli do radnog kola. Zatim se ceo nosač umeće u ležište na mesto nosača fioke i uz pomoć zavrtnjeva se spaja sa gornjim delom kućišta. Tačke spajanja su iste sa tačkama spajanja nosača fioke i gornjeg dela kućišta, tako da nema potrebe za bušenjem dodatnih otvora na kućištu, čime je jedno od ograničenja ispunjeno.



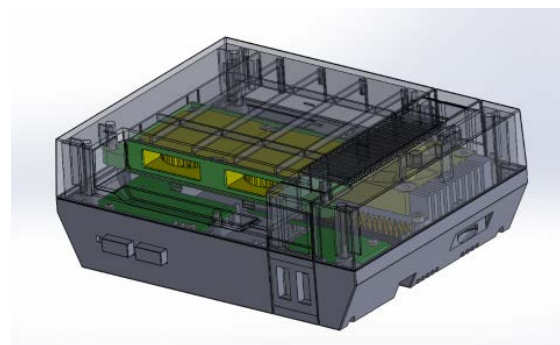
Slika 7. 3D model nosača centrifugalnih ventilatora [3].

Nosač je projektovan tako da sa donje strane postoje dva otvora, svaki za po jedan ventilator sa zaštitnom rešetkom. Otvori su istih dimenzija kao radna kola ventilatora i postavljeni su tako da se dobije maksimalna iskorisćenost protoka vazduha. Upravno na te otvore, sa prednje strane nalaze se dva otvora, svaki za po jedan ventilator. Ovi otvori ne poseduju zaštitnu rešetku, s obzirom na samo konstrukciju centrifugalnih ventilatora. Mesta za montažu centrifugalnih ventilatora unutar nosača su oblikovana tako da odgovaraju spoljašnjem obliku ventilatora kako bi se maksimalno iskoristio prostor, ali i da bi ventilatori bili pozicionirani jedan pored drugog. S obzirom na konstrukciju centrifugalnih ventilatora, predviđeno je da se vruć vazduh iz NESPI 4 CASE kućišta usisava kroz otvore sa zaštitnom rešetkom, dok se njegovo izbacivanje vrši kroz otvore na gornjem delu nosača, odnosno kroz otvore koji nemaju zaštitnu rešetku.



Slika 8. 3D model sklopa nosača centrifugalnih ventilatora [3].

U sklopu kućišta i računara, nosač treba da bude tako postavljen da obezbedi nesmetani rad svih drugih elemenata sklopa. Potrebno je da se nosač oslanja samo u određenim tačkama, pri čemu ne sme da bude kontakta sa drugim elementima sklopa. Takođe, spajanje nosača i ventilatora treba izvesti tako da spoj ne ugrožava krutost samog nosača kako ne bi dolazilo do vibracija prilikom rada ventilatora ili loma nosača prilikom montaže ili demontaže. Kao posledica malog prostora unutar kućišta, dobijen je zazor između nosača i hladnjaka od svega 0,32 mm, što pokazuje da je maksimalno moguće iskorišćen slobodan prostor, pri čemu svi elementi sklopa mogu nesmetano da vrše svoju funkciju.



Slika 9. 3D model celog sklopa [3].

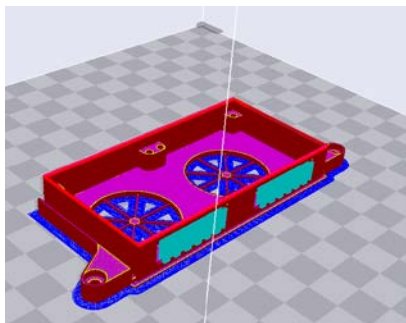
Za potrebe spajanja delova kompletnog sklopa korišćeni su zavrtnjevi u različitim standardnim dimenzijama: M2x5mm, M2x6mm, M2x20 mm, M2,5x12 mm, M2,5x16 mm, M4x12 mm i M2x5 mm. Svi ovi elementi su za potrebe izrade 3D modela sklopa uzeti iz baze standardnih delova programskog paketa SolidWorks.

4. IZRADA I MONTAŽA NOSAČA CENTRIFUGALNIH VENTILATORA

Finalni proizvod nosača centrifugalnih ventilatora je izrađen tehnologijom 3D štampe, kao jednom od najzastupljenijih aditivnih tehnologija. Niska cena izrade pojedinačnog proizvoda FDM tehnologijom (engl. Fused Deposition Modeling) kao i veoma brza izrada prototipova i finalnih proizvoda, omogućava da se u relativno kratkom vremenskom periodu izvrši funkcionalno testiranje kompletnog sklopa [4].

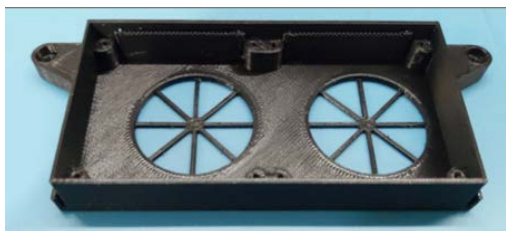
Nosač centrifugalnih ventilatora je izrađen od materijala PLA (polilaktida, engl. *Polylactic Acid*). Ovaj materijal je biorazgradivi termoplastični alfatki poliester proizveden od obnovljivih biljnih resursa, i shodno svojim mehaničkim karakteristikama i niskoj ceni, pogodan je za izradu jednostavnijih funkcionalnih proizvoda [4]. Međutim, termički nije stabilan iznad temperature ~60°C, te treba biti obazriv u vezi radnih uslova proizvoda. S obzirom na radne

uslove nosača ventilatora i stalni protok toplog vazduha čija temperatura ne prelazi vrednost od $\sim 60^{\circ}\text{C}$, materijal PLA je pogodan za izradu finalnog proizvoda [4,5]. Za potrebe podešavanja parametara i generisanja programskog koda za izradu nosača, korišćen je softverski paket 3DWox (Slika 10), dok je nosač izrađen na 3D štampaču proizvođača Sindoh, tip DP200. Tokom podešavanja parametara izrade, predviđeno je da postoji noseća konstrukcija (potpora), koja značajno utiče na tačnost dimenzija finalnog proizvoda [5, 6].



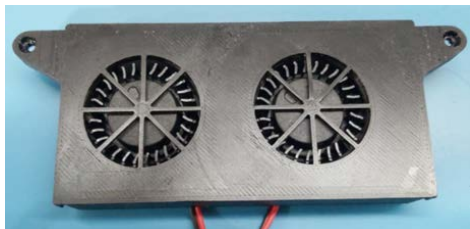
Slika 10. Podešavanje parametara izrade i generisanje programskog koda [3].

Izrada nosača centrifugalnih ventilatora je trajala 2 sata i 20 minuta, sa utroškom materijala od 15,7 grama. Tokom postupka postprocesiranja koji je trajao 10 minuta, uklonjena je noseća konstrukcija i proizvod je očišćen, čime je izrada finalnog proizvoda završena (Slika 11). Shodno potrebnom materijalu, vremenu za izradu i postprocesiranje, kao i trškovima amortizacije mašine, procenjeno je da su ukupni troškovi izrade proizvoda oko 200 RSD.



Slika 11. Nosač centrifugalnih ventilatora za NESPI 4 CASE kućište [3].

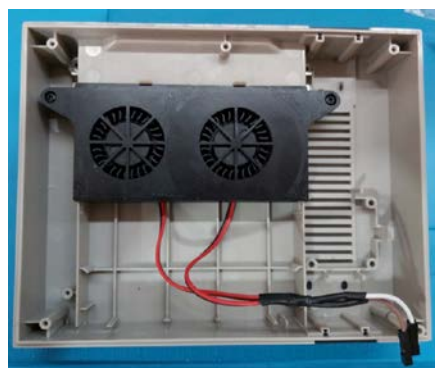
Tokom procesa montaže, na nosač su postavljeni centrifugalni ventilatori i učvršćeni odgovarajućim zavrtnejvima (Slika 12). Zatim je sklop nosača i ventilatora postavljen u NESPI4 CASE kućište, koji je takođe pričvršćen odgovarajućim zavrtnejvima za unutrašnji deo kućišta (13).



Slika 12. Sklop nosača i centrifugalnih ventilatora [3].

Nakon montaže, izvršena je provera usaglašenosti svih komponenti sklopa, gde je utvrđeno da su svi elementi sklopa u željenom položaju i odnosu. Sklop nosača i ventilatora se lako montira i demontira, ne postoji dodir nosača i delova Raspberry Pi 4 računara, kao ni drugih neusaglašenosti, što je i bilo predviđeno tokom procesa projektovanja. Takođe, s

obzirom da je nosač u obliku konzole, tokom višednevnog testiranja i eksploatacije kompletnog uređaja, pokazalo se da ne dolazi do vibracija samog nosača zbog rada ventilatora.



Slika 13. Montaža sklopa nosača i centrifugalnih ventilatora u NESPI 4 CASE kućište [3].

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu je predstavljeno projektovanje i izrada nosača centrifugalnih ventilatora za NESPI 4 CASE kućište. S obzirom na potrebu za odvođenjem toplote iz navedenog kućišta, za tu namenu su izabrana dva centrifugalna ventilatora, za koje je trebalo projektovati nosač sa odgovarajućim ograničenjima. Tokom procesa projektovanja, izrađeni su 3D modeli svih komponenti kućišta i Raspberry Pi 4 računara. Projektovani nosač ventilatora je izrađen od materijala PLA, tehnologijom 3D štampe. Vizuelnim pregledom tokom montaže i testiranjem funkcionalnosti potvrđeno da ne postoji neusaglašenost između nosača i ostalih komponenti, ali i da tokom rada uređaja ne postoji kontakt između nosača i komponenti računara, što je i u postupku projektovanja bio jedan od glavnih ciljeva, uz poštovanje zadatih ograničenja o zadržavanju prvobitnog izgleda i glavne funkcionalnosti NESPI 4 CASE kućišta.

LITERATURA

- [1] <https://retropixel.com/product/retroflag-nespi-case-plus/>, pristupljeno 11.12.2023.
- [2] M. Pavlović, G. Jović, M. Ristić, N. Tjupa, "Izrada prototipa hladnjaka za Raspberry PI primenom aditivnih tehnologija", Zbornik radova Akademije tehničko-vaspitačkih strukovnih studija, Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija, 2022. god., str. 44-47.
- [3] N. Tjupa, Projektovanje i izrada aktivnog hlađenja kućišta NESPI 4 CASE za Raspberry Pi 4, Završni master rad
- [4] A. Vučina, M. Obad, N. Rašović, *Dizajn proizvoda predviđenih za proizvodnju aditivnim tehnologijama*, Sveučilište u Mostaru, 2015.
- [5] J. Excell, *The rise of additive manufacturing*, The Engineer, 2013.
- [6] M. Pavlović, S. Stošović, M. Ristić, "Određivanje optimalne orijentacije modela za tehnologiju 3D štampe: primer poklopca kućišta", Zbornik radova Akademije tehničko-vaspitačkih strukovnih studija, 2020. god., str. 33-36.



PRIMENA DRVENOG BRAŠNA U GUMI NA BAZI GUMENOG REGENERATA APPLICATION OF WOOD FLOUR IN BLENDS BASED ON RECLAIMED RUBBER

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

Sadržaj – U ovom radu prikazana je moguća upotreba gumenog regenerata punjenog drvenim brašnom dobijenim mlevenjem otpadne iverice. Ispitivan je uticaj različitog punjenja drvenog brašna na mehanička svojstva gume smeše koje se često koriste kod različitih tipova gumnih podova i obloga. Utvrđeno je da 25phr ne utiče značajno na osnovna svojstva gumenih smeša na bazi gumenog regenerata

Ključne reči: gumeni regenerat, gumeno brašno, mehanička svojstva

Abstract - This paper shows the possible use of reclaimed rubber filled with wood flour obtained by grinding waste chipboard. The influence of different fillings of wood flour on the mechanical properties of the rubber mixture, which is often used for different types of rubber floors and coverings, was examined. It was found that 25phr does not significantly affect the basic properties of rubber compounds based on regenerated rubber.

Key words: reclaimed rubber, wood flour, mechanical properties.

1. UVOD

Savremeno potrošačko društvo je suočeno sa ubrzanom potrošnjom neobnovljivih prirodnih resursa i energije, kao i sa generisanjem velikih količinama različitih vrsta otpada. Najveći problem prilikom reciklaže otpada je upotreba vrednost dobijenih sirovina i stvaranje novih proizvoda. U ovom radu je prikazana moguća upotreba dve vrste sirovina dobijenih reciklažom gumenog regenerata i drvenog brašna [1-2].

Gumeni regenerat predstavlja materijal koji se dobija mehano-hemijskim recikliranjem otpadnih guma. Ovaj proces omogućuje ponovnu upotrebu guma koje bi završile na deponijama ili u spalionicama, čime se smanjuje negativan uticaj na životnu sredinu. Gumeni regenerat se često koristi kao zamena za prirodni kaučuk u proizvodnji različitih proizvoda, uključujući gumene podne obloge, zvučne obloge, sportske podove, celogumene točkov, i druge industrijske i komercijalne primene [3-6].

Iverica je materijal koji se često koristi u građevinskoj industriji za proizvodnju nameštaja, podova i zidnih obloga. Proces proizvodnje iverice uključuje kombinovanje sitno sečenog drveta, poput piljevine i drvene strugotine, sa specijalnim vezivima poput fenolnih smola, koje se zatim presuje pod visokim pritiskom i temperaturom. Ova tehnika rezultira čvrstim i stabilnim pločama koje se lako mogu obrađivati i oblikovati prema potrebama. Korišćenje smola kao veziva dodatno poboljšava karakteristike iverice, povećavajući njenu otpornost na vlagu i mehanička oštećenja. Međutim dodavanjem ovih smola negativno utiče na postupak reciklaže i teško se može koristiti za dobijanje energije, jer se prilikom spaljivanja stvaraju kancerogene supstance.

U ovom radu prikazano je eksperimentalno istraživanje o mogućoj primeni dva različita reciklirana materijala gumenog regenerata dobijenog od gazećeg sloja kamionske gume i usitnjenje iverice. Mehanička svojstva koja su ispitivana u ovom radu su osnovna svojstva kod različitih tipova gumnih podloga i obloga.

2. EKSPERIMENTALNO ISTRAŽIVANJE

Za potrebe ovog istraživanja izrađeno je drveno brašno od komada iverice od proizvođača Cronospan srbija. Uzorci su isećeni na komade veličine 50x50 mm nakon čega su usitnjeni mlinom Fritsch Pulverisette 2 (FRITSCH GmbH, Weimar, Nemačka) a zatim prosejani pomoću vibracionog sita Fritsch Analysette 3 Spartan (FRITSCH GmbH, Weimar, Nemačka), prema EN ISO 14780:2017 [10]. Odvojene su frakcije manje od 100 μm a zatim sušene na 105 °C do konstantne mase. Ovako dobijeno drveno brašno je dodavano u gumenu smešu.

Za potrebe ovog rada pripremljene su tri smeše gume, prva etalon smeša bez dodatka drvenog brašna i dve smeše sa dodatkom drvenog brašna (25phr i 35phr). Receptura ovih smeša prikazana je u tabeli 1.

Tabela 1. Receptura smeša.

Sirovina	Etalon	Smeša 1	Smeša 2.
Regenerat	438	438	438
Drveno brašno	/	110	154
Stearin	3.00	5.00	4.50
ZnO	14.50	13.00	16.00
TMQ	4.00	4.20	3.50
N660	200.00	42.00	50.00
Calcium carbonate	206.00	312.00	283.00

China clay	195.00	170.00	230.00
Oil	115.00	35.00	40.00
Mercapto	6.30	8.70	9.60
TMTD	3.00	1.00	3.20
DEG	4.50		3.70
Sulfur	8.90	9.10	10.50
Rosin		12.00	12.00

Smeše su umešavane na laboratorijskom dvovaljku na temperaturi oko 70 °C i vreme mešanja iznosilo je 10 min. Vreme vulkanizacije određeno je na Monsanto Rheometrom 100S prema ASTM D 2240-93, i vreme vulkanizacije je iznosilo 15 min, dok je temperature vulkanizacije iznosila 150°C. Ispitivanja tvrdoće uzoraka obavljena su u skladu sa ISO 7691-1, korištenjem ručnog tvrdomera tipa Shore A. Otpornost na habanje izvedena je u skladu sa ISO 4649 korištenjem Shopper cilindričnog uređaja. Ispitivanje trajne deformacije na određenu visinu sprovedeno je prema ISO 815, dok je ispitivanje odbojne elastičnosti izvršeno na Šobovom klatnu prema ISO 4662.

3. ANALIZA I DISKUSIJA

Rezultati ispitivanja tvrdoće uzoraka prikazani su u tabeli broj 2.

Tabela 2. Ispitivanje tvrdoće.

	Etalon	Smeša 1	Smeša 2
Tvrdoća (ShA)	60	63	69
Udeo (phr)	0	25	35

Iz table 2. može se uočiti porast tvrdoće uzoraka sa povećanjem udela drvenog brašna razlog za ovakvu pojavu leži u činjenici da se ostvaruju dovoljno jake veze između polimernih lanaca i čestica gumenog brašna jer se kao vezivno sredstvo u iverici koristi fenol formaldehidna smola, takođe čestice drveta imaju inicialno veću tvrdoću od gume što se u potpunosti i odražava na ukupnu tvrdoću uzoraka.

Rezultati ispitivanja otpornosti na habanje prikazani su u tabeli 3.

Tabela 3. Ispitivanje otpornosti na habanje.

	Etalon	Smeša 1	Smeša 2
Habanje (mm ³ /g)	450	495	505
Udeo (phr)	0	25	35

Na osnovu table 3. može se zaključiti da povećanje udela drvenog brašna ima za posledicu pad otpornosti na habanje. Razlozi za ovakvu pojavu mogu biti višestruki: neravnomerna raspodela čestica drvenog brašna i velika sposobnost ka pojavi aglomerata drvenog brašna, neravnomerna veličina čestica drvenog brašna, različiti hemijski sastav drvenog brašna, i sl.

Rezultati ispitivanja sabijanjem na određenu visinu prikazani su u tabeli 4.

Tabela 4. Ispitivanje sabijanje na određenu visinu.

	Etalon	Smeša 1	Smeša 2
Trajna deformacija (%)	13,5	20,8	27,1
Udeo (phr)	0	25	35

Na osnovu table 4. može se zaključiti da sa povećanjem udela drvenog brašna dolazi do pada otpornosti na sabijanje. Ovaj trend se može objasniti da se sa povećanjem udela drvenog brašna razara struktura gume koja značajno utiče na elastična svojstva gume tj. čestice drveta razaraju lance usled konstantnog pritiska. Takođe, dolazi i do povećanja stepena umreženja čestica drvenog brašna i polimernih lanaca zbog dopunskog izlaganja povišenoj temperaturi jer se postupak odvijao na temperaturi od 110°C.

Rezultati ispitivanja odbojne elastičnosti prikazani su u tabeli broj 5.

Tabela 5. Ispitivanje odbojne elastičnosti.

	Etalon	Smeša 1	Smeša 2
Puna visina	34	29	27
Udeo (phr)	0	25	35

Ova pojava se u potpunosti može objasniti kao i u slučaju ispitivanjem sabijanjem.

5. ZAKLJUČAK

Jedan od ciljeva cirkularne ekonomije jeste i što brojnija primena reciklabirnih materijala, a sa ciljem uštede prirodnih resursa koji se ubrzano troše. U ovom radu je prikazan slučaj potencijalne upotrebe dve vrste recikliranih materijala gumenog regenerat i drvenog brašna dobijenog usitnjavanjem otpadne iverice. Izvedeno istraživanje je pokazalo da se određene količine drvenog brašna mogu koristiti kod gumenih podloga ili obloga a da ne dođe do značajnijeg pada osnovnih mehaničkih svojstava. Dalji pravac istraživanja treba da bude sveobuhvatan uticaj drvenog brašna na sva svojstva (hemijska i mehanička) gumenih smeša na bazi regenerata.

LITERATURA

- [1] G.Marković, M.Marinović Cincović, B.Radovanović, J.Budinski-Simendić, "Rheological and mechanical properties of wood flour filled polyisoprene/chlorosulphonated polyethylene rubber blends", *Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly*, Vol. 13/ 4, 186-191, 2007.
- [2] M.Bertolini, A.Cristoforo, F.A.R Larh "Thermal insulation particle boards made with wastes from wood and tire rubber", *Key Engineering Materials*. Vol. 668, 263-269, 2016.
- [3] P. Djekić, D. Temeljovski, S. Nusev, "Izbor optimalnog procesa reciklaže otpadnih pneumatika", *Istraživanja i projektovanja za privredu*, br.2/8, 65-72, 2010.
- [4] P.Đekić, D.Temeljkovski, S.Nusev, "Waste tire recycling and selection of the most optimal process of recycling", *Conference proceedings RADMI*, 2010.
- [5] P.Đekić, G.Radenković, B.Milutinović, G.Stefanović, "Cost-benefit analiza tretmana otpadnih pneumatika", *XV Naučni skup - Održavanja mašina i opreme*, 2015.
- [6] P.Đekić, G.Radenković, B.Milutinović, G.Stefanović "Environmental, economic and technical assessment of rubber blends with recycled rubber", *Safety Engineering*, 33-38, 2017.



IZRADA VARALICE ZA RIBOLOV POMOĆU TEHNOLOGIJE SLA 3D ŠTAMPE MANUFACTURING A FISHING CHEAT USING SLA 3D PRINTING TECHNOLOGY

Gordana Jović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Milica Janković, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Milan Nikolić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Miroslav Mijajlović, *Mašinski fakultet u Nišu, Aleksandra Medvedeva, Niš.*

Sadržaj – Aditivne tehnologije koriste virtuelne modele izrađene u odgovarajućem CAD softveru, čime se dobija površinski ili solid model sa odgovarajućom geometrijom i zapreminom. SLA (stereolithography) je tehnologija 3D štampe gde je bazični princip izrada trodimenzionalnih objekata svetlosnom (laserskom) polimerizacijom tečnog materijala – tečna smola sloj po sloj. U ovom radu je predstavljena upotreba 3D štampe, kao aditivne tehnologije, za izradu varalice koja ima upotrebu da oponaša plen grabljivice, ima specifičan rad, kako bi stvorila određenu frekvenciju, veličinu, boju (teksturu). S ciljem precizne izrade prototipa, virtuelni cad model je izrađen u softverskom paketu SolidWorks, kako je 3D štampa najčešće primenjivana aditivna tehnologija, u nastavku rada biće prikazan postupak izrade varalice. S obzirom da deo nije standardan, već je namenski konstruisan kako bi oponašao plen grabljivice, odlučeno je da se deo izradi pomoću 3D štampača SLA tehnologijom.

Ključne reči: CAD, Stereolitografija, 3D model.

Abstract - Additive technologies use virtual models created in the appropriate CAD software, resulting in a surface or solid model with the appropriate geometry and volume. SLA (stereolithography) is a 3D printing technology where the basic principle is the production of three-dimensional objects by light (laser) polymerization of liquid material - wafer layer by layer. This paper presents the use of 3D printing, as an additive technology, for the production of a decoy that is used to imitate the prey of a predator, has a specific operation, in order to create a certain frequency, size, color (texture). With the aim of precise prototype creation, the virtual cad model was created in the SolidWorks software package, as 3D printing is the most commonly applied additive technology, in the continuation of the work, the process of making the cheat will be shown. Since the part is not standard, but is purpose-built to mimic the predator's prey, it was decided to make the part using a 3D printer using SLA technology.

Key words: CAD, Stereolithography 3D model. 3D model.

1. UVOD

Trodimenzionalno (3D) štampanje ima značajan potencijal za primenu u oblasti lakih kompozitnih struktura zbog svoje superiorne proizvodne fleksibilnosti. Mogućnosti savremenih softverskih paketa omogućavaju kreiranje virtualnog modela proizvoda, dok aditivna tehnologija omogućuje brzu izradu prototipova, čime se olakšava razvoj lakih kompozitnih struktura [1].

SLA (stereolithography) je tehnologija 3D štampe gde je bazični princip izrada trodimenzionalnih objekata svetlosnom (laserskom) polimerizacijom tečnog materijala – smola sloj po sloj, SLA je zapravo najstarija tehnika aditivne proizvodnje. [2]. Mana razvoja proizvoda pomoću SLA 3D štampača je ta da se brzina izrade prototipa smanjuje, gde se time smanjuje i broj koncepata i varijantnih konstrukcionih rešenja [3]. Razvojem aditivnih tehnologija, postupak brze izrade prototipa je dodatno unapređen kroz mogućnosti korišćenja različitih materijala, dok su troškovi opreme SLA

tehnologije, održavanja i materijala mnogo veći od troškova FDM tehnologije. U isto vreme, na jednoj mašini se može izraditi više proizvoda potpuno različite geometrije, gde minimalna debljina može dostići 16 mikrona [2].

T. Finnes [3] je u svom radu prikazao poređenje vremena štampanja između SLA i FDM tehnologije 3D štampe, gde je time dokazao da će SLA štampanje istog dela uzeti od 2 do 4 puta duže od FDM štampača. To je zbog toga što je prečnik lasera mnogo manji nego što je prečnik mlaznice FDM štampača i vertikalni slojevi su mnogo manji na SLA štampaču.

SLA štampači mogu da proizvedu modele visoke rezolucije koji su nepropusni i veoma čvrsti, Brennan T. Phillips [4] istražuje upotrebu SLA štampe na brodu, da bi se proizvela svetlosna polimerizacija preseka i očvršćavanje u kupatilu sa tečnom smolom, gde postoji dinamično okruženje što veoma utiče na sposobnost SLA štampača. Koristeći sisteme stabilizacije na pokretnim istraživačkim brodovima,

štampana su kućišta pod pritiskom na moru koja su ostala zatvorena do 200 m dubine vode. Kao kontrolni slučaj, štampan je deo bez sistema stabilizacije, gde je štampač Form 2 sprečio štampanje kada se otkrio ugao nagiba veći od 1°.

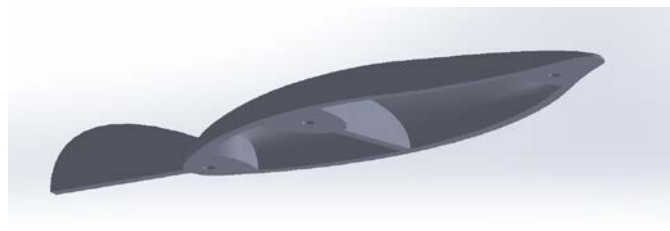
U ovom radu je predstavljena upotreba 3D štampe, kao aditivne tehnologije, za izradu varalice koja ima upotrebu da oponaša plen grabljivice, ima specifičan rad, kako bi stvorila određenu frekvenciju, veličinu, boju (teksturu). S ciljem precizne izrade prototipa, cad model je izrađen u softverskom paketu SolidWorks, kako je 3D štampa najčešće primenjivana aditivna tehnologija, u nastavku rada biće prikazan postupak izrade varalice. S obzirom da deo nije standardan, već je namenski konstruisan kako bi oponašao plen grabljivice, odlučeno je da se deo izradi pomoću 3D štampača SLA tehnologijom.

2. IZRADA 3D MODELA

Proces modeliranja rezultira stvaranje 3D modela, poznatog i kao prototip. Ovaj 3D model se formira kroz niz aktivnosti usmerenih ka kreiranju stvarnog sistema, što čini osnovu virtuelnog razvoja proizvoda. 3D virtuelni model izrađen je u softverskom paketu SolidWorks 2018, Student Version. Sam softver ima široku primenu gde se koristi za dizajniranje i inženjering proizvoda u različitim industrijama, takođe ima primenu za izradu proračuna, simulacija i radioničkih crteža [5].

U okviru ove studije, korišćen je 3D virtuelni model varalice koja se upotrebljava kao mamac u ribolovu. Konstrukcija varalice je tako osmišljena kako bi imitirala plen grabljivice, posjeduje specifičan način kretanja kako bi stvorila određenu frekvenciju, gde se time dobija željeni efekat tokom ribolova. 3D model predstavlja paraboličnu varalicu, tankog zida, veoma malih dimenzija, takođe pored toga sastoji se i od mnogo malih radijusa kao i prelaza. Osnova za izradu proizvoda putem brzih proizvodnih tehnologija, kao što su aditivne tehnologije, postavlja se kroz kreiranje CAD modela.

3D virtuelni model varalice je prikazan na slici 1.



Slika 1. CAD model varalice.

S obzirom da je za dalji rad neophodno konvertovati izrađeni model u STL. fajl format, upotrebom istog softvera je izvršena navedena konverzija, kako bi se dalje procesuiralo.

3. 3D ŠTAMPA MODELA

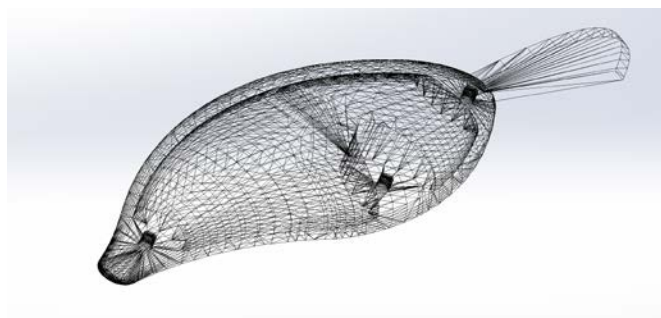
3D štampa omogućuje kreiranje raznovrsnih oblika bez upotrebe kalupa, koristeći samo potreban materijal. Ova tehnologija se razlikuje od konvencionalnih obradnih tehnologija jer ne zahteva upotrebu dodatnih alata, gde se samim tim dobija visok nivo fleksibilnosti u procesu proizvodnje [6].

Fizički objekat, odnosno finalni proizvod nastaje dodavanjem određenog materijala sloj po sloj, sloj tečne smole se nanosi na radnu površinu i zatim se izlaže ultravioletnom (UV) svetlu. UV svetlo tačno definiše oblik sloja i učvršćuje smolu, formirajući jedan sloj objekta. Radna površina se zatim spušta za visinu jednog sloja i postupak se ponavlja dok se ne stvori kompletni objekat. Tečna smola se nalazi u rezervoaru iznad reflektujućeg ogledala. Digitalni projektor projektuje sliku sloja objekta na ogledalo, koje reflektuje svetlost kroz sočivo na radnu površinu. Svetlost tačno definiše oblik sloja i učvršćuje smolu. Radna površina se takođe spušta za visinu jednog sloja i postupak se ponavlja do završetka objekta [7].

U procesu selektivnog laserskog sinterovanja, male čestice plastike, keramike, metala ili stakla se povezuju koristeći toplotu velike snage lasera. Ovaj postupak omogućava formiranje čvrstog i trodimenzionalnog objekta tako što se čestice tope i spajaju, stvarajući slojevitou strukturu [8]. Ova metoda se ističe visokom preciznošću, izuzetnim kvalitetom površine, efikasnom upotrebom energije, sposobnošću proizvodnje složenih oblika, posebno sitnih delova. Takođe, ovaj pristup ne zahteva skupu opremu i materijale [2].

Kao i kod ostalih procesa obrade, početni korak u izradi proizvoda je izbor materijala, u ovom slučaju korišćena je tečna smola u beloj boji (eng. Anycubic water washable resin). Tečna smola se odlikuje sa niskim viskozitetom tečne smole, što znači da ima veliku fluidnost i zahteva kraće vreme ekspozicije tokom procesa štampanja, što pomaže da se poboljša brzine štampanja. Takođe performanse 3D modela štampanih sa ovom tečnom smolom su stabilne i pored toga pružaju prototipove koji nisu krti i manje pucaju [9]. Postoji mnogo vrsta materijala dostupnih za upotrebu u SLA 3D štampanju. Tečna fotopolimerna smola se stvrdnjava da bi postala čvrsta kada je osvetli određena talasna dužina svetlosti – obično 405 nm.

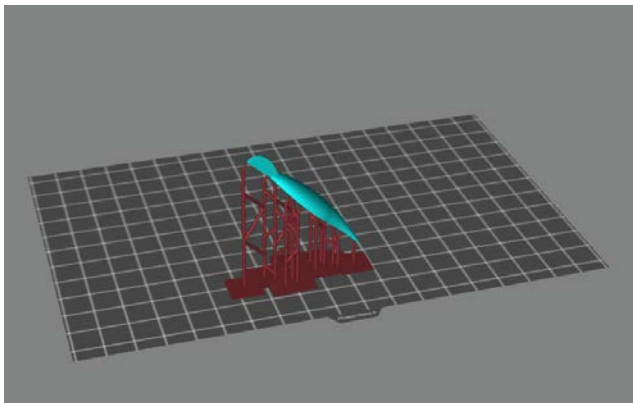
Izvorni format .SLDPRT potrebno je konvertovati u .STL format kako bi se izvršila 3D štampa. Izrađeni 3D model je konvertovan, odnosno snimljen u fajl formata STL sa 2470 trougla, gde je prikazano na slici 2.



Slika 2. Konverzija u STL format.

Izvezeni STL fajlovi se uvoze u specijalizovani softver Photon Workshop, koji na osnovu toga, generiše G kod. G-kod se sastoji od niza programskih redova koji detaljno opisuju svaki korak u procesu izrade (način izrade, pozicija izradka i dr.).

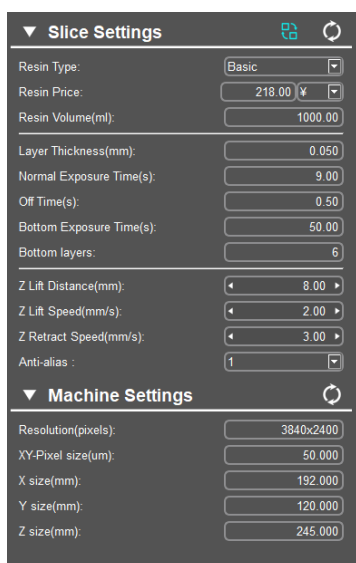
Prilikom puštanja u rad samog štampača neophodno je podesiti parametre, kako bi se podesili parametri neophodno je pre svega posedovati informacije o dimenzijama CAD modela, kao i o materijalu od koga se štampa.



Slika 3. Okruženje softvera Photon Workshop.

Na slici 3 dat je prikaz specijalizovanog softvera Photon Workshop, gde se uvozi konvertovani fajl .STL u kome se može pozicionirati model u različitim pozicijama, gde mi sami biramo poziciju a zatim se, i na osnovu toga definiše G. Softver je automatski dodao noseću strukturu (eng. Support) radi čvršće i tačnije izrade zadanog dela. Ova struktura je samo oslonac tokom izrade koji ima malu gustinu materijala, kako bi se nakon završetka, uklonila mehaničkim putem.

Prilikom puštanja u rad samog štampača neophodno je podesiti parametre u samom softveru. Na slici 4 dat je prikaz parametra 3D štampe prilikom puštanja u rad.



Slika 4. Parametri 3D štampe.

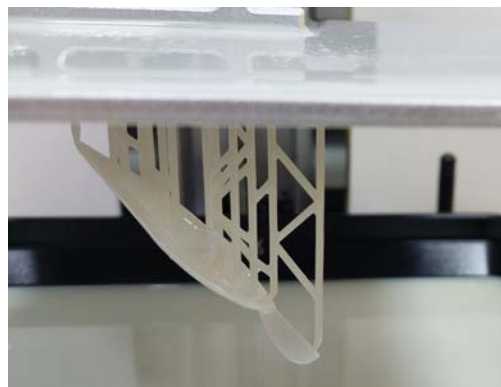
3D štampač koji je korišćen za izradu prototipa varalice je Anycubic Photon Mono X. Osnovne karakteristike 3D štampača su [10]:

- Materijal za štampu: 405nm UV Resin;
- Dimenzije radnog prostora: 192x120x245mm;
- Debljina sloja: 0.01 – 0.15 mm;
- Brzina štampe: MAX 60mm/h;

Preko USB veze se dalje šalje 3D štampaču, kako bi se dobio prototip varalice. Vreme izrade varalice je 5 sati i 31

minut, uz potrošnju 2.081 ml materijala 405nm UV Resin – bela boja, gde je bilo potrebno 1061 sloja kako bi se dobio finalni deo.

Na slici 5 dat je prikaz varalice na radnoj ploči 3D štampača.



Slika 5. Izrada varalice na 3D štampaču Anycubic Photon Mono X.

Nakon završetka polimerizacije materijala, platforma se diže iz rezervoara i višak smole se odvodi. Na kraju procesa, model se skida sa radne ploče, ispere od viška smole pomoću alkohola koji se nalazi u mašini Anycubic wash and cure, gde se nakon toga stavlja u istu mašinu - UV pećnicu, radi konačnog očvršćavanja. Očvršćavanje nakon štampe omogućava objektima da dostignu najveću moguću čvrstoću i postanu stabilniji.

Zatim bilo je potrebno izvršiti postprocesiranje u vidu uklanjanja nosećih struktura. Na slici 6 je dat prikaz varalice nakon uklanjanja nosećih struktura.



Slika 6. Izgled varalice nakon uklanjanja nosećih struktura.

4. ZAKLJUČAK

Današnji softverski paketi omogućavaju kreiranje virtualnih modela proizvoda, dok aditivna tehnologija omogućava brzu izradu prototipova. Prednost SLA štampe leži u tome što omogućava visoku preciznost i detalje, posebno kod malih i kompleksnih geometrija. Ova tehnologija se često koristi u proizvodnji prototipova i izradi delova sa složenim dizajnom. Zahvaljujući visokim rezolucijama i relativno velikim brzinama štampanja, SLA štampa je postala korisna u raznim oblastima, kao što je medicina, vojna industrija, reverzni inženjering i dr.

3D štampanje je postupak brze izrade prototipova, gde omogućuje da se direktno proizvedu objekti koji su konstruisani u digitalnom okruženju. Glavni nedostatak ovih tehnologija ogleda se u visokoj ceni izrade pri serijskoj proizvodnji.

U samom radu je dat prikaz postupka izrade varalice na SLA 3D štampaču, koji se sastoji od pet faza, prva faza je kreiranje 3D modela upotrebom softverskog paketa SolidWorks. U drugoj fazi je izvršena priprema za 3D štampu pomoću konverzije virtuelnog 3D modela u fajl formatu STL, generisanjem G koda upotrebom softvera Photon Workshop, gde je u trećoj fazi deo izrađen na 3D štampaču. U četvrtoj fazi je postupak ispiranja alkoholom 3D odštampanog modela od viška smole, konačno u četvrtoj fazi je uklanjanje nosećih struktura i očvršćavanje u UV pećnici.

Izrada varalice na SLA 3D štampaču se pokazala kao optimalan izbor. Kvalitet hrapavosti površina, zahtevana tačnost izrade i čvrstoća bile su u granicama.

LITERATURA

- [1] M. Trajanović, N. Grujović, J. Milovanović, V. Milivojević, (2008), Računarski podržane brze proizvodne tehnologije, Mašinski fakultet u Kragujevcu, Centar za informacione tehnologije
- [2] M. Xueliang, (2013) „Research on Application of SLA technology in the 3D printing technology“, <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.401-403.938>
- [3] T. Finnes, (2015) „High Definition 3D Printing – Comparing SLA and FDM Printing Technologies“, The Journal of Undergraduate Research: Vol. 13, Article 3.
- [4] B. T. Phillips,, J. Alder, G. Bolan, R. S. Nagle, A. Redington, T. Hellebrekers, ... S. Licht, (2020). Additive manufacturing aboard a moving vessel at sea using passively stabilized stereolithography (SLA) 3D printing. Additive Manufacturing, 31, 100969. doi:10.1016/j.addma.2019.100969
- [5] <https://solfins.com/3dt/solidworks/desktop/3d-cad/>, pristupljeno: 07.12.2023. godine.
- [6] G. Jović, D. Ćirić, F. Pešić, M. Ivanović, M. Mijajlović, (2023) „Influence of objects’s color and topology on precision of 3D scanning process and quality of obtained cad model“ XXII međunarodni simpozijum INFOTEH-JAHORINA 2023, doi: 10.1109/INFOTEH57020.2023.10094160.
- [7] 3D štamparija, sajt: <https://3dstamparija.com/sla-dlp-3d-stampa/>, pristupljeno: 10.12.2023. godine.
- [8] M. Mukhtarkhanov, A. Perveen i D. Talamona, (2020) „Application of Stereolithography Based 3D Printing Technology in Investment Casting“ Micromachines, <https://doi.org/10.3390/mi11100946>
- [9] sajt:<https://3dmarket.rs/shop/resini/anycubic-resini/anycubic-water-washable-resin-1l-beli-white/>, pristupljeno: 10.12.2023. godine.
- [10] sajt: <https://www.matterhackers.com/store/l/anycubic-photon-mono-x-large-format-4k-lcd-resin-3d-printer/sk/M8GYARCS>, pristupljeno:10.12.2023. god.

IZRADA PROTOTIPA POSTOLJA STOLA POMOĆU 3D ŠTAMPE MANUFACTURING OF THE TABLE BASE PROTOTYPE USING 3D PRINTING

Branislav Dimitrijević, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, F. Filipovića 20, Vranje*
Vladan Jovanović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, F. Filipovića 20, Vranje.*
Damjan Stanojević, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, F. Filipovića 20, Vranje*

Sadržaj - U ovom radu opisan je postupak izrade makete postolja stola sa ciljem da se pokaže uticaj i uloga CAD sistema i aditivnih tehnologija u procesu proizvodnje. Nakon kreiranja 3D geometrijskog modela, izvršena je konverzija u .STL format i generisanje programskog G koda za izradu umanjenog prototipa postupkom 3D štampe. Vizuelni pregled sklopa je pokazao da su ispunjeni projektni zahtevi.

Ključne reči: 3D modeliranje, 3D štampa, prototip

Abstract - This paper describes the process of making a model of a table base with the aim of showing the influence and role of CAD systems and additive technologies in the production process. After the creation of the 3D geometric model, the conversion to the .STL format and the generation of the program G code for the production of a reduced prototype using the 3D printing process were performed. A visual inspection of the assembly showed that the design requirements were met.

Key words: 3D modeling, 3D print, prototype

1. UVOD

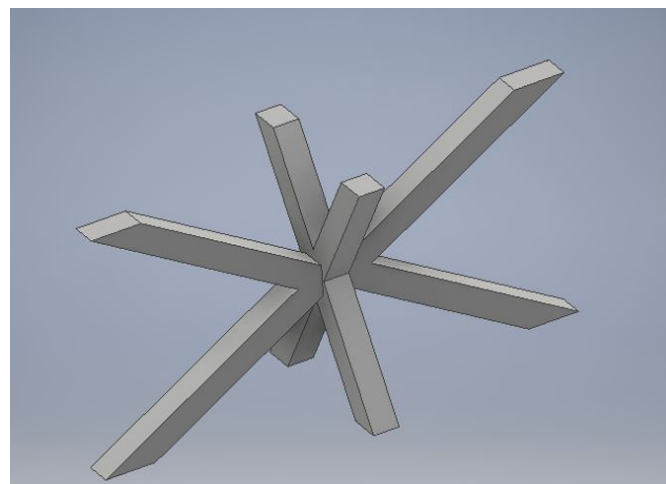
Veoma brzi razvoj industrije je uticao na potrebu za brzom izradom prototipa. Primena računara u razvoju proizvoda zajedno sa brzim proizvodnim tehnologijama omogućila je da se prototip proizvoda može izraditi u relativno kratkom roku. Razvojem aditivnih tehnologija, postupak brze izrade prototipa je dodatno unapređen kroz mogućnosti korišćenja različitih materijala, pri čemu je cena izrade veoma pristupačna [1].

U radu je prikazan postupak izrade postolja najpre 3D geometrijskog modela pomoću programa AutoDesk Inventor, a zatim je izvršena priprema za izradu i generisanje programskog G koda za izradu umanjenog prototipa korišćenjem softvera UltiMaker Cura. Prototip je izrađen postupkom 3D štampe. Vizuelni pregled sklopa je pokazao da su ispunjeni projektni zahtevi. Predstavljena je i upotreba 3D štampe, kao aditivne tehnologije, za izradu prototipa pomenutog postolja.

2. 3D MODELIRANJE

Prilikom izrade 3D modela, procesom modeliranja dobijaju se podaci o proizvodu što predstavlja osnovu za razvoj virtuelnog razvoja proizvoda [2]. 3D virtuelni model izrađen je u softverskom paketu Autodesk Inventor 2016. Ovaj softverski paket omogućava izradu prototipa bez fizičke izrade ili fizičkog testiranja, i promenu dimenzija i oblika, bez izrade novog modela. Kod izrade 3D modela, ovaj softver poseduje alate kako bi definisali geometriju, pored toga uključuje parametarski dizajn okruženja za razvoj proizvoda na konceptualnom nivou (skica) i kinematike delova kao i

sklopova. Sam program pored izrade prototipa, daje mogućnost i izrade tehničke dokumentacije. 3D virtuelni model postolja prikazan je na slici 1.



Slika 1. Izgled 3D modela postolja.

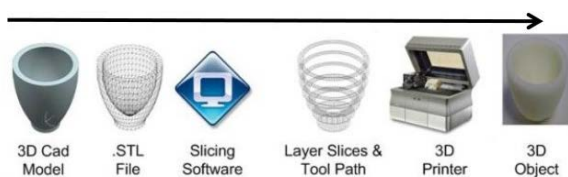
Da bi urađeni 3D model bio pripremljen za 3D štampu, neophodno je sačuvati ga kao .STL fajl kako bi softver koji koristi 3D štampač mogao da pročita potrebne podatke i „iseče“ model na veliki broj slojeva koji će kasnije ređajući se jedan na drugi formirati realan fizički model. Prebacivanje 3D modela u .STL fajl urađeno je pomoću istog softvera kao i sam model.

3. 3D ŠTAMPA

3D štampa predstavlja jednu od aditivnih tehnologija, koja je sve više prisutna u industriji ali i svakodnevnom životu ljudi. Ova tehnologija se veoma često upotrebljava za izradu proizvoda korišćenjem FDM (engl. Fused Deposition Modeling) ili FFF (engl. Fused Filament Fabrication) tehnologije. FDM predstavlja aditivnu proizvodnu tehnologiju koja se koristi u procesu brze izrade prototipova i za proizvodnju pojedinačnih delova, i proizvodnju u veoma malim serijama [3, 4]. 3D štampa se može definisati kao; „Strukturiranje trodimenzionalnog objekta u njegovoj fizičkoj konfiguraciji iz njegovog digitalnog oblika čime se virtualni model pretvara u fizički objekat sukcesivnim nanošenjem slojeva materijala [5].

Kod FFF/FDM štampe proces funkcioniše tako što se plastični filament istiskuje, preko zagrejanog ekstrudera, sloj po sloj, na platformu za izgradnju prema 3D podacima koji se dostavljaju štampaču. Svaki sloj se vezuje za onaj pre njega i postaje tvrdi kako se nanosi. ABS i PLA su najčešće korišćeni materijali za FFF 3D štampače. FDM/FFF procesi zahtevaju potporne strukture za sve aplikacije sa geometrijama koje se nadvijaju. Ovo zahteva drugi materijal rastvorljiv u vodi za FDM, koji, kada se štampa završi, omogućava da se potporne strukture prilično lako isperu. Alternativno, mogući su i materijali za podršku koji se odvajaju, koji se mogu ukloniti ručnim odvajanjem od dela.

U suštini, kod svih postupaka, 3D štampa počinje procesom dizajniranja proizvoda u digitalnom obliku pomoću CAD softvera (Autodeks Inventor-a, SolidWorks-a, Catia...) ili skeniranjem pomoću 3D skenera. Nakon dobijanja 3D modela fajl se prevodi u STL format. Nakon prevoda digitalne datoteke u STL format datoteke, 3D Slicer počinje da konfigurise ceo proces, sloj po sloj i na taj način formira G kod koji ustvari predstavlja kretanje alata 3d štampača. Taj fajl se unosi u štampač i onda se može započeti štampanje. Svaki sloj se nanosi na prethodni prema tehnologiji 3D štampe. Proces se zatim nastavlja sve dok se ne formiraju svi slojevi i dok trodimenzionalni objekat ne bude završen.



Slika 2. Postupak pripreme 3D modela za štampu.

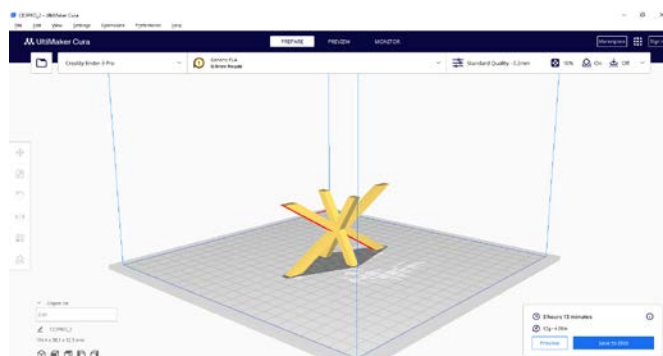
Kod FFF štampača materijal u vidu plastične žice – filament, nalazi se namotan na kotur sa koga se postepeno odmotava. Prečnik filameta zavisi od tipa štampača, ali je postalo uobičajeno da se koristi filament prečnika 1.75 mm. Sam filament može biti izrađen od bilo koje plastike, ali su najčešći ABS i PLA plastični materijali. U zavisnosti od vrste plastike potrebno je podesiti parametre procesa 3D štampanja, kao što su temperatura ekstrudera, brzina štampe, retrakcija, brzina ventilatora za hlađenje odštampanog materijala i sl. Pored ovih osnovnih materijala postoje i specijalni materijali, namenjeni industrijskim prototipovima i raznim istraživanjima. Oni pored osnovnog plastičnog materijala sadrže i čestice metala, keramike ili gume. Time se dobijaju materijali sa dodatnim osobinama kao što su elektroprovodljivost, elastičnost i sl. U dekorativne svrhe se koriste materijali sa česti-

cima drveta ili kamena, čijom upotrebom se dobijaju realistični objekti.

Pored FFF/FDM štampe, široko priznata kao prva tehnika 3D štampanja je stereolitografija (SL). To je nesumnjivo bila prva koja je videla široko rasprostranjenu komercijalizaciju. SL je proces zasnovan na laseru koji koristi fotopolimerne smole za stvaranje izuzetno tankih delova reakcijom sa laserom i očvršćavanjem na veoma precizan način. Fotopolimerna smola se drži u sudu sa pokretnom platformom. Prema 3D podacima koji su dostavljeni mašini (.stl datoteka), laserski zrak se usmerava preko površine smole. Kao rezultat, smola se stvrdne upravo tamo gde laser udara u površinu. Kada se sloj završi, platforma unutar suda se spušta (u osi Z), a laser zatim iscrtava sledeći sloj. Na kraju, platforma se može podići iz suda kada je ceo objekat završen. Zbog prirode SL procesa, nekim delovima, posebno onima sa mostovima ili prorezima, potrebne su potporne strukture. One se kasnije ručno uklanjaju. Ostale procedure naknadne obrade uključuju čišćenje i očvršćavanje. Očvršćavanje je proces potpunog stvrdnjavanja smole izlaganjem intenzivnoj UV svetlosti. Većina stručnjaka se slaže da je stereolitografija, sa svojom odličnom završnom obradom površine, jedan od najpreciznijih procesa 3D štampanja. Međutim, ograničavajući faktori su neophodni koraci naknadne obrade i stabilnost materijala tokom vremena, koji se može pokvariti i postati krhki.

4. IZRADA PROTOTIPA POSTOLJA

Da bi se uverili da je dizaj onakav kako je to prvobitno zamišljeno i da mi mogli da pokažemo fizički model postolja pre izrade u stvarnoj veličini, pristupili smo izradi prototipa sa redukovanim dimenzijama primenom tehnologije 3D štampe, kao jedne od najzastupljenijih aditivnih tehnologija. Nakon dobijanja 3D modela u Inventoru i prebacivanja u .STL format, potrebno je ubaciti .STL fajl u softveru koji omogućava da se model pripremi za štampu. U ovom slučaju korišćen je softverski paket UltiMaker Cura (Slika 3).

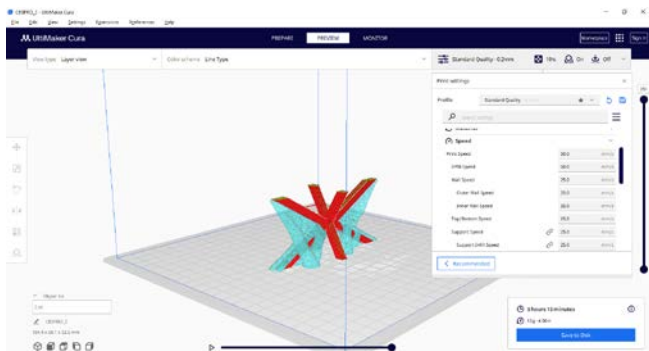


Slika 3. 3D model.

Maketa postolja izrađena je na štampaču Creality CR10 SMART korišćenjem PLA materijala (polilaktida, engl. Polylactic Acid) koji je veoma pogodan za izradu maketa i prototipova zbog svojih mehaničkih karakteristika cene koštanja. Softverski paket UltiMaker Cura, omogućava podešavanje velikog broja parametara 3D štampe. Prilikom podešavanja parametara utvrđeno je da je potrebno vreme izrade 3 sata i 13 minuta gde je brzina štampe podešena na 50mm/s², ispunjenost unutrašnjosti postolja na 20%, i obavezno štampanje potpore tj oslonaca u obliku drveta (tree) za mesta gde postoji mogućnost urušavanja. Nakon detaljnog

podešavanja parametara, sam softver deli model na veliki broj slojeva i računa da je potrebno utrošiti 12 grama i 4.06 metara materijala za izradu ovog dela (Slika 4).

Nakon završetka štampe, gotov proizvod je uklonjen sa podloge, mehaničkim putem su odstranjene potpore i vizuelnim putem je utvrđeno da je dobijena maketa željenog oblika.



Slika 4. Prikaz modela sa parametrima štampe i osloncima.

5. ZAKLJUČAK

3D štampa je aditivna tehnologija koja omogućava relativno brzu i jeftinu izradu prototipova i pojedinačnih delova od različitih materijala od kojih je termoplastika najzastupljeniji. Raznovrsnost materijala omogućava širok spektar njene upotrebe u razvoju proizvoda. Iako ova tehnologija poseduje brojne prednosti u odnosu na druge metode izrade proizvoda, ima i svoja ograničenja koja značajno mogu uticati na kvalitet i izgled finalnog proizvoda.

Povezanost CAD softvera i aditivnih tehnologija je omogućila značajnu redukciju ukupnog vremena razvoja proizvoda, a posebno u fazi izrade prototipa. Kod aditivnih tehnologija je vreme pripreme proizvodnje veoma skraćeno i ne zahtevaju se posebni alati, a podešavanja mašine mogu biti minimalna.

U ovom radu je predstavljen značaj i uloga CAD sistema i aditivnih tehnologija u izradi maketa ili prototipa postolja stola a sve u cilju smanjenja troškova proizvodnje i smanjenja vremena izrade.

LITERATURA

- [1] M. Pavlović, G. Jović, M. Ristić, M. Tjupa, "Izrada prototipa hladnjaka za Raspberry pi primenom aditivnih tehnologija", Zbornik radova Akademije tehničko vaspitačkih strukovnih studija Niš, pp.44-47, Decembar 2022
- [2] G. Jović, M. Pavlović, "Primena 3D skenera prilikom određivanja odstupanja solid modela od odštampanog modela", Zbornik radova Akademije tehničko vaspitačkih strukovnih studija Niš, pp.70-73, Decembar 2022
- [3] M. Ristić, M. Pavlović, Ž. Simić, "Izrada cilindričnog kliznog ležaja tehnologijom 3D štampe", Zbornik radova Visoke tehničke škole strukovnih studija u Nišu, VTŠ Niš, 2015. god., str. 56-59.
- [4] M. Pavlović, M. Ristić, N. Kostić, "Izrada nosača tehnologijom 3D štampe", Zbornik radova Akademije tehničko-vaspitačkih strukovnih studija-Odsek Niš, Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, 2019. god., str. 57-60.
- [5] Shahrubudin, N., Lee, T.C., Ramlan, R. (2019). An Overview on 3D Printing Technology: Technological, Materials, and Applications, Procedia Manufacturing, Vol. 35, pp. 1286-1296.



IZRADA KUĆIŠTA ZA UREĐAJ „BROJAČ SKLEKOVA” FDM TEHNOLOGIJOM MANUFACTURING OF THE CASE FOR THE "PUSH-UP COUNTER" DEVICE USING FDM TECHNOLOGY

Milica Janković, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Milan Pavlović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Gordana Jović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj - U ovom radu opisana je izrada kućišta za uređaj „Brojač sklekova” korišćenjem Fused Deposition Modeling (FDM) tehnologije. Uređaj omogućava precizno praćenje i beleženje broja urađenih sklekova, pružajući korisniku realnu sliku vežbanja. Detaljno je opisan uređaj koji je baziran na Arduino platformi, korišćenjem ultrazvučnog senzora i LED displeja sa 4 pozicije. Najpre je izvršena analiza sastavnih komponenti uređaja, zatim je kreiran 3D model kućišta korišćenjem SolidWorks softvera. Nakon generisanja G koda kućište uređaja izrađeno je na 3D štampaču Sindoh DP 200 nanošenjem materijala - PLA sloj po sloj, a nakon toga je izvršena montaža svih komponenti uređaja, kao i njegovo testiranje. Uređaj je pokazao zadovoljavajuće rezultate jer je na istom rastojanju vršio brojanje ponavljajući, dok na većem rastojanju objekta od senzora, nije vršio brojanje, što je i bio cilj kako bi mogao da se postigne odgovarajući kvalitet vežbanja.

Ključne reči: 3D štampa, FDM tehnologija, Prototip, Aditivne tehnologije, SOLIDWORKS.

Abstract - This paper describes the manufacturing of the case for the device "Push-up counter" using Fused Deposition Modeling (FDM) technology. The device enables precise monitoring and recording of the number of push-ups done, providing the user with a realistic picture of the exercise. The device is described in detail, which is based on the Arduino platform, using an ultrasonic sensor and a 4-position LED display. First, the component components of the device were analyzed, then a 3D model of the case was created using SolidWorks software. After the generation of the G code, the housing of the device was made on a 3D printer Sindoh DP 200 by applying the material - PLA layer by layer, and then the assembly of all the components of the device was performed, as well as its testing. The device showed satisfactory results because it counted repetitions at the same distance, while at a greater distance from the object to the sensor, it did not count, which was the goal in order to achieve the appropriate quality of exercise.

Key words: 3D printing, FDM technology, Additive technologies, SOLIDWORKS.

1. UVOD

Industrijski napredak znatno je uticao na brzinu izrade prototipa, a time i na brzinu izrade samog proizvoda. Razvoj tehnologija u više pravaca doprineo je smanjenju vremena i cene izrade proizvoda kroz primenu aditivnih tehnologija. Tehnologija 3D štampe dodatno unapređuje proces razvoja proizvoda i izrade prototipa kroz raznovrsnost materijala i pristupačne troškove [1]. Sa druge strane, ove tehnologije imaju i svoja ograničenja koja se tiču kvaliteta izrade proizvoda, karakteristika materijala kao i ekonomskog uticaja na izradu pojedinačnih proizvoda, što može značajno uticati na odluku o upotrebi ovih tehnologija [2].

U ovom radu prikazana je primena FDM tehnologije za izradu kućište uređaja „Brojač sklekova”. Uređaj omogućava precizno praćenje i beleženje broja urađenih sklekova, pružajući korisniku realnu sliku njihovog vežbanja. Na osnovu dimenzija komponenti uređaja-Arduino platforme,

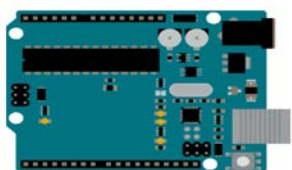
ultrazvučnih senzora, tastera i USB priključka, najpre je izrađen 3D model kućišta pomoću softverskog paketa SolidWorks. Kućište se sastoji od donjeg dela kućišta i poklopca, te su izrađeni 3D modeli a zatim izvezeni fajlovi u .STL formatu. Nakon toga, navedeni fajlovi su korišćeni, kako bi se uz pomoć specijalizovanog softvera generisao G kod. Kućište je izrađeno na 3D štampaču Sindoh DP 200, nakon čega je izvršena montaža i testiranje samog uređaja.

2. OPIS UREĐAJA

„Brojač sklekova” baziran na Arduino platformi, predstavlja inovativan uređaj namenjen za praćenje i optimizaciju vežbanja. Takođe, ovaj uređaj omogućava personalizaciju vežbanja putem posebnih režima treninga i postavljanje individualnih ciljeva. Ovaj uređaj koristi ultrazvučne senzore za detektovanje pokreta tokom izvođenja vežbi – sklekova. LED displej pruža korisniku pregled broja izvedenih sklekova, dok sami provodnici omogućavaju

spajanje komponenti. Taster ima ulogu dugmeta za poništavanje trenutnog brojanja i vraćanje brojača na nulu. Uz mogućnost analize podataka o vežbanju, korisnici mogu prilagoditi svoje rutine kako bi postigli optimalne rezultate.

Sastavne komponente ovog uređaja su: Arduino platforma, ultrazvučni senzori, LED displej sa 4 pozicije, taster i provodnici. Arduino platforma (Slika 1) je otvorena hardverska i softverska platforma namenjena izradi prototipa različitih vrsta uređaja. Arduino UNO je razvojna platforma čiji je rad zasnovan na ATmega328P mikrokontroleru. Sadrži 14 digitalnih ulazno/izlaznih pinova (od kojih se 6 može koristiti kao PWM izlazi), 6 analognih ulaza, keramički rezonator od 16 MHz, USB priključak, priključak za napajanje, ICSP zaglavljje i dugme za resetovanje. Ima sve što je potrebno kao podrška mikrokontroleru, jednostavno se povezuje sa računarom uz pomoć USB kabla ili uz pomoć napajanja preko AC-to-DC adaptera, a postoji i mogućnost korišćenja pomoću baterije [3].



Slika 1. Arduino platforma [3].

Ultrazvučni senzor (Slika 2) je uređaj koji koristi ultrazvučne talase kako bi merio udaljenost između senzora i objekta. Rad ovog senzora je zasnovan na principu slanja ultrazvučnih impulsa u prostoru, a zatim meri vreme koje je potrebno da se zvuk reflektuje od objekta do senzora. Na osnovu tog vremena senzor može da izračuna udaljenost do objekta [3].



Slika 2. Ultrazvučni senzor [3].

LED displej sa 4 pozicije (Slika 3) koristi se za prikazivanje brojeva u elektronskim uređajima. Koristi LED tehnologiju, što znači da se svaka cifra prikazuje osvetljenjem određenih LED segmenata na displeju. Ovaj 12-pinski modul, koristi TM1637 da se smanji broj kontrolnih pinova na 2. Karakteristike ovog displeja su: četvorocifreni crveni alfa-numerički displej, interfejs (3.3V/5V) i 8 podesivih nivoa osvetljenosti, a specifikacije su: snaga minimalna 3.3 VDC, maksimalna snaga 5.5 VDC, dimenzije 42x24x14 mm, masa 7±1 g [3].



Slika 3. LED displej [referenca].

Provodnici prikazani na slici 4 omogućuju spajanje ili povezivanje različitih komponenti, kao što su senzori, mikrokontroleri i displej. Njihovim pravilnim postavljanjem omogućava se efikasno i stabilno prenošenje signala unutar uređaja, čime se obezbeđuje pravilno funkcionisanje svih komponenti.

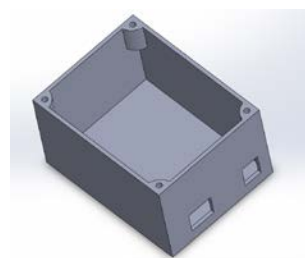


Slika 4. Provodnici [3].

3. IZRADA 3D MODELA KUĆIŠTA

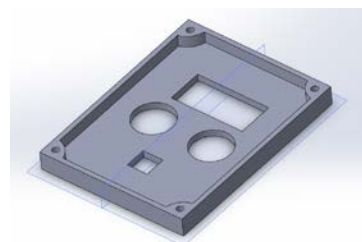
SolidWorks je softver koji se koristi za mašinsko projektovanje i automatizaciju procesa uz pomoć parametarskog modeliranja punih tela. Ovaj softver pruža mogućnost pretvaranja osnovne skice 2D u model punog tela, koristeći jednostavne ali visokoeffikasne alate za modeliranje. SolidWorks takođe pruža mogućnost stvaranja virtuelnog prototipa limova i razvijenih omotača, olakšavajući završetak plana za projektovanje i izradu odgovarajuće alatke [4]. Koristi se u procesima razvoja proizvoda, izrade tehničkih uputstava, tehnologije i simulacija. Omogućava jednostavnu izradu radioničke i sklopne dokumentacije sa pratećim specifikacijama neophodnim za proizvodnju. Sadrži napredne alate koji omogućavaju definisanje složene geometrije i površina, velikih sklopova [5].

3D model kućišta uređaja „Brojač sklekova” izrađen je u softverskom paketu SolidWorks, gde su izrađeni 3D model poklopca kućišta i 3D model donjeg dela kućišta. Za razvoj 3D modela kućišta, podaci o dimenzijama sastavnih komponenti ovog uređaja su dobijeni tokom postupka merenja Arduino platforme, ultrazvučnih senzora, tastera i USB priključka. 3D model donjeg dela kućišta prikazan je na slici 5.



Slika 5. 3D model donjeg dela kućišta.

Na slici 6 je dat prikaz 3D modela poklopca kućišta.



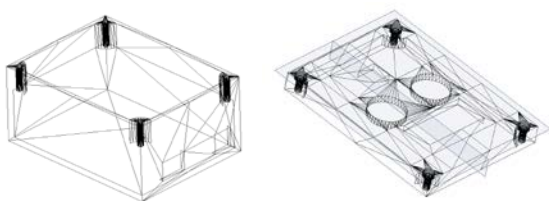
Slika 6. 3D model poklopca kućišta.

U tabeli 1. je dat prikaz dimenzija 3D modela.

Tabela 1. Dimenzije 3D modela.

Naziv elementa	Dimenzija
Debljina zida kućišta	2 mm
Debljina zida poklopca	2 mm
Prečnik otvora za zavrtanj	Ø 3 mm
Dužina kućišta	84 mm
Širina kućišta	64 mm
Visina kućišta	50 mm

Izrađeni 3D modeli donjeg dela kućišta i poklopca, su konvertovani u .STL fajl format putem CAD-STL interfejsa. Na taj način su dobijena dva .STL fajla, i to jedan za poklopac i drugi za donji deo kućišta (Slika 7).



Slika 7. STL model donjeg dela kućišta i poklopca kućišta.

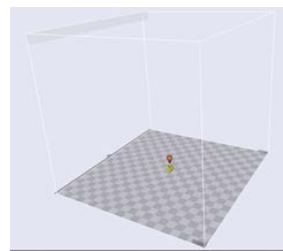
4. IZRADA KUĆIŠTA

3D štampa je aditivna tehnologija koja sve više postaje zastupljena kako u industriji, tako i u svakodnevnom životu ljudi [6]. Aditivne tehnologije koriste virtuelne modele kreirane u odgovarajućem CAD softveru, kako bi stvorile čvrsti model sa odgovarajućom zapreminom i geometrijom [7].

Aditivni procesi se temelje na povezivanju čestica ili slojeva materijala, kako bi se postigao željeni oblik konačnog proizvoda [8]. Ovaj proces ne koristi alate, nema potrebu za posebnim podešavanjem mašine, zato je i vreme za pripremu proizvodnje kraće, pa se ova tehnologija naziva i RP – brza proizvodna tehnologija ili direktna proizvodna tehnologija. Ono što je karakteristično za ovu tehnologiju, a to je da finalni proizvod nastaje dodavanjem materijala sloj po sloj sve do kraja izrade. Svaki sloj predstavlja poprečni presek proizvoda u odgovarajućoj ravni [9].

FDM tehnologija jeste aditivna proizvodna tehnologija koristi se za brzu izradu prototipova, proizvodnju pojedinačnih delova, kao i za proizvodnju u veoma malim serijama. Tehnologija FDM se zasniva na izradi CAD modela proizvoda, zatim konvertovanju u STL fajl format, a nakon toga upotreba specijalizovanog softvera za generisanje G koda [2]. Korišćeni materijal za izradu konačnog proizvoda jeste PLA koja se doprema u ekstruder, tu se topi na određenoj temperaturi. Ekstruder se kreće po određenoj putanji kako bi se pravilno nanosili slojevi. Putanja zavisi od oblika i dimenzija CAD modela. Materijal se nanosi sloj po sloj od dna predmeta prema vrhu, određene debljine, u zavisnosti od samih karakteristika 3D štampača. Podloga na kojoj se izrađuje proizvod, a gde se najpre nanosi materijal kako bi stigli do konačnog proizvoda mora biti zagrejana do

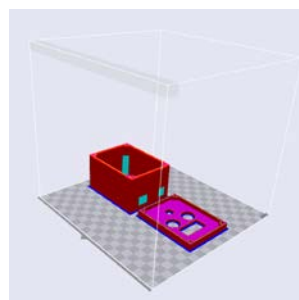
odgovarajuće temperature, kako bi početni slojevi bili stabilni [7].



Slika 8. Okruženje softvera 3D WOX [10].

Na slici 8 je prikazan specijalizovani softver 3D WOX, u kom se uvozi konvertovan fajl STL (Slika 7 i Slika 8) gde se može pozicionirati model u različitim orijentacijama. Izabrana orijentacija modela, može značajno uticati na tačnost dimenzija, vreme izrade, potrošnju materijala, kao i kvalitet površine proizvoda. Za vreme generisanja G koda, softver sam dodaje noseću strukturu zbog čvršće i tačnije izrade dela. Ova struktura predstavlja oslonac tokom procesa izrade koji ima malu gustinu materijala, da bi se po završetku uklonila mehaničkim putem. G kod se putem USB veze prenosi na 3D štampač, gde se kroz korisnički interfejs učitava u memoriju štampača. Pre samog početka realizacije G koda, treba kalibrisati 3D štampač za dobijanje dela visoke tačnosti. Kalibracija se sastoji od određenih broja koraka, koje bi trebalo realizovati. Pre same kalibracije, potrebno je ukloniti prethodno izrađene delove sa radne ploče 3D štampača. Posebno važan korak prilikom kalibracije jeste nivelacija radne ploče, vertikalno rastojanje između mlaznice i radne ploče treba biti isto na svim mestima kako bi prvi sloj bio pravilno odštampan, što je važan faktor za uspešno 3D štampanje. Nakon što su realizovani svi navedeni koraci, moguće je obaviti proces 3D štampe modela. U toku procesa izrade, na korisničkom interfejsu 3D štampača su prikazane informacije o trenutnom procentu završetka izrade, preostalom vremenu za izradu i trenutni parametri izrade (temperatura ekstrudera i radne ploče), kao i preostala količina materijala u 3D štampaču. Nakon završetka izrade, ekstruder se automatski vraća u početni položaj, a gotov deo se ručno uklanja sa radne ploče nakon određenog vremena, a zatim se takođe ručno odstranjuju noseće strukture [10].

Na slici 9 su prikazani donji deo kućišta i poklopac u softverskom paketu 3D Wox, nakon završetka procesa generisanja programskog G koda. Plavom bojom su označene noseće strukture koje omogućavaju da ne dođe do razlivanja materijala tokom procesa izrade i time finalni proizvod bude neupotrebljiv. Crvenom bojom su prikazani sastavni delovi kućišta koji ne predstavljaju noseće strukture.



Slika 9. Donji deo kućišta i poklopac sa nosećom strukturom.

Potrebno vreme za izradu kućišta jeste 8 časova i 39 minuta, uz potrošnju od 23,47 metara i 70 grama PLA materijala. 3D štampač na kome su izrađeni delovi kućišta je Sindoh DP 200, a njegove osnovne karakteristike su [Uputstvo za upotrebu štampača]:

- Materijal za štampu: ABS i PLA;
- Dimenzije radnog prostora: 210 x 200 x 195 mm;
- Debljina sloja: 0,05 – 0,4 mm;
- Prečnik osnovnog materijala: 1,75 mm.

Nakon izrade kućišta, u isto su montirane ostale komponente, a zatim i povezane na odgovarajući način. Kompletan sklop uređaja „Brojač sklekova” (Slika 10) je testiran na dva načina i to: pokretima ruke koji su imitirali pokrete tela prilikom izvedbe vežbe i tokom procesa vežbanja. U oba slučaja, uređaj je pokazao zadovoljavajuće rezultate jer je na istom rastojanju vršio brojanje ponavljanja, dok na većem rastojanju objekta od senzora, nije vršio brojanje, što je i bio cilj kako bi mogao da se postigne odgovarajući kvalitet vežbanja.



Slika 10. Uređaj „Brojač sklekova”.

5. ZAKLJUČAK

Moderne tehnologije izrade, kao što je 3D štampa, zahtevaju pažljivo razmatranje procesa. Ova tehnologija zadovoljava visoke standarde tehnološke izvodljivosti. Iako je ekonomski isplativa za male serije i u razvoju proizvoda, postaje neisplativa za velike serije.

Proces modeliranja generiše podatke o proizvodu, što služi kao osnova za razvoj virtuelnih proizvoda. Virtuelni razvoj proizvoda obuhvata ispitivanje i optimizaciju digitalnog modela u virtuelnom okruženju, umesto testiranja fizičkog prototipa. Ovo značajno skraćuje vreme i smanjuje troškove potrebne za lansiranje novih proizvoda na tržište, a istovremeno poboljšava kvalitet.

U ovom radu je prikazana izrada kućišta uređaja „Brojač sklekova” primenom aditivnih tehnologija. Najpre je urađena analiza sastavnih komponenti koji sačinjavaju sam uređaj, nakon toga je uz pomoć CAD softvera izrađen 3D model na osnovu komponenti. Zatim je, kućište izrađeno na 3D štampaču Sindoh DP 200, a nakon toga je izvršena montaža svih komponenti uređaja, kao i njegovo testiranje. Uređaj „Brojač sklekova” nije namenjen samo za brojanje sklekova, već i za kontrolu vežbanja gde ukoliko vežba nije urađena

pravino, odnosno korisnik se ne približi dovoljno uređaju, ponavljanje neće biti registrovano. Ovaj uređaj je od velikog značaja za korisnike koji se aktivno bave fizičkim aktivnostima i vode računa o pravilnosti pri vežbanju.

LITERATURA

- [1] M. Pavlović, G. Jović, M. Ristić, N. Tjupa, “Izrada prototipa hladnjaka za raspberry pi primenom aditivnih tehnologija”, Zbornik radova Akademije tehničko-vaspitačkih strukovnih studija – Odsek Niš, Akademija tehničko – vaspitačkih strukovnih studija – Odsek Niš, 2022. god., str. 44-47.
- [2] M. Pavlović, S. Stošović, M. Ristić, “Određivanje optimalne orijentacije modela za tehnologiju 3d štampe: primer poklopca kućišta”, Zbornik radova Akademije tehničko-vaspitačkih strukovnih studija – Odsek Niš, Akademija tehničko – vaspitačkih strukovnih studija – Odsek Niš, 2020. god., str. 33-36.
- [3] Push-up Counter using Arduino and Ultrasonic Sensor, Project Hub, <https://projecthub.arduino.cc/herolivechannel/push-up-counter-using-arduino-and-ultrasonic-sensor-2fe58e>, (pristupljeno 06.12.2023).
- [4] S. Tickoo, *SOLIDWORKS 2015 za mašinske inženjere*, Univerzitet Purdue Calumet, SAD, 2015.
- [5] SOLIDWORKS 3D CAD, Solfins [3D kompanija](https://solfins.com/3dt/solidworks/desktop/3d-cad), <https://solfins.com/3dt/solidworks/desktop/3d-cad>, (pristupljeno 06.12.2023).
- [6] M. Pavlović, M. Ristić, L. Petrović, M. Đorđević, “Primena aditivnih tehnologija za izradu prototipa hvatača manipulatora”, Zbornik radova Akademije tehničko-vaspitačkih strukovnih studija – Odsek Niš, Akademija tehničko – vaspitačkih strukovnih studija – Odsek Niš, 2021. god., str. 44-47.
- [7] M. Ristić, A. Pejčić, “Izrada plastične spojnice aditivnom tehnologijom”, Zbornik radova Visoke tehničke škole strukovnih studija Niš, 2016. god, str. 53-56.
- [8] M. Trajanović, N. Grujović, J. Milovanović, V. Milivojević, *Računarski podržane brze proizvodne tehnologije*, Mašinski fakultet u Kragujevcu, 2008.
- [9] M. Ristić, M. Pavlović, Ž. Simić, “Izrada cilindričnog kliznog ležaja tehnologijom 3d štampe”, Zbornik radova Visoke tehničke škole strukovnih studija Niš 2015. god, str. 56-59.
- [10] G. Jović, M. Ristić, M. Janković. (2023) “Application of additive technology for manufacturing of tune – o – matic bridge electric guitar saddle“ XLII International conference the power of knowledge.



ZNANJE I VEŠTINE U TRANSPORTU – POSLODAVCI I DRŽAVA NA ZAJEDNIČKOM ZADATKU?

KNOWLEDGE AND SKILLS IN TRANSPORT - EMPLOYERS AND THE STATE ON A JOINT TASK?

Dušan Radosavljević, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, A. Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj - Prognoze društvenog razvoja, povećano korišćenje savremenih tehnologija, robota i autonomnih sistema, ali i novi društveni izazovi, poput održivog razvoja, jasno impliciraju da sticanje znanja i veština postaje neizbežan zahtev pojedinca kao dela društva tokom celog života. Sa druge strane, postoji globalni nedostatak ljudi sa pravim veštinama da zadovolje rastuće potrebe u sektoru teretnog transporta i logistike koji može da uspori ekonomski rast. Stoga, osim direktno zainteresovanih poslodavaca i državne administracije treba sistematski da procenjuju i rešavaju nedostatak veština u ovim sektorima.

Ključne reči: *nedostatak kadrova, drumski transport, transportna politika.*

Abstract - Forecasts of social development, increased use of modern technologies, robots and autonomous systems, but also new social challenges, such as sustainable development, clearly imply that the acquisition of knowledge and skills becomes an inevitable requirement of the individual as a part of society throughout his life. On the other hand, there is a global shortage of people with the right skills to meet the growing needs in the freight transport and logistics sector which can slow down economic growth. Therefore, apart from the directly interested employers and the state administration, they should systematically assess and solve the lack of skills in these sectors.

Key words: *lack of personnel, road transport, transport policy.*

1. UVOD

S obzirom na značaj za ekonomski razvoj i društvenu dobrobit, transport i logistika moraju imati adekvatne resurse – kako u fizičke tako i ljudske. Uprkos decenijama sve veće automatizacije i trenda digitalne transformacije, aktivnosti transporta i logistike su radno intenzivne [6], na svim nivoima, od operativnog do menadžerskog, tako da zavise od rada ljudi. To čini učinak firmi i država u velikoj meri zavisnim od kvantiteta i kvaliteta radne snage. Zaposleni treba da poseduju širok spektar znanja i veština koje je potrebno stalno razvijati jer poslovno okruženje karakterišu stalne tehnološke i društveno-ekonomske promene. Moraju imati razumevanje različitih poslovnih oblasti, znanja za donošenje strateških odluka, sposobnosti komunikacije, ali i dobro razvijene analitičke i informatičke veštine kako bi upravljali raznovrsnim zadacima sa kojima se svakodnevno suočavaju. Generalno, zaposleni na svim nivoima treba da imaju sposobnost razmišljanja i rada na procesnoj osnovi. Oni moraju da gledaju dalje od sopstvenih funkcionalnih i profesionalnih zadataka i treba da razumeju kako se njihovi poslovi povezuju sa celim procesom. Stoga, nije čudno da postoji globalni nedostatak ljudi sa odgovarajućim kompetencijama i veštinama da zadovolje rastuće potrebe teretnog transporta i logistike. Iz država širom sveta, i razvijenih i nerazvijenih, može se čuti da preduzeća imaju poteškoća da regrutuju osoblje sa potrebnim veštinama. Ovaj nedostatak se kreće od, već desetinama godina poznatog

nedostatka vozača teških teretnih vozila, pa sve do problema u popunjavanju rukovodećih i menadžerskih pozicija.

2. ZNANJE I VEŠTINE KAO JEDAN OD CILJEVA TRANSPORTNE POLITIKE

Vlade tradicionalno više pažnje posvećuju infrastrukturi i olakšavanju trgovine nego podsticanju razvoja kvalitetnih usluga i kvalifikovane radne snage. Transport i logistika su na operativnom nivou radno intenzivan sektor sa mnogo radnika. Koliko su ovi zaposleni kvalifikovani i obučeni, kao i koliko se zadržavaju u sektoru je glavni faktor učinka transportnih i logističkih usluga. Ipak, ovaj faktor se često zanemaruje ili uzima zdravo za gotovo. To ne zavisi samo od politike ljudskih resursa pojedinih kompanija, već i od nacionalnih inicijativa za obrazovanje i obuku za zanimanja u sektoru.

Obezbeđivanje kvalifikovane radne snage u transportu i logistici se sve češće može naći kao jedan od ciljeva transportne politike. Ovde se kao primeri navode Nemačka, Češka, Španija i Velika Britanija.

Nemačka dokumentom Inovacioni program Logistika 2030 [4] u okviru Polja aktivnosti 3 – Svet rada u budućnosti definiše svoje mere:

- Sistematski unapređivati uslove rada u svim logističkim zanimanjima,

- Pružati političke podrške planovima za poboljšanje imidža logistike i povećanje atraktivnosti zanimanja i zapošljavanje kvalifikovane radne snage,
- Unaprediti obuku i razvoj veština i prilagoditi se savremenim zahtevima
- Smanjiti vreme čekanja i poboljšati opšte socijalne uslove za posadu teretnih vozila na utovarnim i pretovarnim mestima. Fokus će biti na korišćenju savremenih sistema upravljanja vremenom za rezervisanje vremenskih termina i na poboljšanju uslova za posade teretnih vozila u vreme čekanja i njihovu komunikaciju sa zaposlenima u skladištima,
- Suzbijanje uskih grla u logistici i nedostatka vozača u sektoru drumskog transporta,
- Razviti program finansijske pomoći za kontinuirano stručno usavršavanje u drumskim transportnim kompanijama koje upravljaju teškim teretnim vozilima, fokusirajući se na informacione tehnologije i digitalne alate,
- Osiguravati zapošljavanje kroz uključivanje ministarstva javnim i nematerijalnim pokroviteljstvima, kao i kroz učešće ministra i državnih sekretara na događajima koje organizuju udruženja.

Češka Transportna politika [5] u okviru specifičnih ciljeva definiše cilj obezbeđenja kvalifikovane radne snage, previđajući:

- inoviranje sistema obrazovanja
- uključivanje privrede u sistem obrazovanja
- podršku centrima za osposobljavanje
- uključivanje ministarstava i privrede u podršku školama
- ojačavanje neformalnog obrazovanja
- uključivanje u primenu Strategije digitalnog obrazovanja

Strategija mobilnosti - bezbednost, održivost i povezanost Španije [1] delovanje u oblasti obuke definiše kroz pravac akcija. Smatrajući da promena paradigme u transportnoj politici podrazumeva da je za razvoj profesije neophodno prilagoditi obuku i obrazovanje novim zahtevima mobilnosti predviđaju sledeće:

- prilagođavanje potrebama tržišta rada u transportu
- povećanje ulaganja nadležnih organa i partnera iz privrede u uspostavljanje i promociju programa obrazovanja i obuke
- popularizacija novih mogućnosti zapošljavanja
- uključivanje profesionalnih udruženja iz sektora osposobljavanja kadrova u transportu u donošenje odluka i razvoj strategije

A posebno su definisani i zadaci Radne grupe za identifikaciju potrebnih profila:

- utvrđivanje dispariteta ponude i potražnje radne snage
- definisanje zahteva koji proizilaze iz promene paradigme mobilnosti i transporta
- analiza mogućnosti prilagođavanja postojećih programa i mehanizama za prekvalifikacije iz drugih sektora.

Velika Britanija [2], kroz partnerski pristup, saradnju vlade sa privredom definiše strateški cilj: „Privreda će, uz podršku vlade, voditi ka tome da se transportni i logistički sektor posmatra kao sektor izbora za raznoliku grupu talentovanih i veštih ljudi u svim fazama njihove karijere i da će imati ljude i veštine koje su potrebne da napreduje“. Ovaj cilj će se postići kroz:

- podizanje i održavanje svesti o nizu poslova i opcija za karijeru unutar sektora (kroz kampanju Nova generacija za Logistiku – povećanje svesti za 25%, a pozitivnog mišljenja o sektoru za 40%, smanjenje vremena potrebnog za popunjavanje radnih mesta),
- rad privrede na obezbeđivanju pravednih plata i viših standarda blagostanja za radnike u celom sektoru,
- identifikovanje i uklanjanje prepreka pristupu, ostanku i napredovanju u sektoru za bilo koji deo društva, pri čemu vlada to dopunjuje kroz svoje postojeće programe,
- obezbeđivanje lako dostupnih kvalifikacija koje su prenosive u čitavom sektoru i odgovaraju potrebama sektora.

Definisane mere se mogu realizovati kroz saradnju svih zainteresovanih strana i realizaciju njihovih uloga u obrazovanju, obuci i razvoju zaposlenih u sektoru (tabela 1). Za vlade koje imaju za cilj da poboljšaju logističke izgledе svojih zemalja, razlog za podršku ovim naporima je posebno jak. Neophodno je da unutar različitih administracija u vladi postoji čvrsta saradnja, pogotovo između ministarstava nadležnih za transport, logistiku, zapošljavanje, rad i obrazovanje.

Tabela 1. Primeri aktivnosti različitih aktera.

Akteri	Primeri aktivnosti					
Vlada	investicije u sekundarnu infrastrukturu	regulativom poboljšati uslove rada	olakšavati saradnju svih aktera	poboljšati imidž sektora	podići nivo veština u državnim firmama	...
Poslodavci	redovne obuke unutar firme	standardni programi obuke uz spoljnu podršku	razmatrati dalje potrebe za obukom	planovi za razvoj karijere zaposlenih	pratiti razvoj zaposlenih	...
Obrazovne institucije	saradnja sa inostranim partnerima	javno privatna partnerstva	studentski programi razmene	zajednički programi	saradnja sa lokalnim firmama	...
Udruženja	ponuditi obuke na lokalnom nivou	pružiti konsultacije Vladi	obezbediti obuku trenera	saradnja sa firmama (adekvatne obuke)	usvojiti programe sertifikacije veština	...

(Izvor: McKinnon et al., 2017)

U oblasti teretnog transporta već duži niz godina se mere transportne politike Velike Britanije, kao i njihova realizacija, definišu u saradnji sa privredom i udruženjima iz sektora. Čak se u dosta slučajeva vođstvo prepušta sektoru a državna administracija pruža neophodnu podršku koordinirajući rad više nadležnih organa u tom procesu. Neke od preduzetih mera su:

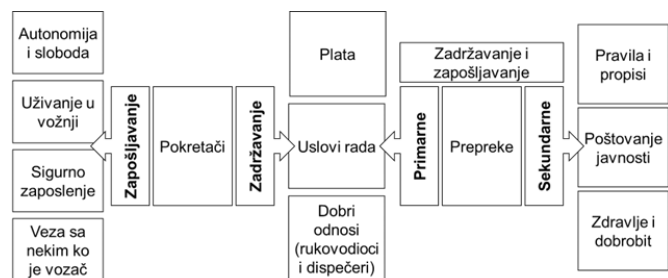
- Udruženje prevoznika teretnog transporta i firma microlise (telematika i tehnološka rešenja za prevoznike) dobili su milion funti za pokretanje nacionalni program obuke vozača Put ka logistici (namenjen za osobe iz socijalnih grupa kojima je potrebna pomoć i podrška – oni koji napuštaju vojnu službu, bivši prestupnici i dugotrajno nezaposleni)

- Formirani su kampovi za obrok 11000 novih vozača (10 miliona funti).
- Organizovana je obuka 350 veterana i onih koji napuštaju vojnu službu.
- Povećani kapaciteti stručnih vozačkih ispita 74% prekovremenim radom zaposlenih nadležne agencije i dodatnim zapošljavanjem ispitivača, uz pojednostavljenja i ubrzanja samog procesa testiranja.
- Poboljšanje bezbednosti, osvetljenja i tuš kabina za vozače teških teretnih vozila u objektima pored puta (20 miliona funti), dalje investicije u objekte i parking prostore (vlada 52,5 miliona funti od ukupno 100).

3. ZAPOSŁJAVANJE I ZADRŽAVANJE RADNIKA – VOZAČI

Ulaganje u razvoj znanja i veština je značajno, ali bez adekvatnih strategija zapošljavanja i zadržavanja radnika sektor bi mogao biti zarobljen u začaranom krugu u kojem velika fluktuacija otežava „popunjavanje“. Kompanije u sektoru moraju poboljšati svoju politiku ljudskih resursa i nastojati da zadrže zaposlene. Na tom zadatku moraju biti sve zainteresovane strane pomenute u prethodnom poglavlju.

Analizom već postojećih dokaza do kojih se došlo nizom istraživanja problema nedostatka vozača napravljen je pregled pokretača i prepreka za zapošljavanje i zadržavanje vozača teških teretnih vozila (slika 1) [3]. Postoje neke prepreke u zapošljavanju i zadržavanju za koje se smatra da su najvažnije (primarne). To su: loša plata; visoki troškovi povezani sa obukom i održavanjem kvalifikacija, dugo radno vreme, nedostatak ili loši objekti, i konačno, prepreka koja se prvenstveno odnosi na zadržavanje u poslu, bio je nedostatak podrške menadžmenta. Dodatne prepreke zapošljavanju i zadržavanju koje su vozači identifikovali kao manje važne (sekundarne) uključuju: prekomerna pravila i propise; nedostatak vrednosti i poštovanja ovog posla u javnosti, loše zdravlje i dobrobit vozača; loš tretman vozača na mestima isporuke i zabrinutost za ličnu bezbednost. Faktori plate, uslovi rada i kvalitet odnosa sa rukovodstvom i dispečerima koji pružaju podršku mogu delovati i kao faktori koji omogućavaju zadržavanje i kao prepreke zadržavanju i zapošljavanju.



(Izvor: National Centre for Social Research, 2023)

Slika 1. Pokretači i prepreke za zapošljavanje i zadržavanje vozača.

Ono šta privlači zapošljavanje vozača uključuje: posao koji nudi autonomiju i slobodu, uživanje u vožnji, poznavanje nekoga ko radi taj posao i sigurno zaposlenje. Aspekti posla vozača teretnih vozila za koje je utvrđeno da su najvažniji za vozače (i stoga su viđeni kao implicitni pokretači

zadržavanja) usredsređeni su na plate, uslove rada i dobre odnose sa rukovodstvom i dispečerskim osobljem koje pruža podršku.

4. ZAKLJUČAK

Tehnologije transformišu sve sektore privrede. Stvaraju se nove kategorije zapošljavanja koje menjaju ili potpuno zamenjuju tradicionalne. Menjaju se i grupe veština koje su potrebne i za tradicionalna i za nova zanimanja. Iako će tehnološki razvoj dovesti do veće automatizacije i očekuje se da će smanjiti broj zaposlenih ili usporiti rast potražnje za njima u nekim oblastima, ovaj razvoj će istovremeno stvoriti mnogo novih mogućnosti za zapošljavanje. Potencijal za nova radna mesta biće uglavnom u oblastima mašinstva, istraživanja materijala, elektronike i elektrotehnike, transporta i energetike.

Više nego ikada ranije, stručnost zaposlenih stvara značajnu prednost. Zaposleni traže odgovarajući balans između posla i privatnog života, nove radne modele i osećaj da stvaraju nešto značajno. Transportna preduzeća se moraju tome prilagoditi, stvoriti nove i inovativne mogućnosti koje će rezultirati atraktivnim poslovima.

LITERATURA

- [1] *** (2021) Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada 2030, Ministerio de transportes, movilidad y agenda urbana, <https://esmovilidad.mitma.es/ejes-estrategicos>
- [2] *** (2022) Future of freight: a long-term plan, Department for Transport, London, <https://www.gov.uk/government/publications/future-of-freight-plan>
- [3] *** (2023) HGV Driver Recruitment and Retention Rapid Evidence Assessment, National Centre for Social Research (prepared for Department for Transport), London, <https://www.gov.uk/government/publications/hgv-driver-recruitment-and-retention-rapid-evidence-assessment>
- [4] *** (2019) Logistics 2030 Innovation Programme, Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure, Berlin, https://bmdv.bund.de/SharedDocs/EN/Documents/G/logistics-2030-innovations-programme.pdf?__blob=publicationFile
- [5] *** (2021) Transport Policy of the Czech Republic period of 2021 - 2027, with an outlook until 2050, https://www.mdcz.cz/getattachment/Dokumenty/Strategije/Dopravni-politika-Ceske-republiky-pro-obdobi-2021/Dopravni_Politika_CR_ENG.pdf.aspx
- [6] McKinnon, A, Hoberg, K, Petersen, M, Busch, Ch (2017) Assessing and Improving Countries' Logistics Skills and Training, Proceedings of the Hamburg International Conference of Logistics (HICL), pp.97-117.
- [7] WB (2017) Logistics Competencies, Skills, and Training: a global overview, A World Bank study Washington, D.C.: World Bank Group, <http://documents.worldbank.org/curated/en/551141502878541373/Logistics-competencies-skills-and-training-a-global-overview>



ОБАВЕЗЕ ИНСТРУКТОРА ВОЖЊЕ У ПОГЛЕДУ ВОЂЕЊА ДОКУМЕНТАЦИЈЕ У ПРОЦЕСУ ОСПОСОБЉАВАЊА КАНДИДАТА ЗА ВОЗАЧЕ

OBLIGATIONS OF DRIVING INSTRUCTORS WITH REGARD TO KEEPING DOCUMENTATION IN THE PROCESS OF TRAINING CANDIDATES FOR DRIVERS

Дејан Богићевић, Академија техничко-васпитачких струковних студија - Одсек Ниш,
Александра Медведева 20, Ниш.

Мина Николић, Ауто школа Wintera doo, Устаничка 3, Пирот.

Садржај - Практична обука у управљању возилом се реализује ради стицања практичних знања и вештина потребних за самостално и безбедно управљање возилом у саобраћају на путу. Практичну обуку спроводи инструктор вожње који испуњава прописане услове и има дозволу (лиценцу) за инструктора вожње. Приликом спровођења практичне обуке инструктор вожње је у обавези да исправно води предвиђену документацију (евиденцију). У раду је приказан поступак вођења евиденције на прописан начин, тачно и уредно, а посебан нагласак је стављен на начин правилног исправљања грешке приликом уноса података.

Кључне речи: Инструктор вожње. Вођење евиденције.

Abstract - Practical training in driving a vehicle is carried out in order to acquire the practical knowledge and skills needed for independent and safe driving of a vehicle in road traffic. Practical training is conducted by a driving instructor who meets the prescribed conditions and has a driving instructor's license. During the implementation of practical training, the driving instructor is obliged to keep the prescribed documentation (records) correctly. The paper shows the procedure for keeping records in the prescribed manner, accurately and properly, and special emphasis is placed on correcting errors when entering data.

Key words: Driving instructor. Record keeping.

1. УВОД

Оспособљавање кандидата за возаче представља једну од најважнијих области безбедности друмског саобраћаја. Усвајањем и ступањем на снагу Закона о безбедности саобраћаја на путевима (децембар 2009. године) и подзаконских аката који ближе уређују област оспособљавања кандидата за возаче, створени су услови да се процес оспособљавања а самим тим и безбедност саобраћаја подигну на виши ниво. Увођење обавезне теоријске обуке, полагање теоријског испита пре започињања практичне обуке, као и лиценцирање кадрова за оспособљавања кандидата за возаче свакако су неке од најзначајнијих измена и новина које су значајно унапредили процес оспособљавања кандидата за возаче.

Послови лиценцирања кадрова за оспособљавање кандидата за возача (инструктори вожње, испитивачи и предавачи теоријске обуке) су ЗоБС -ом поверени Агенцији за безбедност саобраћаја, која је лиценцирање инструктора вожње почела 08. јануара 2013. године. У складу са директивом Европске комисије 2006/126 за стицање прве лиценце за инструктора вожње предвиђено је признавање стечених права до почетка лиценцирања на овакав начин, а ЗоБС-ом је прописано да се за

инструктора вожње лица и даље школују у средњим саобраћајним школама [1].

Успостављањем процеса лиценцирања инструктора вожње, створени су услови да се њихове стручне компетенције кроз овај процес подигну на виши ниво, као и да унапређење знања из области безбедности саобраћаја постане трајан процес.

2. ОСПОСОБЉАВАЊЕ КАНДИДАТА ЗА ВОЗАЧЕ

Оспособљавање кандидата за возаче је делатност од општег интереса која има за циљ да кандидат за возача стекне теоријска и практична знања и вештине потребне за самостално и безбедно управљање возилом у саобраћају на путу. Област оспособљавања кандидата за возаче је, поред ЗоБС-а, регулисана и ближе уређена са четири подзаконска акта које донело министарство унутрашњих послова, од којих су за потребе овог зада најзначајнији Правилник о теоријској и практичној обуци кандидата за возаче ("Сл. гласник РС", бр. 93/2013, 116/2013, 108/2014, 36/2015, 51/2015, 86/2015, 104/2015, 77/2016 и 63/2017) и Правилник о садржају, начину вођења и роковима чувања евиденција из области оспособљавања кандидата за возаче ("Сл. гласник РС",

бр. 93/2013, 116/2013, 108/2014, 36/2015, 51/2015, 77/2016, 63/2017 и 112/2017).

Оспособљавање кандидата за возаче се састоји од:

- Теоријске обуке,
- Практичне обуке и
- Возачког испита.

Теоријска обука се остварује по прописаном програму обуке чији садржај омогућава да кандидат након завршетка оспособљавања стекне потребна знања и вештине за самостално и безбедно управљање возилом у саобраћају на путу. Теоријску обуку спроводи предавач теоријске обуке који мора да испуњава прописане услове и да има дозволу (лиценцу) за предавача теоријске обуке.

Практична обука у управљању возилом се реализује ради стицања практичних знања и вештина потребних за самостално и безбедно управљање возилом у саобраћају на путу. Практична обука кандидата за возача се спроводи на уређеном полигону за практичну обуку и на јавном путу у условима слабог, средњег и јаког интензитета саобраћаја. Практичну обуку спроводи инструктор вожње који испуњава прописане услове и има дозволу (лиценцу) за инструктора вожње.

Возачки испит се састоји из теоријског и практичног испита. Теоријски испит се полаже путем теста након завршене теоријске обуке, а практични по завршетку практичне обуке из управљања возилом на уређеном полигону и у саобраћају на јавном путу. На возачком испиту се утврђује да ли је кандидат стекао потребна теоријска и практична знања за самостално управљање возилом у саобраћају на путу, а кандидат за возача је положио возачки испит када положи теоријски и практични испит. Возачки испит се полаже пред комисијом која се састоји од два члана, од којих је један испитивач полицијски службеник, а други је испитивач из правног лица. И испитивачи попут предавача теоријске обуке и инструктора вожње морају да испуњавају прописане услове и имају дозволу (лиценцу) за испитивача.

3. ДОКУМЕНТАЦИЈА У ПРОЦЕСУ ОСПОСОБЉАВАЊА КАНДИДАТА ЗА ВОЗАЧЕ

Оспособљавање кандидата за возаче је делатност од општег интереса која има за циљ да кандидат за возача стекне теоријска и практична знања и вештине потребне за самостално и безбедно управљање возилом у саобраћају на путу. Време трајања практичне обуке, одмора и вођења прописаних евиденција инструктора вожње регулише Закон о безбедности саобраћаја на путевима и то кроз области: возачи и оспособљавање кандидата за возаче. Остали прописи који се односе на инструктора вожње дефинисани су подзаконским актима, односно претходно наведеним правилницима.

У процесу оспособљавања кандидата за возаче инструктор води следеће евиденције [1]:

1. књигу практичне обуке инструктора вожње;
2. књижицу обуке кандидата за возаче.

Инструктор је дужан пре почетка часа да припреми потребна документа:

- лиценца инструктора вожње,
- књига практичне обуке,
- план практичне обуке.

За кандидата:

- лична карта,
- књижица кандидата у којој се налази потврда о положеном теоријском испиту,
- лекарско уверење које није старије од једне године од дана издавања.

За возило:

- саобраћајна дозвола,
- уверење о испитивању за дупле команде,
- потврда о техничкој исправности возила,
- полиса осигурања,
- европски извештај о саобраћајној незгоди.

3.1. Књига практичне обуке инструктора вожње

Књига практичне обуке инструктора вожње садржи најмање 30 укоричених листова који морају бити нумерисани непоновљивим штампаним бројевима. Књига инструктора мора имати број књиге који се састоји од 12 цифара и он мора бити одштампан на првој страници књиге инструктора. Првих шест цифара броја књиге представља код правног лица, а других шест редни број књиге који је непоновљив.

РЕДНИ БРОЈ КЊИГЕ 170061
КОД ПРАВНОГ ЛИЦА 000298
Број књиге

Назив правног лица	Ауто школа Wintera doo
Седиште правног лица	Пирот, Устаничка 3

КЊИГА
практичне обуке инструктора вожње

Име и презиме инструктора вожње	Тони Николић
Број лиценце инструктора вожње	00275

Датум издавања књиге	Књигу издао	Датум раздужења књиге	Књигу раздужио
14.09.2023			

Слика 1. Издавање и попуњавање књиге практичне обуке инструктора вожње [2].

Приликом задужења књиге практичне обуке инструктора вожње администратор у правном лицу уноси податке у Информационом систему оспособљавања (у даљем тексту ИСО) где је инструктор задужен са том књигом. Када инструктор попуни последњу страну у књизи практичне обуке инструктора вожње, администратор у правном лицу раздужује књигу, где се уписује:

- датум раздужења књиге и
- потпис одговорног лица са печатом правног лица.

К Њ И Г А
практичне обуке инструктора возжње

Име и презиме инструктора возжње	Тони Николић
Број лиценце инструктора возжње	00275

Датум издавања књиге	Књигу издао	Датум раздужења књиге	Књигу раздужено
14.09.2023		28.10.2023	

Слика 2. Раздужење књиге практичне обуке инструктора возжње[2].

3.2. Упис (унос) података

Инструктор возжње може имати само једну књигу практичне обуке инструктора возжње. Листове у књизи инструктора, инструктор возжње попуњава редом и у њих уписује све прописане податке за сваког појединог кандидата. У току радног дана инструктор возжње може имати највише осам сати практичне обуке. Сат обуке се састоји од:

- часа практичне обуке у трајању од 45 минута,
- евалуацију изведене обуке, време потребно за вођење прописаних евиденција и утврђивање испуњености услова за обављање практичне обуке, у трајању од 5 минута и
- одмор у трајању од 10 минута.

Уколико инструктор возжње обавља два спојена часа практичне обуке од 90 минута, евалуација траје 10 минута и након тога одмор од 20 минута. Инструктор између два радна дана мора имати прекид обављања делатности од најмање 11 сати. У току недеље инструктор возжње мора имати један слободан дан.

Кандидат у току једног календарског дана може имати највише 2 часа практичне обуке у управљању возилом.

Почетак часа. Непосредно пре почетка часа у књигу практичне обуке инструктора возжње уносе се следећи подаци: датум, редни број, име и презиме кандидата, ИД број кандидата, категорија, регистарска ознака возила, КОД, почетак часа и почетно стање на путомеру. Након уписа првих података о оспособљавању за одређени дан, инструктор возжње потписује лист књиге.

Крај часа. Након завршетка часа се попуњавају следећи подаци: време завршетка часа, стање на путомеру и број пређених километара, потпис кандидата за возача. Након уписа последњег податка о оспособљавању за тај дан, инструктор возжње закључује лист, уписом податка о укупном времену и укупно пређеном путу у километрима.

Податке о практичној обуци, у књижници кандидата, инструктор возжње уписује непосредно пре почетка часа осим податка о крају часа који уноси по завршеном часу и својим потписом потврђује одржавање часа.

Време потребно за вођење прописаних евиденција и утврђивање испуњености услова за обављање практичне обуке, у трајању од 5 минута. Правилником о Евиденцијама књижницу у току оспособљавања чува кандидат, а након завршетка, односно престанка

оспособљавања, књижница се чува у правном лицу. За време часа практичне обуке књижница се налази код инструктора возжње.

По завршетку радног дана инструктор уписује укупно време својих активности у књигу практичне обуке и уноси све податке у ИСО.

Редни број	Име и презиме	Категорија	Регистарска ознака возила	Код	Време одржавања часа		Стање на путомеру		Потпис кандидата	
					почетак вожње	завршетак вожње	почетак пута (km)	завршетак пута (km)		
1.	Петар Петровић	Б	PI 058-VX	КП	08:00	08:45	145292	145304	12	Петар Петровић
2.				Т1	09:00	09:45				
3.				ТИ	10:00	10:31				
4.	Јована Јовановић	Б	PI 058-VX	ПИ	11:00	11:35	145312	145319	7	Јована Јовановић
5.	Мила Илић	Б	PI 058-VX	П	12:00	12:45	145321	145323	2	Мила Илић
6.	Војдан Илић	Б	PI 058-VX	ВН	14:00	14:45	145331	145346	15	Војдан Илић
7.	Неза Вељковић	Б	PI 058-VX	СРЈ	19:00	19:45	145355	145368	13	Неза Вељковић
8.	Неза Вељковић	Б	PI 058-VX	СРЈ	19:45	20:30	145368	145380	12	Неза Вељковић
Укупно време					05:36		Укупно (km)	61		
Датум		15.09.2023		Потпис инструктора возжње		Тони Николић				

Слика 3. Попуњавање укупног времена возжње и километраже у току радног дана[2].

Унос података о одржаном часу, односно часовима практичне обуке у нови лист књиге инструктора у писаном облику, не може се вршити док се у централну базу ИСО не изврши унос података о практичној обуци спроведеној претходног дана.

У случају прекида везе са ИСО, инструктор возжње може одржати највише 2 часа практичне обуке кандидата иако није извршен препис часова од претходног дана.

3.3. Исправка грешке инструктора у књизи практичне обуке

Ако приликом уписа часа у књизи практичне обуке дође до грешке у писању слова и цифара, исправка се врши тако што се прецрта погрешно уписани податак, при чему он остаје видљив. Након прецртавања, изнад грешке, уписује се тачан податак, а исправка се оверава потписом одговорног лица и печатом правног лица.

Редни број	Име и презиме	Категорија	Регистарска ознака возила	Код	Време одржавања часа		Стање на путомеру		Потпис кандидата	
					почетак вожње	завршетак вожње	почетак пута (km)	завршетак пута (km)		
1.	Петар Петровић	Б	PI 058-VX	КП	08:00	08:45	145292	145304	12	Петар Петровић
Укупно време					00:45		Укупно (km)	12		
Датум		15.09.2023		Потпис инструктора возжње		Тони Николић				

Слика 4. Исправка и овера грешке у књизи практичне обуке[2].

4. ВРСТЕ ГРЕШКА ИНСТРУКТОРА ПРИЛИКОМ ВОЂЕЊА ЕВИДЕНЦИЈЕ

Вођење евиденције је једна од важних улога инструктора. Постоје три врсте погрешног вођења евиденције.

1. Непрописно вођење евиденције,
2. Неуредно вођење евиденције и
3. Нетачно вођење евиденције.

Непрописно вођење евиденције. Под непрописним вођењем евиденције о оспособљавању кандидата сматра се свако евидентирање података које није у складу са одредбама правилника којима се ближе уређује област оспособљавања кандидата за возаче, односно њихово неевидентирање.

Редни број	Име и презиме	ИД број кандидата	Категорија	Регистарски ознака возила	Код	Време одређивања часа		Стање на путномру		Потпис кандидата	Број листа 1
						почетак	закљ	почетак	закљ		
1.	Петар Петровић	1170001232100299	Б	PI 058-VX	КП	145:00	08:00			Петар Петровић	

Слика 5. Непрописно вођење евиденције[2].

Неуредно вођење евиденције. Под неуредним вођењем евиденција о оспособљавању кандидата сматра се евидентирање података који не одговарају чињеницама, због грешака у писању слова и цифара и чија исправка није извршена на прописан начин, односно нечитко евидентирање података, а који суштински не мењају смисао и значај евиденције о оспособљавању кандидата.

Редни број	Име и презиме	ИД број кандидата	Категорија	Регистарски ознака возила	Код	Време одређивања часа		Стање на путномру		Потпис кандидата	Број листа 1
						почетак	закљ	почетак	закљ		
1.	Петар Петровић	1170001232100299	Б	PI 058-VX	КП	08:00	08:00			Петар Петровић	

Слика 6. Неуредно вођење евиденције[2].

Нетачно вођење евиденције. Под нетачним вођењем евиденција о оспособљавању кандидата сматра се евидентирање података који не одговарају чињеницама, а који суштински мењају смисао и значај евиденције о оспособљавању кандидата, без обзира да ли је прописно извршена њихова исправка.

Редни број	Име и презиме	ИД број кандидата	Категорија	Регистарски ознака возила	Код	Време одређивања часа		Стање на путномру		Потпис кандидата	Број листа 1
						почетак	закљ	почетак	закљ		
1.	Петар Петровић	1170001232100299	Б	PI 058-VX	КП	08:00	08:00			Петар Петровић	

Слика 7. Нетачно вођење евиденције[2].

5. ЗАКЉУЧАК

Инструктор вођења је дужан да књигу практичне обуке инструктора вођења води на савестан и одговоран начин, да уноси податке уредно, правилно и на прописан

начин. Ако дође до нетачног, непрописног и неуредног вођења евиденције следе одређене казне:

За неуредно вођење евиденције предвиђене су новчане казне и то: правном лицу у износу од 50.000 динара до 600.000 динара, одговорном лицу у правном лицу у износу од 5.000 динара до 30.000 динара. Казна за инструктора није предвиђена законом, али законодавац може то да сматра као непрописно вођење и да одреди казну у износу од 20.000 динара до 40.000 динара.

У случају нетачног и непрописног вођења евиденције предвиђене су новчане казне и то: за правно лице од 60.000 динара до 800.000 динара, за одговорно лице следи казна од 6.000 динара до 50.000 динара и за инструктора од 20.000 динара до 40.000 динара или казна затвора до 30 дана.

Ако дође до непрописног вођења евиденције поред казни које су одређене законом може доћи и до затварања ако то одлучи Управа саобраћајне полиције која је добила предмет на разматрање. До затварања ауто школе може доћи ако је било непрописно вођење евиденције где се документација даје на разматрање управи која може да донесе одлуку о затварању правног лица.

На крају се може закључити да се без познавања правила и прописа не може спроводити обука и водити евиденција на прописан начин.

LITERATURA

- [1] Приручник за семинар унапређења знања лиценцираних кадрова, Увод у послове инструктора вођења и практичну обуку, Агенција за безбедност саобраћаја, Београд (2022).
- [2] М. Николић, Евиденција инструктора вођења, Завршни рад, Академија техничко-васпитачких струковних студија - Одсек Ниш, Ниш (2023).
- [3] Приручник за семинар унапређења знања за лиценциране инструкторе, Агенција за безбедност саобраћаја, Београд (2016).
- [4] Закон о безбедности саобраћаја на путевима (2009), "Сл. гласник РС", бр. 41/2009, 53/2010, 101/2011, 32/2013 - одлука УС, 55/2014, 96/2015 - др. закон, 9/2016 - одлука УС, 24/2018, 41/2018, 41/2018 - др. закон, 87/2018, 23/2019 и 128/2020 - др. закон).
- [5] Правилник о садржају, начину вођења и роковима чувања евиденција из области оспособљавања кандидата за возаче, Службени Гласник РС број 112/2017.
- [6] Правилник о теоријској и практичној обуци кандидата за возаче, Службени Гласник РС број 63/2017.



САВРЕМЕНА РЕШЕЊА СИСТЕМА НАПЛАТЕ У ЈАВНОМ ПРЕВОЗУ У СВЕТУ И КОД НАС

MODERN PAYMENT SYSTEM SOLUTIONS IN PUBLIC TRANSPORT IN THE WORLD AND HERE

Милан Станковић, *Академија техничко-васпитачких струковних студија - Одсек Ниш,
Александра Медведева 20, Ниш.*

Јован Мишић, *Академија техничко-васпитачких струковних студија - Одсек Ниш,
Александра Медведева 20, Ниш.*

Садржај - У раду су приказани савремени системи наплате транспортне услуге у градовима Србије и Европске уније. Градови који су били део истраживања су Ниш, Нови Сад, Солотурн и Беч. У даљем тексту рада може се видети које су основне разлике у системима наплате транспортне услуге, предности, недостаци и могућа решења која се могу преузети из Европских градова и применити код нас, како би се олакшала наплата транспортних услуга и сама контрола валидације карата.

Кључне речи: Систем наплате. Јавни превоз. Нове технологије.

Abstract - *The paper presents the modern billing systems for transport services in the cities of Serbia and the European Union. The cities that were part of the research are Nis, Novi Sad, Solothurn and Vienna. In the following text of the paper, it is possible to see the basic differences in the transport service charging systems, advantages, disadvantages and possible solutions that can be downloaded from European cities and received with us, in order to facilitate the charging of transport services and the control itself ticket validation.*

Key words: System of payment. Public transport. New technology.

1. УВОД

Ефикасни систем јавног градског превоза путника доприноси економској и социјалној повезаности урбаног подручја, у којој играју одлучујућу улогу, тиме што својим перформансама и карактеристикама доносе квалитет који задовољава потребе и очекивања свих становника града. Овај сложени организационо – технолошки систем, битан је фактор функционисања савремених градова, са снажним утицајем на економију, социјалне односе и квалитет живота. Такође, представља један од кључних елемената у развоју градова погодних за живот.

На почетку рада објашњене су врсте система наплате који постоје, као и њихове основне карактеристике. Као репрезентативни примери градова у Србији са модерним системима наплате узети су Ниш и Нови Сад. У четвртој поглављу описани су системи наплате транспортне услуге у градовима Европе, и то Солотурн и Беч, са примерима добре праксе примене нових технологија.

2. СИСТЕМ НАПЛАТЕ ТРАНСПОРТНЕ УСЛУГЕ

Систем наплате представља мултифункционалан, организован, технолошко – технички систем на основу

кога се врши наплата транспортних услуга у систему јавног градског транспорта путника.

Системе наплате транспортне услуге у систему јавног градског транспорта путника у односу на примењену технологију наплате можемо класификовати на системе наплате преко возача, преко кондуктера и система наплате самоуслуживањем [1].

Систем наплате преко кондуктера представља такав систем наплате где све активности везана за наплату транспортне услуге (продају, контролу и валидацију карата) ради човек – кондуктер, директно у возилу. Данас, у време интелективног развоја технике и технологије, овај систем наплате је нерационалан и превазиђен систем, подложен поремећајима узрокованим учешћем људског фактора. Данас је и даље заступљен у неким градовима, али углавном у приградском транспорту путника.

Систем наплате преко возача представља такав систем наплате где део активности (само продају карата) или све активности (продају, контролу и валидацију карата) везано за наплату транспортне услуге ради човек – возач директно у возилу у тренутку задржавања возила на стајалиштима. Основни недостатак овог система наплате је додатно оптерећење возача, који поред управљања возилом, треба да ради и додатне

активности, те значајно утиче на ефикасност реализације транспортног процеса. Овај систем наплате повећава време задржавања возила на стајалиштима, што директно утиче на време путовања путника, односно на квалитет транспортне услуге. Примена овог система је ограничена, и углавном се примењује у приградском транспорту путника где нису интензивни транспортни захтеви. У циљу повећања ефикасности реализације транспортног процеса, углавном возач само продаје карте, а валидацију врше сами путници на аутоматима који су распоређени унутар путничког простора. Овај систем наплате данас се примењује у свим подсистемима јавног транспорта путника и углавном представља допуну система самоуслуживања.

Систем наплате самоуслуживањем подразумева такав систем у ком путници сами врше куповину и валидацију карата, док је возач у потпуности ослобођен активности наплате услуга или врши наплату мањем броју путника који нису унапред купили карте у продаји.

Данас се у систему јавног градског транспорта путника за наплату услуга користе новац, жетони, папирне карте, магнетне карте, смарт карте, мобилни телефони, ПДА уређаји (лични дигитални помоћник).



Слика 1. Жетон.



Слика 2. Папирне карте.

Један систем наплате може подразумевати и више медија наплате и тако пружити корисницима већи број могућности за задовољење свих њихових потреба у погледу плаћања транспортних услуга. Основни тренд јесте смањење протока готовог новца у плаћању услуга у систему јавног градског транспорта путника.

Магнете и смарт карте (паметне карте), мобилни телефони и разни ПДА уређаји спадају у електронски систем наплате транспортне услуге [2].



Слика 3. Наплата преко мобилног телефона.

Данас се све више система јавног градског транспорта путника одређује за савремене електронске системе наплате, који поред основних функција оператеру нуде и

читав спектар других корисних информација важних за ефикасно функционисање система.



Слика 4. ПДА уређај.

3. СИСТЕМИ НАПЛАТЕ ТРАНСПОРТНЕ УСЛУГЕ У ГРАДОВИМА СРБИЈЕ

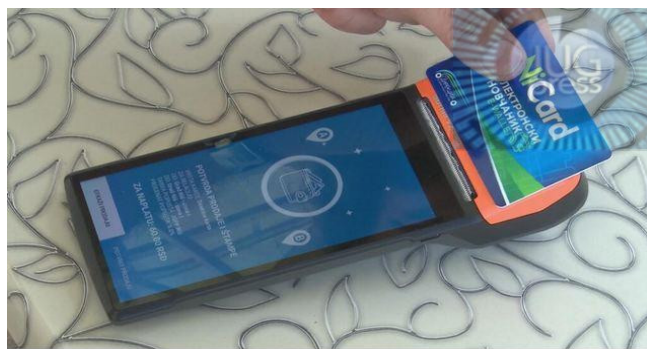
Сваки од градова Србије који поседује јавни превоз путника, наплату врши на исти или готово сличан начин. Како бисмо могли да упоредимо системе наплате између градова, потребно је извршити селекцију градова који ће бити тема истраживања, а то су:

- Ниш и;
- Нови Сад.

У даљем тексту рада, биће описано детаљније о томе како се врши наплата транспортних услуга у наведеним градовима.

3.1. Систем наплате транспортне услуге у нишу

Ниш је један од градова који поседује већину набројаних система наплате (систем наплате преко кондуктера, систем наплате преко возача). Примена ових система варира у зависности од тога на којој линији се крећемо. Уколико се користе градске линије може се видети да је у примени систем наплате преко кондуктера, док се код приградских линија примењује систем наплате преко возача. Поред ових начина куповине карата, карта се може купити и на овлашћеним местима (она може бити месечна, полумесечна, појединачна или доплатна карта) или преко „NiCard“ апликације која се инсталира на мобилним уређајима.



Слика 5. Изглед NiCard картице.

NiCard апликација се може преузети на било ком систему телефона и јако је једноставна и практична за употребу, а самим тим и смањује време куповине карте.

3.2. Систем наплате транспортне услуге у новом саду

Наплатне услуге у Новом Саду, се базирају на „NSMART“ систему који омогућава електронску наплату превоза, праћење возила преко ГПС-а, најаву долазака на стајалиштима, кориснички портал и мобилну апликацију.

„NSMART“ персонализована картица је претплатна карта која се издаје на име путника, за вожњу на линијама јавног градског превоза у изабраној зони, линији, односно насељеном месту за одређени временски период и садржи фотографију и име и презиме путника и не може се пренети на другог корисника.



Слика 6. Пример персонализоване картице.

Неперсонализоване карте, односно папирне карте су карте које се купују код возача или кондуктера. Карте се штампају у виду слипа на штампачу који се налази у делу возачких команди и функционише помоћу хардвера и софтвера. Папирна карта може бити за једну вожњу, дневна, односно за период од једног до седам дана. Цена карте зависи од релацији којом се крећемо.

4. СИСТЕМ НАПЛАТЕ ТРАНСПОРТНЕ УСЛУГЕ У ГРАДОВИМА ЕВРОПЕ

Неки од градова у Европи имају сличан приступ наплате транспортне услуге као у Србији, док поједини развијенији градови имају доста савременији систем наплате транспортне услуге који се свео на електронску или онлајн наплату карата.

За овај део истраживања извршена је селекција два града у Европи који су били интересантни, један од њих је град Солотурн у Швајцарској, а други град је главни град Аустрије, Беч.

У наставку рада се може видети које су основне разлике, предности и недостаци између градова Европе и Србије у системима наплате транспортне услуге.

4.1. Систем наплате транспортне услуге у солотурну

Солотурн је мали град на западу Швајцарске, његова величина се може упоредити са величином града Ниша, међутим наплата транспортне услуге у овом граду је регулисана на другачији начин у односу на Ниш.

Куповина карте код возача је веома ретка појава јер се готово све карте купују на аутомату или преко апликације, међутим уколико купите карту код возача

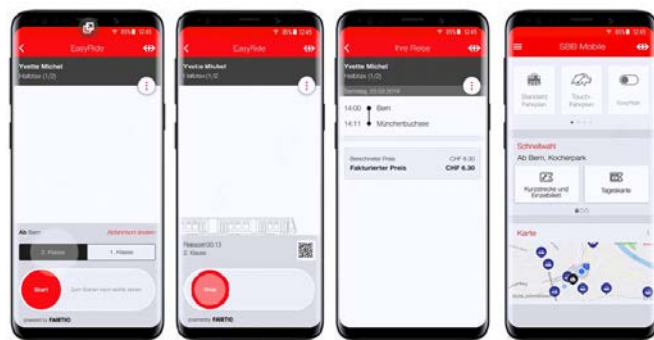
она може бити дневна карта и њена цена је 8.60 франака или карта за једну вожњу која важи 1 сат и кошта 4.30 франака [3].

Куповина карте на аутомату је јако једноставна и куповина се обавља у неколико корака. Први корак је одабир почетне и крајње дестинације на коју желимо да путујемо, затим се врши одабир типа карте коју желимо да купимо (карта у једном смеру, дневна карта, повратна карта). Када извршимо селекцију карте, сам аутомат нас пита да ли желимо папирну карту или желимо да наша купљена карта буде пребачена на наш SwissPass. Плаћање карте је могуће обавити путем новца који се убацује у аутомат, а такође се куповина може извршити и платном картицом.



Слика 7. Аутомати за куповину карата.

Куповина карте помоћу „SBB“ апликације се обавља на истом принципу као на аутомату тако што се одабере жељена дестинација и тип карте која нам је потребна за путовање, а плаћање се обавља помоћу платне картице чији се подаци уписују у апликацију.



Слика 8. Изглед SBB апликације на телефону.

4.1.1. SwissPass

SwissPass или Швајцарске пропуснице су заправо картице на којима се налазе наши подаци о путовању односно карте које поседујемо код себе. Уколико имамо неколико врста карата, односно карте за више зона оне ће се налазити на нашој пропусници која се приликом контролисања од стране контролора скенира помоћу кода и читавају се сви подаци који се налазе на њој. Ова пропусница се израђује за сваког појединог корисника услуга, она на себи мора садржати име и презиме корисника, датум рођења, код картице и слику самог корисника. Пропусница важи 3 године и након тога се мора обновити.



Слика 9. Пример изгледа Швајцарске пропуснице

4.2. СИСТЕМ НАПЛАТЕ ТРАНСПОРТНЕ УСЛУГЕ У БЕЧУ

Беч као главни град Аустрије има јако једноставан систем наплате транспортне услуге, који је на неки начин комбинација система који је заступљен код нас и комбинација модерних система наплате коју су примењени готово у читавој Европи.

Куповина карата на аутоматима је слична оној као у Швајцарској у Солотурну, на почетној страни аутомата стоји које су тренутне линије доступне, односно за који вид превоза (аутобус, трамвај или метро) можемо купити карту за њихов наредни полазак са стајалишта, а затим се бира који тип карте се жели. Када одаберемо наведене податке, аутомат ће питати како желимо да платимо, да ли новцем или картицом, када одаберемо начин плаћања аутомат ће избацити путну карту. У колико путујемо метроом карта ће нам омогућити улазак у саму станицу метроа. Куповина било које карте важи за све видове превоза.



Слика 10. ОВВ аутомат за куповину карата.

Куповина карте преко интернет странице „WienMobil ticketshop“ се одвија у неколико корака. Пошто се региструјемо на страницу уз помоћ имејл адресе добија се приступ типовима карата које можемо купити, када изаберемо тип карте морамо унети податке о кориснику карте (име и презиме, да ли је корисник пензионер, дете од 6 до 16 година или је карта без попушта) као и локацију нашег путовања. Када се селекују све информације потребне за карту, плаћање се врши помоћу платне картице, а карта се добија на пријављену мејл адресу [4].

Куповина карата на трафикама је слична куповини БусПлус карата код нас, самим тим што на трафикама се врши куповина карата за посетиоце или карте за једно путовање.

Куповина карте преко апликације на телефону се одвија на исти начин као куповина карте преко интернет странице, самим тим што ће се карта после куповине налазити на телефону у апликацији, а не на мејл адреси. Плаћање карте је једино могуће преко платне картице.

5. ЗАКЉУЧАК

У овом раду приказани су савремени начини наплате транспортне услуге у јавном градском превозу у градовима Србије и Европи. Градови Србије који су били део истраживања су Ниш и Нови Сад, док у Европи истраживани су градови Солотурн у Швајцарској и Беч у Аустрији.

Након целокупног истраживања дошло се до закључка да градови у Европи имају доста савременије начине наплате транспортне услуге у односу на градове Србије. Солотурн и Беч своју наплату транспортне услуге углавном врше електронским путем или преко паметних аутомата за куповину карата, док се код нас још увек сусрећемо са кондуктерима и куповином карата код возача.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] М. Божовић, Јавни градски транспорт путника, Висока техничка школа струковних студија у Крагујевцу, 2018.
- [2] С. Тица, Систем јавног транспорта путника - Елементи технологије, организације и управљања, Саобраћајни факултет, Универзитет у Београду, 2019.
- [3] <https://www.sbb.ch/en/travelcards-and-tickets/buying-options/buy-travelcards-and-tickets.html>
- [4] <https://shop.wienmobil.at/products>



PARKING SISTEMI ZA REŠAVANJE PROSTORA ZA PARKIRANJE PARKING SYSTEMS FOR SOLUTION OF PARKING SPACE

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

Sadržaj - U ovom radu bice prikazani neki od parking sistema koji se koriste pri rešavanju problema prostora za parkiranje. Problem parkiranja nastao je zbog porasta gradova, povećanja broja motornih vozila, nepripremljenosti gradova za prihvat vozila i porasta standarda stanovništva. U takvoj situaciji neophodno je organizovano, planski i stručno prići rešavanju ovog problema koji je iz godine u godinu sve veći i značajniji.

Ključne reči: Parkiranje. Parking sistemi.

Abstract - This paper will present some of the parking systems that are used to solve the problem of parking space. The parking problem arose due to the growth of cities, the increase in the number of motor vehicles, the unpreparedness of cities to accept vehicles and the increase in the standard of population. In such a situation, it is necessary to approach the solution of this problem in an organized, planned and professional manner, which is getting bigger and more significant every year.

Key words: Parking. Parking systems.

1. UVOD

U najvećem broju gradova sva privredna, administrativna i trgovačka aktivnost je smeštena na relativno maloj površini, obično na površini prvobitnog nastajanja grada. Tako je centar grada, koji se na toj površini formira, cilj kretanja većine gradskog stanovništva, koje ima želju za posetu centru grada radi obavljanja profesionalne delatnosti, kupovine, zabave i drugo. Međutim, grad rasporedom površina i stanjem svoje saobraćajne mreže, ne može da odgovori porastu motorizacije i sve većem korišćenju automobila za kretanje.

Problem parkiranja nastao je zbog porasta gradova, povećanja broja motornih vozila, nepripremljenosti gradova za prihvat vozila i porasta standarda stanovništva. U takvoj situaciji neophodno je organizovano, planski i stručno prići rešavanju ovog problema.

Parkiranje je krupan problem saobraćaja u gradu i mora se rešavati u sklopu sveobuhvatnog planiranja grada. Parkiranje se ne može posmatrati odvojeno od dinamičkog saobraćaja, odnosno ne mogu se sprovesti pojedinačne akcije, nego se mora sprovesti jedinstvena koncepcija rešavanja problema saobraćaja u gradu.

Parkiranje je proces koji se iz dana u dan menja, a istovremeno zahtevi za parkiranjem su različiti, zavisno od opštih promena življenja u gradu, godišnjeg doba, dana u nedelji, od izgrađenosti novih objekata i sl. Neophodno je da postoji osnovni koncept regulisanja parkiranja u gradu koji će se vremenom stalno dopunjavati, razvijati i usavršavati. Postoje razne metode rešavanja problema parkiranja. Koja od

njih će biti upotrebljena zavisi od konkretnih uslova sredine u kojoj se taj problem rešava. [1]

U ovom radu bice prikazani neki od mnogobrojnih parking sistema koji se koriste pri rešavanju problema prostora za parkiranje.

2. PARKING SISTEMI

Zbog povećanja broja vozila, problemi oko parkiranja su sve veći. U prilog tome ide i činjenica da se postojeća infrastruktura za saobraćaj i parkirališta teško može nositi sa tim. Da bi se ublažili problemi, neophodno je koristiti sisteme za parkiranje.

Parking sistemi obezbeđuju punu kontrolu nad parkinzima i garažama obezbeđujući informacije o broju slobodnih i zauzetih mesta u realnom vremenu, kontrolišući sistem naplate, ubrzavaju protočnost vozila i poboljšavaju efikasnost iskorišćenja parkinga. Ovi sistemi olakšavaju proces parkiranja i povećavaju nivo bezbednosti vozila i ljudi na parkingu, čime podižu zadovoljstvo korisnika.

Moderni parkinzi i garaže imaju više različitih komponenti, kao što su rampe, kapije, naplatne stanice, indikatori slobodnih mesta, table sa obaveštenjima za korisnike i upravljački softver. U zavisnosti od vrste i veličine objekta i specifičnih potreba, korisnici se opredeljuju za manuelne ili automatske parking sisteme. Korisnici parking sistema su hoteli, aerodromi, poslovni objekti, hipermarketi, javne garaže, tržni centri i svi ostali koji poseduju velike garaže i parking prostore. [2]



Slika 1. *Nedovoljan prostor za parkiranje.*

Parking sisteme možemo podeliti na zavisne, nezavisne i pomoćne sisteme. U zavisne parking sisteme spadaju: metro sistem, 3 i 4 high sistem i city sistem. U nezavisne parking sisteme spadaju: pit sistemi, puzzle sistemi, cart sistem i square sistem, dok u pomoćne sisteme spadaju rotaciona platforma i slider sistem.

3. ZAVISNI PARKING SISTEMI

Zavisni parking sistemi zahtevaju preparkiranje jednog vozila kako bi se oslobodio izlazak drugog vozila. Veoma su ekonomični i jednostavni za upotrebu, omogućavaju parkiranje više vozila na malom prostoru. Idealni su kada je potrebno da se udvostruči postojeći broj parking mesta u stambenim ili poslovnim objektima, odmaralištima, hotelima, javnim ili privatnim parkiralištima.

3.1. Metro parking sistem

Metro parking sistem ima horizontalnu platformu, čije se podizanje predpodešava u odnosu na tlo, u zavisnosti od raspoložive visine dizanja. Niže parking mesto nalazi se na tlu. Platforma je opremljena graničnikom hoda za pravilno pozicioniranje vozila na njoj, kao i ležištem točka koje osigurava vozilo prilikom pomeranja platforme, kao prevencija bilo kakve vozačeve greške. Sistem poseduje levi i desni noseći stub koji su povezani podnom konstrukcijom.



Slika 2. *Metro parking sistem.*

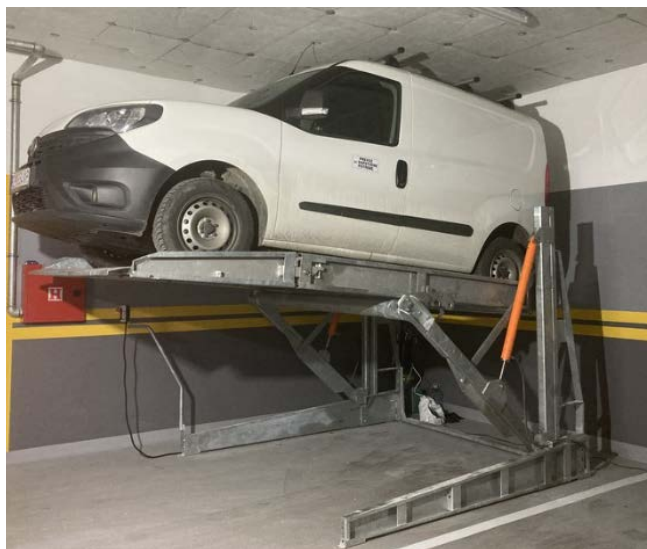
Uvijanje platforme sprečava torziona cev. Sva neželjena spuštanja platforme sprečavaju dva odvojena sigurnosna sistema: elektromehanički sigurnosni ventil i mehanička sigurnosna kuka. Oba ova sistema su aktivna u slučaju opasnosti i to prema preporukama EU regulative. Sva standardna vozila

moгу biti parkirana na ovim platformama osim vozila sa sportskim dodacima (niski spojleri i pneumatici). [3]

3.2. City parking sistem

City parking sistem ima jednu platformu, nagnutu pod uglom 3.4° ili 7.8° u odnosu na tlo, zavisno od faze podizanja i podešene visine podizanja. Donje parking mesto čini samo tlo garažnog parking prostora. Graničnik hoda vozila olakšava pravilno pozicioniranje pri parkiranju, a stoperi sprečavaju pomeranje vozila čak i ako je isto ostavljeno u neutralnoj poziciji menjača.

Ovi elementi su pomerljivi čime se za svako vozilo mogu pravilno pozicionirati zavisno od njegovih dimenzija. Sistem se oslanja na dva bočna stuba, koji se čvrsto vezuju ankerima za tlo. Platforma je opremljena sa dva nezavisna sigurnosna sistema koja sprečavaju nekontrolisano spuštanje podignute platforme: elektromehanički ventil i mehanička sigurnosna kuka. [3]



Slika 3. *City parking sistem.*

4. NEZAVISNI PARKING SISTEMI

Nezavisni parking sistem ne zahteva pomeranje drugog vozila prilikom parkiranja ili isparkiranja vozila. Idealan je za prostore koji imaju ograničenu veličinu garaže.

4.1. Pit sistemi

Pit sistemi su nezavisni parking sistemi koji omogućavaju parkiranje dva, četiri ili više vozila na jednom aparatu. Projektovani su za ugradnju u podzemnim garažama, gde je ograničena visina i dubina prostora u koju se ugrađuju. [3]

Postoje dva modela ovog sistema: kosi i horizontalni pit sistem. Svaki od modela može biti izveden u single ili double varijanti.

Kosim i horizontalnim single pit sistemom mogu se parkirati dva vozila, jedno iznad drugog, dok kosim i horizontalnim double pit sistemom mogu se parkirati četiri vozila, jedan iznad drugog. Kretanje u oba kosa pit sistema je sa zakošenjem, dok je kretanje u oba horizontalna pit sistema je translatorno i bez zakošenja.



Slika 4. Kosi double pit sistem.



Slika 5. Horizontalni double pit sistem.

4.2. Puzzle sistemi

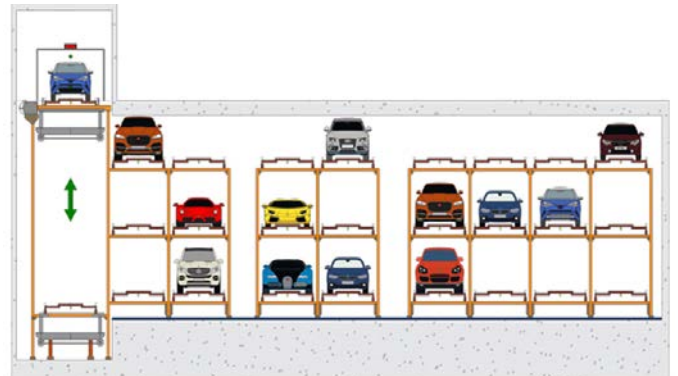
Puzzle sistem može biti instaliran nadzemno, podzemno i kombinovano. Lakoća instalacije, upotrebe, kao i održavanja, čine ga veoma pogodnim za postavljanje posebno u podzemnim garažama. Ovaj sistem ne zahteva dodatne građevinske radove. Omogućava brz manevar ulaska i izlaska iz garaže. Maksimalna efikasnost postiže se pravilnim kombinovanjem aparata i njegovih upotrebnih funkcija još u fazi projektovanja. [3]



Slika 6. Puzzle sistem.

4.3. Cart parking sistem

Cart parking sistem je potpuno automatizovan paletni i bespaletni sistem koji „slaže,“ vozila pomeranjem u sve tri koordinatne ose, što ga čini jednim od najnaprednijim sistemom. Brojni senzori i prateći softver brinu o sigurnosti i radu sistema. Integrisana rotaciona platforma povećava mogućnost kombinovanja u iskorišćenju parking prostora. Korišćenje ovog sistema omogućava povećanu sigurnost od krađe i oštećenja vozila prilikom manevrisanja u garaži. Velike su brzine sistema prilikom preuzimanja i dostavljanja vozila. Značajna je ušteda prostora, pratećih građevinskih radova i vremena izgradnje objekta korišćenjem ovog sistema.



Slika 7. Cart parking sistem.

5. POMOĆNI PARKING SISTEMI

Pogodni su za manje, ograničene površine u parking garaži. Rotaciona platforma i horizontalni slajder omogućavaju parkiranje bez manevrisanja i u nepristupačnim garažama.

5.1. Rotaciona platforma

Rotaciona platforma se koristi kada je parking prostor veoma uzak. Rotaciona platforma okreće vozilo poluautomatski, komandom vozača na komandne tastere. Rotacijom od 0 do 360 stepeni omogućavaju zaokretanje i parkiranje vozila na mestima gde je manevrisanje neizvodljivo. Tip rotacione platforme zavisi od težine vozila i međuosovinskog rastojanja točkova.

Vreme potrebno za okretanje punog kruga je 1 minut. Standardne nosivosti su 2t i 3t, a osovinska rastojanja su 4m i 4,5m.



Slika 8. Rotaciona platforma.

6. ZAKLJUČAK

Problemi parkiranja u gradovima su sve veći i veći razvojem gradova, industrije, tehnologije i tehnike, povećanjem životnog standarda ljudi kojima kupovina automobila više ne predstavlja luksuz, već svakodnevnu potrebu. Većina površina u gradovima nije projektovana, niti planirana da za prihvata velikog broja vozila u kratkom vremenskom periodu, zbog toga su pojedini parking sistemi produktivni u rešavanju tih problema ili u ublažavanju posledica koje mogu da prouzrokuju. U našoj zemlji prevladava upotreba zavisnih parking sistema zbog svoje jednostavnosti u korišćenju, kao i ekonomičnosti koja se ostvaruje njihovom upotrebom. Još uvek ne najveći problem u korišćenju pojedinih sistema njihova cena, kao i cena izvođenja radova neophodnih za njihovu adaptaciju i ispravno korišćenje. Ako želimo da u

gradovima imamo što je manje moguće parking problema, moramo se posvetiti boljoj reorganizacijom postojećeg prostora, kao i primenom nekih od navedenih parking sistema, kako u parking garažama, tako i na vanuličnim i uličnim parkiralištima.

LITERATURA

- [1] Dr Nada Milosavljević, dr Jelena Simićević, Parkiranje, Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, 2018.
- [2] <https://koving.com/parking-sistemi/>
- [3] <https://tts.rs/>



INICIJATIVE CITY LOGISTIKE SA CILJEM ODRŽIVOG RAZVOJA INITIATIVES OF CITY LOGISTICS WITH THE GOAL OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Jovan Mišić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Milan Stanković, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Vladimir Popović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Stefan Mihajlović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj - Život i opstanak ljudi u gradovima bio bi nezamisliv bez zadovoljavanja osnovnih egzistencijalnih potreba koji su uslovljeni svakodnevnim logističkim operacijama. Efikasna distribucija robe jedan je od osnovnih imperativa koji utiče na održivost gradova. Pored toga, velika koncentracija ljudi u gradovima nalaže i nameće odlaganje otpadnih i drugih povratnih materijala. City logistika predstavlja koncept integrisanja postojećih resursa u rešavanju problema nastalih usled konstantnog porasta broja stanovnika i broja vozila u gradskim sredinama. Logističke aktivnosti, istovremeno predstavljaju i pretnju procesima koje neumoljivo teže da održe. Emisije štetnih gasova, čestice čađi, buka, uništavanje zelenila, slabo iskorišćenje energenata, resursa i transportnih kapaciteta, saobraćajne nezgode, opšta degradacija kvaliteta života samo su neka od negativnih uticaja. Održivost distribucije robe je prioritet u mnogom gradovima, iz tog razloga se predlažu mnoge mere koje bi imale značajan uticaj u balansu između velikog broja stanovnika čije se potrebe moraju zadovoljiti i negativnih uticaja procesa koji nastaju kao posledica zadovoljavanja egzistencijalnih potreba stanovništva. U radu će biti predstavljen uticaj transportnih sredstava u distribuciji robe, na protok saobraćaja, ka oi uticaj na životnu sredibu prilikom istovara robe maloprodajnim objektima.

Ključne reči: City logistika. Životna sredina.

Abstract - The life and survival of people in cities would be unthinkable without satisfying the basic needs that are conditioned by the daily logistics operations. Efficient distribution of goods is one of the basic imperatives affecting the sustainability of cities. In addition, a large concentration of people in cities requires and imposes the disposal of waste and other recycling materials. City logistics is the concept of integrating existing resources to solve problems caused by the constant rise in population and number of vehicles in urban areas. Logistics activities also represent a threat to the processes that is inexorably harder to maintain. Emissions, particulates, noise, destruction of vegetation, poor utilization of energy, resources and transport capacity, traffic accidents, general degradation of quality of life are just some of the negative impacts. Sustainable distribution of goods is a priority in many cities, for this reason many of the proposed measures would have a significant impact on the balance between a large population whose needs must be met and the negative impact of the processes that occur as a result of meeting the basic needs of the population. The paper will be presented to study the impact of the means of transportation involved in the distribution of goods, the flow of traffic, as well as their impact on the environment during the unloading of goods in retail stores.

Key words: City logistics. Environment.

1. UVOD

Velika koncentracija ljudi u gradovima, kao i bogat, privredni i društveni sadržaj aktivnosti, imaju sve veći rast, što iziskuje složenost zadovoljavanja svih potreba. Suvremeni smo doba kada život u gradovima i njegov kvalitet zavise od snabdevenosti i raznovrsnosti asortimana robe u maloprodajnim objektima. Međutim, da bi se ostvario visok nivo raznovrsnosti asortimana, odnosno izbora robe, kako one osnovne za život, tako i one koje daju i podižu nivo kvaliteta života u gradovima, odnosno koje se mogu kupiti

samo u gradovima, neophodno je da postoji dobro organizovana logistika snabdevanja maloprodajnih objekata robom, u kojima, roba ostvaruje direktnu vezu sa kupcima, odnosno stavljena je na raspolaganje gradskoj populaciji. Logistika je izuzetno važna za funkcionisanje gradova, i ima važan uticaj na kvalitet života, mobilnost stanovništva, kao i na održivosti gradova.

Efikasna distribucija robe je od esencijalnog značaja za život i opstanak ljudi u gradovima. Osnovno obeležje distribucije robe u gradovima ogleda se u tome da su isporuke robe manjeg obima, ali da su dosta frekventne, odnosno

učestale. Prostorna raspodela rastojanja transporta robe u drumskom transportu je takva da je najveći broj realizovanih transportnih zadataka do 5 km, a čak 51 % ukupnog obima transporta robe realizovan na 10 km. [1]

Zbog velike frekventnosti, odnosno učestalosti u distribuciji robe, dostavna vozila imaju veliki uticaj na kapacitet saobraćajnica, posebno prilikom istovara robe u maloprodajnim objektima, jer prilikom istovara robe, dostavna vozila su uglavnom parkirana na gradskim saobraćajnicama. Pored toga, prouzrokuju i emisije štetnih gasova, čestice čađi, stvaraju veliku buku, kako pri istovaru, tako i prilikom kretanja. Imaju negativan uticaj na životnu sredinu u gradovima.

U cilju održivosti urbanih sredina i efikasnoj realizaciji distribucije robe u gradovima city logistika treba da bude predmet planiranja i kreiranja politike grada, jer logističke aktivnosti, istovremeno predstavljaju i pretnju procesima koje neumoljivo teže da održe.

U ovom radu će biti predstavljeno istraživanje uticaja transportnih sredstava, koja učestvuju u distribuciji robe, kako na odvijanje saobraćaja, tako i na njihov uticaj na životnu sredinu, prilikom istovara robe u maloprodajnom objektu, u određenom vremenskom periodu.

2. UTICAJ CITY LOGISTIKE NA ODRŽIVI RAZVOJ

Negativan uticaj na stanovništvo koji stvaraju upravo dostavna vozila odnosi se pre svega na posledice izduvni gasova, koji negativno utiču na zdravlje ljudi, odnosno mogu da izazovu razne bolesti. Pored izduvni gasova prisutna je i buka, koju stvaraju ova vozila, kao i razne vibracije koje stvaraju neprijatan osećaj kod stanovništva. Prisustvo dostavnih vozila u ukupnom obimu saobraćaja, takođe ima negativan uticaj na stanovništvo, jer se povećava rizik nastanka saobraćajne nezgode. Narušavanje kvaliteta života stanovnika, u pogledu gubitka zelenih površina, i gubitka atraktivnosti područja zbog transportnog i logističkog razvoja infrastrukture.

Kada se pogleda uticaj city logistike na profit, odnosno na ekonomsku održivost, tu postoje dve strane. Jedna strana odnosi se pre svega na ostvarivanje profita od toka materijalnih dobara. Međutim, roba koja se nalazi u maloprodajnim objektima mora da bude konkurentna na tržištu, kako kvalitetom, tako i cenom. Veliki uticaj na cenu robe koja se nalazi u maloprodajnim objektima, ima prvenstveno transport. Kada je reč o transportu, odnosno konkretno dostavljanje robe u maloprodajnim objektima, osnovno obeležje ovih transportnih zadataka, jeste da su jako frekventne, odnosno učestale dostave robe u maloprodajnim objektima. Pored toga, dostavna vozila koja obavljaju dostavni transport, odnosno opslužuju robom maloprodajne objekte, njihov tovarni prostor je uglavnom nedovoljno iskorišćen, što prema zapremini, što prema dozvoljenoj tovarnoj masi vozila. To stvara rasipanje resursa, a samim tim i dodatne troškove koji utiču na profit. Pored toga, ova vozila da bi obavila svoj transportni zadatak moraju da učestvuju u saobraćaju, pa samim tim stvaraju dodatna zagušenja i smanjuju pristupačnost u gradovima zbog svojih vozno dinamičkih karakteristika vozila, što prouzrokuje i dodatni uticaj na profit. Na osnovu toga, dovodi se u pitanje i pouzdanost i tačnost isporuke, što je u direktnoj vezi sa kvalitetom usluge, koja takođe direktno utiče na sam profit.

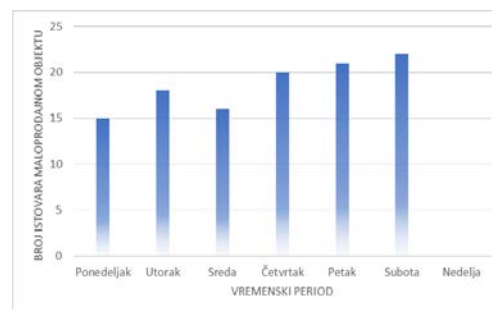
Uticaj dostavnog transporta, pored uticaja na stanovništvo i ekonomsku održivost, odnosno profit, ima uticaja i na životnu sredinu. Negativan uticaj se pre svega ogleda zbog emisije štetnih gasova, koje prouzrokuju ova vozila. Kada je reč o emisiji štetnih gasova, urbani transport se svrstava u uzročnike klimatskih promena. Takođe, jako je bitno napomenuti, da ova vozila trenutno koriste goriva koja su fosilnog porekla, odnosno neobnovljivih prirodnih resursa, što ga po ovom kriterijumu svrstava u neodrživi razvoj. Pored toga, održavanje ovih vozila, podrazumeva i zamenu guma, motornog ulja i drugih materijala, čije odlaganje direktno utiče na životnu sredinu, a čiji uticaj ga svrstava u neodrživi razvoj.

3. DOSTAVA ROBE POSMATRANOM MALOPRODAJNOM OBJEKTU

Dostavljanje robe maloprodajnim objektima jeste jedna od svakodnevnih logističkih aktivnosti koje čine život ljudi u gradovima dosta bogatijim, odnosno pružaju mogućnost većeg izbora raznoraznih artikla, kako onih osnovnih za život, tako i onih pratećih. Važnost ovoj aktivnosti, odnosno city logistici, daje se samo kada traženi artikli, odnosno roba nije stavljena na raspolaganje kupcima u maloprodajnim objektima. Tek tada se dovodi u pitanje kako city logistika funkcioniše u raznim gradovima, u kojim uslovima se odvija, koji faktori utiču na njeno odvijanje i dostavljanje robe maloprodajnim objektima.

Posmatran je jedan maloprodajni objekat u vremenskom periodu od sedam dana. Na osnovu brojanja isporuka po danu uočeni broj isporuka dat je na grafikonu 1. Kada je reč o broju isporuka, svaka isporuka je realizovana u prosečnom vremenskom periodu od 20 minuta. Jako bitno je napomenuti da maloprodajni objekat ima samo jedan server za prijem robe, što znači da ako se u istom vremenskom intervalu pojave dva ili tri vozila, istovar će se vršiti samo iz jednog vozila, dok će ostalo jedno, ili dva vozila čekati na istovar. Takođe, jako bitno je napomenuti da vozila za istovar robe koriste, odnosno dok se istovar robe vrši, ili dok se čeka na istovar robe, ta vozila su stacionirana, odnosno parkirana na kolovozu. Kolovozna traka na kojoj se vozila stacioniraju prilikom istovara robe, ili prilikom čekanja na istovar robe ima dve saobraćajne trake u jednom smeru. Što znači da se kapacitet kolovozne trake umanjuje za 50 [%] u vremenskom intervalu kada se vrši istovar, ili čekanje dostavnog vozila na istovar robe. Međutim, kada je reč o kapacitetu, ova vozila pored ovog dela ulične mreže, prave problem na celokupnoj uličnoj mreži.

Grafikon 1. Broj isporuka robe posmatranom maloprodajnom objektu.



Prilikom istraživanja, oučeno je da maloprodajni objekat prima robu, odnosno isporuku do 20h svakog dana. Takođe

uočeno je tokom istraživanja da maksimalni broj dostavnih vozila koji se pojavljuje na istovar u istom vremenskom intervalu iznosi tri dostavna vozila, odnosno jedno dostavno vozilo vrši istovar, a dva dostavna vozila čekaju na istovar, što znači da se na kolovozu nalaze tri parkirana vozila.

3.1. Uticaj dostavnih vozila na životnu sredinu

Dostavna vozila koja se koriste za obavljanje ove delatnosti, pripadaju heterogenom voznom parku, odnosno po strukturi, mogu se svrstati u laka teretna vozila. Laka teretna vozila poseduju karakteristike koji im dodeljuju ovakav vid transportnih zadataka, iz razloga što poseduju dobre manevarske sposobnosti, i za razliku od teških teretnih vozila mnogo lakše nalaze prostor za zaustavljanje i parkiranje prilikom vršenja istovara robe u maloprodajni objekat. Međutim, jako bitno je napomenuti, da laka teretna vozila, za razliku od teških teretnih vozila nemaju pozitivnu karakteristiku nosivosti. Tako da sa aspekta okruženja, misli se pre svega na zauzimanje prostora, na kapacitet saobraćajnica i zagađenje vazduha laka teretna vozila nisu u prednosti u odnosu na teška teretna vozila.

Kada je reč o lakim teretnim vozilima koja se koriste u distribuciji robe maloprodajnim objektima, nemoguće je zaobići njihov uticaj na životnu sredinu, koji se ostvaruje izbacivanjem emisije štetnih gasova. Vozila koja se koriste za dostavljanje robe posmatranom maloprodajnom objektu su uglavnom starija od 15 godina.

Kada je reč o izduvnim gasovima koje izbacuju laka teretna vozila, na osnovu istraživanja [3], reč je o štetnim sastojcima izduvnih gasova, a to su pre svega CO, odnosno ugljen-monoksid, isparljive ugljovodonike NMVOC, azotni oksidi NO_x, suspendovane čestice PM, azot-suboksid N₂O, amonijak NH₃, kao i ostale supstance koje imaju štetno dejstvo na stanovnike i životnu sredinu. Naravno, reč je o vozilima koja imaju pogonski agregat sa unutrašnjim sagorevanjem, koji kao pogonsko gorivo koristi dizel gorivo. Na osnovu istraživanja [3], u tabeli 1 je prikazano zagađenje od lakih teretnih vozila koja ona emituju prilikom istovara robe maloprodajnom objektu, preko izduvnih gasova, gde je posmatran rad vozila u toku istovara, jer je bio zimski period kada je vršeno posmatranje istovara robe maloprodajnom objektu. Pretpostavlja se, da je osnovni razlog rada vozila tokom istovara robe bilo grejanje kabine vozača, i obezbeđivanje prijatnih uslova rada.

Tabela 1. Emisija štetnih gasova od jednog dostavnog vozila u [g/kg goriva].

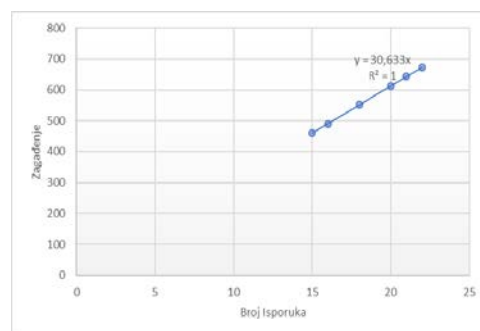
Izduvni gasovi jednog vozila	[g/kg goriva]
CO	11
NMVOC	1.75
NO _x	15
PM	2.8
N ₂ O	0.069
NH ₃	0.014
Ukupno	30.633

Na osnovu ovoga se može zaključiti da jedno dostavno vozilo proizvede 30,633 g/kg goriva emisije štetnih gasova za vreme jedne isporuke robe maloprodajnom objektu. Ovo je

prosečna vrednost, koja je dobijena na osnovu istraživanja [3]. Raznorazni standardi i propisi propisuju ograničenja za izduvne gasove kod motornih vozila, ali u Republici Srbiji nema propisa koji ograničavaju koja vozila se mogu koristiti za potrebe city logistike, i obavljanja transportnih zadataka u gradovima.

Na osnovu istraživanja dat je grafikon 2, koji regresionom analizom za posmatrani maloprodajni objekat, pravi model zagađenja izduvnim gasovima od strane dostavnih vozila, gde je broj isporuka u toku dana nezavisna promenljiva, a zavisna uticaj dostavnih vozila na životnu sredinu na osnovu izduvnih gasova tih vozila.

Grafikon 2. Model zagađenja od strane dostavnih vozila na osnovu broja sporuka.



Na osnovu grafikona 2, odnosno regresione analize se može zaključiti da ukoliko se poveća broj isporuka robe maloprodajnom objektu, poveća će se i zagađenje od strane dostavnih vozila, odnosno njihove emisije štetnih gasova. Što će negativno uticati kako na stanovništvo, tako i na životnu sredinu, kao i na sam kvalitet života.

3.2. Uticaj dostavnih vozila na kapacitet saobraćajnice

Dostavna vozila prilikom dostavljanje robe maloprodajnom objektu, kako za istovar, tako isto i za čekanje na istovar koriste za parkiranje saobraćajnu traku. Kolovozna traka se sastoji od dve saobraćajne trake za kretanje vozila u tom smeru. Tako da prilikom obavljanja istovara robe, ili čekanja dostavnih vozila na istovar, za odvijanje saobraćaja koristi se samo jedna saobraćajna traka, pri čemu se kapacitet kolovozne trake umanjuje za 50 [%]. Jako bitno je napomenuti da maloprodajni objekat prima isporuke od strane dostavnih vozila do 14 h. Tako da dostavna vozila, prilikom obavljanja svojih transportnih zadataka, odnosno tokom istovara, ili čekanja na istovar robe, budu parkirana na saobraćajnoj traci u jutarnjem vršnom opterećenju saobraćajnice.

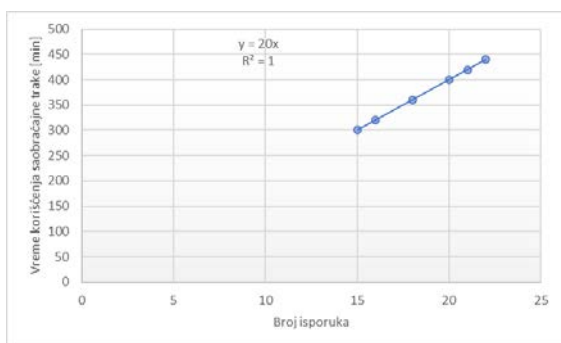
Maloprodajni objekat ima jedan server za prijem robe, gde je prosečno vreme isporuke robe 20 minuta. U jednom satu server prijema robe može da opsluži maksimalno tri dostavna vozila. Na osnovu istraživanja, oučen je maksimalan broj od tri dostavna vozila u jednom vremenskom intervalu. Međutim, kapacitet kolovozne trake, u tom vremenskom intervalu, je smanjen na jednu saobraćajnu traku u vremenskom period od 1 [h]. Iz razloga što će u ovoj situaciji treće dostavno vozilo čekati 40 minuta na istovar, i utrošiće 20 minuta na sam istovar robe, što znači da je ono na toj saobraćajnoj traci provelo 1 [h].

Kada je reč o kapacitetu kolovozne trake, maksimalan kapacitet kolovozne trake je 3000 [PA/h/smeru], na osnovu HCM-a 2000. U obzir su uzeta sva ograničenja. Što znači da

je maksimalan kapacitet jedne saobraćajne trake 1500 [PA/h/traci]. Ovde je reč o maksimalnom kapacitetu, što znači da se na ovoj saobraćajnici ne pojavljuje ovoliki broj vozila, jer da se pojavi više od 1500 [PA/h/smeru] u situaciji kada dostavno vozilo vrši istovar robe, ili čeka na istovar, saobraćaj ne bi mogao da se odvija. Međutim, u narednom periodu, s`obzirom da stepen motorizacije raste, posebna pažnja se mora obratiti i posvetiti ovakvim situacijama.

Na grafikonu 3 je predstavljen model zavisnosti između broja isporuka, i vremena zauzetosti saobraćajne trake. Na osnovu regresione analize, napravljen je model gde su nezavisne promenljive broj isporuka robe maloprodajnom objektu, a zavisne promenljive vreme koje vozilo provede na osnovu vreme istovara na kolovozu. U obzir nije uzeto vreme čekanja dostavnog vozila na istovar, iz razloga, što se podrazumeva, ako dostavno vozilo čeka na istovar, znači da se vrši istovar sa vozila koje je došlo na istovar pre njega. Osnovni razlog ovakvog posmatranja, jeste što su i vozilo koje vrši istovar, kao i vozilo koje čeka na istovar, parkirana u istoj saobraćajnoj traci. Tako da imaju isti uticaj na kapacitet, bez obzira, dali se na saobraćajnoj traci nalazi jedno ili više parkiranih dostavnih vozila.

Grafikon 3. Model korišćenja saobraćajne trake od strane dostavnih vozila na osnovu broja isporuka.



Na osnovu ovog modela se može zaključiti, da što je veći broj isporuka, to je veći i broj vremena zauzetosti saobraćajne trake, koji je u ovom slučaju predstavljen u minutima. Što je veća zauzetost trake, izražena u minutima, to je manji kapacitet kolovozne trake.

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu istraživanja može se zaključiti da je jako teško naći balans između zadovoljavanja osnovnih egzistencijalnih potreba stanovništva, i kvaliteta njihovog života, u pogledu očuvanja životne sredine, smanjenje buke, vibracija i sl. Kao i smanjenje vremena putovanja stanovnika u gradovima, čiji odraz se ogleda u pristupačnosti i kapacitetu saobraćajnica. Na osnovu istraživanja i matematičkih modela, može se zaključiti da što je veći broj isporuka, to će biti veći i nivo zagađenja koje prouzrokuju dostavna vozila obavljajući svoje transportne zadatke, kao i smanjenje kapaciteta, kako na saobraćajnicama, tako i na raskrsnicama, odnosno na celokupnoj uličnoj mreži u gradu. Dostavna vozila, da bi obavila svoj transportni zadatak, odnosno da bi izvršila dostavu robe maloprodajnom objektu moraju da koriste uličnu mrežu. Osnovne mere za održivost city logistike, odnosno pronalazak balansa između dve već pomenute komponente koje svojim interesima utiču jedna na drugu, jesu:

1. Veća posvećenost city logistici u rešavanju njenih problema i optimizaciji celokupnog procesa, sa ciljem postizanja što veće efektivnosti i efikasnosti, uzimajući u obzir pored optimiziranja troškova, i zadovoljavanje potreba stanovnika, i životnu sredinu kao faktor kome treba posvetiti pažnje u planiranju i realizaciji toka terete;
2. Izbegavanje vršnih perioda za realizaciju transportnih zadataka od strane dostavnih vozila u gradovima, što bi bilo rezultat prethodnog brojanja saobraćaja, na osnovu kog bi se utvrdila vršna opterećenja saobraćaja u toku dana, i na osnovu toga, odredili vremenski intervali u toku dana kada bi dostavni transport mogao da se realizuje u gradovima;
3. Ne prepisivanje saobraćajne politike city logistike od drugih gradova, jer svaki grad ima različit obim saobraćaja, strukturu saobraćaja, kao i različitu ponudu i potražnju, već planiranje politike city logistike na konkretnom slučaju, sa ulaznim podacima posmatranog grada;
4. Veća angažovanost grada, u smislu posvećivanja pažnje u celokupnom planiranju saobraćaja, kao i donošenja strategije od strane grada za city logistiku, njeno planiranje, realizovanje, održivost i sl. u pogledu donošenja zakona o ograničenju broja isporuka određenom delu grada u toku jedne sedmice, i u pogledu ograničenja uslova koje moraju ispunjavati dostavna vozila da bi obavljala distribuciju robe u gradu;
5. Težnja većoj iskorišćenosti tovarnih prostora dostavnih vozila, realizovanje distribucije robe vozilima veće nosivosti, što bi u postojećem stanju uticalo na smanjenje frekventnosti, odnosno učestalosti broja isporuka maloprodajnom objektu, čime bi se znatno uticalo na smanjenje zagađenja životne sredine od strane emisije štetnih gasova;
6. Korišćenje dostavnih vozila za realizaciju distribucije robe u gradovima, čija starost nije veća od jedne godine, i čija emisija izduvnih gasova odgovara najstrožijim standardima emisije izduvnih gasova, sa težnjom prelaska dostavnih vozila sa goriva na električnu struju.

LITERATURA

- [1] Krampe, H., Lucke, H., 1998, Osnove logistike, Uvod u teoriju i praksu logističkih sistema, Husverlang, Minhen
- [2] Snežana R. Tadić, 2014, Modeliranje performansi integrisanih city logističkih Sistema, Saobraćajni fakultet, Beograd
- [3] Vladimir Papić, 2010, Određivanje količine emitovanih gasovitim zagađujućih materija poreklom od drumskog saobraćaja primenom Copert IV modela Evropske agencije za životnu sredinu, Saobraćajni fakultet, Beograd
- [4] Zečević, S., Kilibarda, M. & Tadić, S., 2006. Modelling of the Logistic Centre Structure. *Proceedings of the 20th microCAD International Scientific Conference*, University of Miskolc, Miskolc, Hungary, pp 209-214.
- [5] Zečević, S., Kilibarda, M. & Tadić, S., 2004. City logistics and freight villages of Belgrade. *Tehnika*, No. 3, pp. 215-222.
- [6] Zečević, S., Radivojević, L., Kilibarda, M., Tadić, S., 2002a. City logističke koncepcije. *Planiranje i implementacija*.

PRAĆENJE EMISIJA IZ VOZILA I MERENJE ZAGAĐENJA DRUMSKOG SAOBRAĆAJA VEHICLE EMISSIONS MONITORING AND MEASUREMENT OF ROAD TRAFFIC POLLUTION

Sandra Stanković, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, A. Medvedeva 20, Niš.*
Aleksandra Boričić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, A. Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj - Ovaj rad istražuje i analizira različite metode praćenja emisija iz motornih vozila, kao i tehnike merenja i regulacije emisija drumskog saobraćaja u Evropskoj uniji, s ciljem sagledavanja kompleksnosti problema zagađenja i identifikacije potencijalnih načina ka efikasnijem upravljanju ovim izazovom. Kroz ovo istraživanje, potvrđena je neophodnost kontinuiranog praćenja emisija iz vozila radi donošenja informisanih odluka i razvoja strategija koje će doprineti smanjenju zagađenja uzrokovanog drumskim saobraćajem. U krajnjem zaključku, ovaj rad pruža uvid u aktuelno stanje istraživanja, ističe neotkrivene oblasti za buduća istraživanja i podstaknuti dalji napredak ka održivijoj mobilnosti i zaštiti životne sredine.

Ključne reči: Drumski saobraćaj, Emisije, Monitoring, Motorna vozila, Zagađenje vazduha.

Abstract - This paper explores and analyzes various methods for monitoring emissions from motor vehicles, as well as techniques for measuring and regulating road traffic emissions in the European Union. The aim is to comprehend the complexity of pollution issues and identify potential avenues for more effective management of this challenge. Through this research, the necessity of continuous monitoring of vehicle emissions is affirmed to make informed decisions and develop strategies contributing to the reduction of pollution caused by road traffic. In the ultimate conclusion, this paper provides insights into the current state of research, highlights undiscovered areas for future investigation, and encourages further progress towards sustainable mobility and environmental protection.

Key words: Air pollution, Emissions; Monitoring, Motor vehicle, Road traffic.

1. UVOD

Zagađenje vazduha na otvorenom prostoru predstavlja jedan od prepoznatih globalnih izazova u oblastima javnog zdravlja i zaštite životne sredine. Ovaj problem ima tendenciju da se intenzivira u zemljama koje prolaze kroz proces industrijalizacije, prelazeći sa nižih na srednje nivele prihoda [1]. Prema istraživanju *Global Burden of Disease*, procenjuje se da je 4,14 miliona smrtnih slučajeva direktno povezano sa izloženošću zagađenju vazduha. Pored toga, postoje sve veći dokazi koji ukazuju da dugotrajna izloženost zagađenju vazduha može imati značajan uticaj na druge aspekte zdravlja i dobrobiti, kao što su kognitivne funkcije. [1].

Drumski saobraćaj ostaje ključni faktor urbanih sredina, pružajući vitalnu infrastrukturu za mobilnost i ekonomski razvoj [2]. Međutim, zajedno s tim, dolazi i značajan uticaj na životnu sredinu, posebno u obliku emisija štetnih gasova i čestica. Emisije iz motornih vozila, u koje spadaju ugljenmokosid (CO), azot-oksidi (NO_x), čestice (PM) i fluktuirajuća organska jedinjenja (VOC), predstavljaju ključni izvor zagađenja vazduha u urbanim područjima [3], izazivajući ozbiljne implikacije po kvalitet vazduha, zdravlje ljudi i opštu

ekološku održivost [4]. Saobraćaj je bio odgovoran za oko četvrtinu ukupnih emisija ugljen-dioksida (CO₂), primarnog gasa sa efektom staklene bašte, u Evropskoj uniji tokom 2019. godine, pri čemu je 71,7% tih emisija poticalo iz drumskog saobraćaja, prema izveštaju Evropske agencije za životnu sredinu [5]. Transport je jedini sektor u kojem su emisije gasova sa efektom staklene bašte porasle u protekle tri decenije (slika 1), povećavajući se za 33,5% u periodu od 1990. do 2019. godine [5].



Slika 1. Promene nivoa emisija po sektorima u EU od 1990. godine (u CO₂ ekvivalentu) [5]

U svetlu brzog urbanog razvoja i kontinuiranog porasta broja vozila, imperativ je razumevanje emisija koje potiču iz saobraćajnog sektora kako bi se adekvatno odgovorilo na ovu preteću problematiku. U Evropskoj uniji putnički automobili i kombiji, poznati kao lakša komercijalna vozila, su odgovorni, redom, za oko 12% i 2.5% ukupnih emisija CO₂ [6]. Iako se na osnovu ovih podataka može zaključiti da emisije vozila nisu značajne po pitanju zagađenja, ovaj zaključak je ipak neprecizan. Razlika leži u činjenici da ljudi konstantno borave u blizini automobila, izloženi su emisijama koje vozila proizvode, što može imati potencijalni uticaj na njihovo zdravlje [7].

Od 2020. godine su na snazi stroži ciljevi za emisije CO₂. Prosečne emisije CO₂ iz svih novoregistrovanih putničkih automobila u Evropi već su opale za 12% između 2019. i 2020. godine, a dodatnih 12,5% između 2020. i 2021. godine. Glavni pokretač smanjenja emisija je porast registracija putničkih automobila bez emisija, koji su dostigli 10% ukupnog voznog parka EU u 2021. godini [6]. Većina automobila u drumskom saobraćaju u 2019. godini u Evropi koristila je dizel (67%), zatim benzinska goriva (25%) [5].

Postoje dva načina za smanjenje emisija CO₂ iz motornih vozila: povećanjem efikasnosti vozila ili promenom vrste goriva koja se koristi. Pored toga, da bi se izračunala količina CO₂ proizvedena od strane motornih vozila, neophodno je uzeti u obzir ne samo CO₂ emitovan tokom korišćenja, već i emisije nastale njegovom proizvodnjom i odlaganjem. Proizvodnja i odlaganje električnih automobila manje su ekološki prihvatljivi u odnosu na vozila s unutrašnjim sagorevanjem, a nivo emisija kod električnih vozila varira u zavisnosti od načina na koji se proizvodi električna energija [5], [6], [8].

Uvođenje novih tehnoloških rešenja i metodologija u praćenju emisija ima potencijal da unapredi razumevanje dinamike izduvnih gasova i čestica koje vozila emituju tokom svakodnevnog vožnje [4]. Istovremeno, precizna analiza zagađenja drumskog saobraćaja omogućava identifikaciju ključnih izvora zagađenja i prilagođavanje regulatornih okvira kako bi se smanjili štetni efekti po životnu sredinu i ljudsko zdravlje [7].

2. PRAĆENJE I REGULISANJE EMISIJA IZ VOZILA

Testiranje emisija vozila uključuje rigorozno procenjivanje efikasnosti goriva i količine gasova staklene bašte koje vozilo emituje pod različitim uslovima, kako bi odgovaralo globalnim zahtevima i standardima emisija. Ovi testovi variraju u skladu sa tehnologijom i primenjenim regulatornim zahtevima kao što su Svetska harmonizovana procedura testiranja lakih vozila (WLTP) i procedura testiranja emisija u stvarnim uslovima vožnje (RDE). Oni obuhvataju procenu efikasnosti motora, katalizatora, uređaja za filtriranje čestica i drugih kontrolnih sistema, kao i odgovor vozila na alternativna goriva.

WLTP (engl. *The Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Procedure*) predstavlja postupak koji se primenjuje u EU, Kini, Japanu, Indiji, Koreji i drugim zemljama. On propisuje upotrebu usklađenih procedura testiranja koje mogu sistematski proceniti emisije i efikasnost goriva na dosledan način. Konkretni parametri koje WLTP procenjuje obuhvataju koncentraciju izduvnih gasova, masu čestica, broj

čestica, emisije CO₂, potrošnju goriva, potrošnju električne energije i električni domet vozila. Ciklusi testiranja se generalno određuju prema klasi vozila (klasa 1, 2 ili 3), definisanim odnosom snage i težine vozila. WLTP uključuje nekoliko izmena u odnosu na prethodne zahteve EU procedure NEDC (engl. *New European Driving Cycle*), čiji je naslednik. WLTP je obavezan za sva nova vozila proizvedena od 1. septembra 2017. godine [9].

NEDC, osmišljen 1980-ih, postao je zastareo usled tehnološkog razvoja, što je navelo na razvoj novog WLTP od strane Evropske unije. WLTP koristi stvarne podatke o vožnji širom sveta, u suprotnosti sa prethodnim NEDC testom koji se oslanjao na teoretski profil vožnje. WLTP ciklus vožnje ima četiri dela sa različitim prosečnim brzinama, obuhvatajući različite faze vožnje, zaustavljanja, ubrzanja i kočenja. Testira se svaka konfiguracija pogonskog sklopa sa WLTP-om za najekonomičniju i najneekonomičniju verziju vozila. Iako je WLTP koncipiran kao globalni ciklus ispitivanja, primena testa varira između Evropske unije i drugih regiona u skladu sa njihovim specifičnostima i zakonskim regulativama u drumskom saobraćaju [9].

RDE propisi zahtevaju korišćenje prenosnog sistema za merenje emisija (PEMS) pričvršćenog na vozilo kako bi se merenje emisija zagađujućih materija iz vozila vršilo u stvarnim uslovima vožnje. Rezultati RDE ispitivanja se potom povezuju sa rezultatima emisija dobijenim u laboratorijskim uslovima. Od 1. septembra 2019. godine, RDE testiranje je obavezno u EU, a vozila koja ne prođu RDE testiranje ne smeju biti plasirana na tržište, s obzirom da RDE test traje između 90 i 120 minuta i obuhvata raznolike uslove vožnje, uključujući 'normalnu' gradsku, ruralnu i vožnju autoputevima [10].

3. EURO STANDARDI

Evropski standardi za emisiju utvrđuju količinu zagađujućih izduvnih gasova koje nova vozila moraju ispunjavati kako bi bila prodavana u Evropskoj uniji. Prvi evropski standard za emisiju izduvnih gasova za putničke automobile je uveden 1970. godine. Nakon 22 godine, 1992. godine, "Euro 1" standard je uveo obavezu ugradnje katalizatora u benzinske automobile radi smanjenja emisije ugljen-monoksida (CO). Poslednji standard, "Euro 6", primenjuje se na nove tipove odobrenja od septembra 2014. i na sva nova vozila od septembra 2015., značajno smanjujući određene zagađivače za 96% u poređenju sa regulativama iz 1992. godine [11].

Standard Euro 1 je prvi evropski standard za emisiju izduvnih gasova, zahtevao je korišćenje bezolovnog goriva i ugrađene katalizatore na benzinskim automobilima. Testirana su goriva, azotni oksidi i ugljen-monoksid, čestične emisije za dizel motore. Standard Euro 2, uveden u januaru 1996, primenjivao je stroge granice za benzinske i dizel automobile, smanjujući emisije ugljen-monoksida i nesagorele ugljovodonike, kao i okside azota za oba tipa vozila. Sa uvođenjem Euro 3 standarda u januaru 2000, testovi emisija su modifikovani, uveo se standard za emisije azotnih oksida za dizel motore i dodatno smanjenje ugljen-monoksida, čestičnih emisija za dizel motore. Standardi Euro 4 (uveden januara 2005) i Euro 5 (uveden septembra 2009) bili su fokusirani na smanjenje emisija čestica i oksida azota iz dizel motora, zahtevajući ugradnji filtera za čestice na dizel

vozilima. Standard Euro 5 je primenjivao posebne standarde za benzinske motore, obavezujući filtere za čestice samo na motore sa direktnim ubrizgavanjem [12]. Euro 6 standard značajno smanjuje emisije azotnih oksida (NO_x) iz dizel motora, ostvarujući smanjenje od 67% u odnosu na Euro 5, dok postavlja jednake standarde za benzin i dizel motore. Primena sistema recirkulacije izduvnih gasova (EGR filter), koji zamenuje deo usisnog vazduha sa recikliranim izduvnim gasom, doprinosi smanjenju dostupnog azota koji može oksidirati u NO_x tokom procesa sagorevanja, mada može zahtevati dodatno izduvavanje nakon tretmana [13].

Standard Euro 7 biće donet 1. jula 2025. godine i uvešće najniže granice za sva nova benzinska i dizel vozila. Nakon uvođenja, sva nova vozila neće smeti da ispuštaju više od 60 miligrama NO_x, dok će se takođe uvesti širok raspon uslova koji uključuju ograničenja za količinu čestica koje proizvode kočnice i gume, kao i ocenu performansi i trajnosti baterija u električnim i hibridnim vozilima [14].

4. MERENJE ZAGAĐENJA DRUMSKOG SAOBRAĆAJA

Praćenje emisija iz vozila i regulacija izduvnih gasova od velike su važnosti zbog kontrole i smanjenja zagađenja u urbanim sredinama. Merenje zagađenja iz drumskog saobraćaja predstavlja ključni element praćenja emisija vozila, jer ukoliko su nivoi zagađenja visoki, neophodno je sprovesti testiranje i postaviti ograničenja emisija [15].

Zagađenje vazduha uzrokovano sagorevanjem goriva u motornim vozilima predstavlja glavni problem u urbanim područjima širom sveta. Ovi zagađivači imaju potencijal da ugroze zdravlje ljudi, naročito osetljivih grupa stanovništva poput dece i starijih osoba, čije zdravlje može biti oštećeno kada nivo zagađivača u vazduhu dostigne visok ili kritičan nivo. Stoga je detaljno objašnjavanje prethodno navedenih elemenata, kao što su Euro standardi, WLCP i RDE, ključno za bolje razumevanje i adekvatno rešavanje ovog problema zagađenja u urbanim sredinama.

Merenje emisija iz motornih vozila je složen proces koji podrazumeva pažljivo planirane i kontrolisane postupke kako bi se dobili tačni i relevantni podaci o ispuštanju zagađivača [16]. Opšti postupak merenja emisija uključuje nekoliko koraka. Pre merenja, vozila se pripremaju za testiranje, u skladu sa specifičnostima ispitivanja. To uključuje redovno održavanje vozila kako bi se osiguralo ispravno funkcionisanje svih sistema, kao i ugradnju neophodnih instrumenata za merenje emisija. Zatim sledi laboratorijsko testiranje (WLTP). U okviru laboratorijskih testiranja, vozilo se postavlja na dinamometar, a specifični ciklusi vožnje se simuliraju u kontrolisanim uslovima. Emisije se mere tokom simulirane vožnje kako bi se dobile referentne vrednosti. Metoda RDE podrazumeva merenje emisija tokom stvarnih uslova vožnje na putevima. Prenosivi sistemi za merenje emisija (PEMS) se montiraju na vozilo kako bi neprekidno pratili i beležili emisije tokom različitih situacija u vožnji. Nakon prikupljanja podataka, vrši se analiza emisija, uključujući koncentracije gasova i čestica. Emisije se analiziraju radi identifikacije i kvantifikacije prisustva različitih gasova, uključujući NO_x, CO, HC i PM čestice. Pored merenja izduvnih gasova, posebna pažnja se posvećuje merenju čestica koje nastaju usled habanja guma i kočionih sistema. Ovo se može vršiti putem specifičnih analiza i

senzora. Validacija merenja je ključna kako bi se osigurala tačnost i pouzdanost dobijenih rezultata. To obuhvata proveru opreme za merenje, konstantno održavanje sistema i praćenje varijacija u radu opreme [16]–[19].

Ovi koraci omogućavaju celovito sagledavanje emisija iz motornih vozila, kako u kontrolisanim laboratorijskim uslovima, tako i u realnim uslovima vožnje, obezbeđujući relevantne informacije za dalje donošenje odluka o regulacijama i tehnološkim unapređenjima.

5. ZAKLJUČAK

U zaključku ovog rada ističe se ključna uloga praćenja emisija iz motornih vozila i merenja zagađenja drumskog saobraćaja u kontekstu očuvanja životne sredine i javnog zdravlja. Proučavajući standarde emisija, kao što su Euro norme, WLTP i RDE procedure, razotkrivena je kompleksnost problema zagađenja i neophodnost implementacije efikasnih strategija za njegovo upravljanje.

Posebno je naglašena važnost merenja emisija pod stvarnim uslovima vožnje, kao što je RDE, u cilju obezbeđivanja realnih i relevantnih podataka o emisijama. Uvođenje Euro 7 standarda sa najnižim dozvoljenim granicama za NO_x i dodatnim merenjima čestica, koja stupaju na snagu 1. jula 2025. godine, predstavlja korak ka unapređenju kvaliteta vazduha i smanjenju negativnih uticaja drumskog saobraćaja. Takođe, istaknuta je važnost stalnog praćenja i usklađivanja sa evoluirajućim standardima kako bi se osigurala efikasna kontrola emisija. Svestranost metoda merenja, od laboratorijskih ispitivanja do RDE-a, pruža holistički pristup evaluaciji emisija iz vozila. Ove metode ne samo da omogućavaju procenu usklađenosti sa propisima, već i identifikaciju područja za dalja istraživanja i unapređenje regulacija.

Kroz analizu i razumevanje ovih metoda merenja emisija, postavljenih standarda i njihovog evolutivnog razvoja, ovo istraživanje pruža uvid u aktuelno stanje i ističe putokaze za dalje korake u ostvarivanju održive mobilnosti i zaštite životne sredine.

LITERATURA

- [1] H. Ritchie and M. Roser, "Outdoor Air Pollution," *Our World in Data*, Nov. 2023, Accessed: Dec. 11, 2023. [Online]. Available: <https://ourworldindata.org/outdoor-air-pollution>
- [2] Đurđević, M., *Komunalna infrastruktura*. Beograd: Visoka građevinsko-geodetska škola u Beogradu, 2009.
- [3] Australian Government Initiative, "Vehicle emissions | Green Vehicle Guide." Accessed: Dec. 11, 2023. [Online]. Available: <https://www.greenvehicleguide.gov.au/pages/UnderstandingEmissions/VehicleEmissions>
- [4] M. Rodriguez Valido, O. Gomez-Cardenes, and E. Magdaleno, "Monitoring Vehicle Pollution and Fuel Consumption Based on AI Camera System and Gas Emission Estimator Model," *Sensors (Basel)*, vol. 23, no. 1, p. 312, Dec. 2022, doi: 10.3390/s23010312.
- [5] European Parliament, "CO2 emissions from cars: facts and figures (infographics) | News | European Parlia-

- ment.” Accessed: Dec. 11, 2023. [Online]. Available: <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20190313STO31218/co2-emissions-from-cars-facts-and-figures-infographics>
- [6] European Commission, “CO₂ emission performance standards for cars and vans.” Accessed: Dec. 11, 2023. [Online]. Available: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/transport/road-transport-reducing-co2-emissions-vehicles/co2-emission-performance-standards-cars-and-vans_en
- [7] C. J. Matz, M. Egyed, R. Hocking, S. Seenundun, N. Charman, and N. Edmonds, “Human health effects of traffic-related air pollution (TRAP): a scoping review protocol,” *Systematic Reviews*, vol. 8, no. 1, p. 223, Aug. 2019, doi: 10.1186/s13643-019-1106-5.
- [8] ICCT, “Fuel efficiency and CO₂ emission data sources,” International Council on Clean Transportation. Accessed: Dec. 11, 2023. [Online]. Available: <https://theicct.org/tools-fuel-efficiency-co2-data/>
- [9] Vehicle Certification Agency, “The Worldwide Harmonised Light Vehicle Test Procedure (WLTP),” Vehicle Certification Agency. Accessed: Dec. 11, 2023. [Online]. Available: <https://www.vehicle-certification-agency.gov.uk/>
- [10] EQUA, “RDE Surveillance and Compliance Independent test database,” Emissions Analytics. Accessed: Dec. 11, 2023. [Online]. Available: <https://www.emissionsanalytics.com/equa-databases>
- [11] J. Borken-Kleefeld, “Guidance note about on-road vehicle emissions remote sensing.” 2013. [Online]. Available: https://theicct.org/sites/default/files/publications/RSD_Guidance_BorKlee.pdf
- [12] V. Papić, “Određivanje količina emitovanih gasovitih zagađujućih materija poreklom od drumskog saobraćaja primenom COPERT IV modela Evropske agencije za životnu sredinu.” Institut saobraćajnog fakulteta, 2010. [Online]. Available: <https://www.sepa.gov.rs/download/COPERT.pdf>
- [13] K. DELLI, “Parliamentary question | Euro 7 – non-exhaust particulate emissions | E-002194/2021 | European Parliament.” Accessed: Dec. 11, 2023. [Online]. Available: https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/E-9-2021-002194_EN.html
- [14] S. Edwards, “Euro 1 to Euro 7 Emissions Standards: What are they?” [Online]. Available: <https://news.motors.co.uk/a-guide-to-euro-emissions-standards/#euro1>
- [15] C. Tripp-Barba, P. Barbecho, L. Urquiza, and J. A. Aguilar-Calderón, “A comparison of vehicle emissions control strategies for smart cities,” *PeerJ Computer Science*, vol. 9, p. e1676, Nov. 2023, doi: 10.7717/peerj-cs.1676.
- [16] R. Smit and P. Kingston, “Measuring On-Road Vehicle Emissions with Multiple Instruments Including Remote Sensing,” *Atmosphere*, vol. 10, no. 9, Art. no. 9, Sep. 2019, doi: 10.3390/atmos10090516.
- [17] R. Smit, P. Kingston, D. W. Neale, M. K. Brown, B. Verran, and T. Nolan, “Monitoring on-road air quality and measuring vehicle emissions with remote sensing in an urban area,” *Atmospheric Environment*, vol. 218, p. 116978, Dec. 2019, doi: 10.1016/j.atmosenv.2019.116978.
- [18] D.-N. Lu, H.-D. He, H.-M. Zhao, K.-F. Lu, Z.-R. Peng, and J. Li, “Quantifying traffic-related carbon emissions on elevated roads through on-road measurements,” *Environmental Research*, vol. 231, p. 116200, Aug. 2023, doi: 10.1016/j.envres.2023.116200.
- [19] J. L. Moutinho *et al.*, “Near-road Vehicle Emissions Air Quality Monitoring for Exposure Modeling,” *Atmos Environ (1994)*, vol. 224, p. 117318, Mar. 2020, doi: 10.1016/j.atmosenv.2020.117318.



PREDVIĐANJE RASTVORENOG KISEONIKA U RECI DUNAV PRIMENOM ANN I MLR PREDICTION OF DISSOLVED OXYGEN IN DANUBE RIVER WATER USING ANN AND MLR

Lidija Stamenković, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, F. Filipovića 20, Vranje.*
Ljiljana Đorđević, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, F. Filipovića 20, Vranje.*

Sadržaj – U ovom radu razvijena su dva modela zasnovana na veštačkim neuronskim mrežama i višestrukoj linearnoj regresiji za predviđanje srednje godišnje koncentracije rastvorenog kiseonika u reci Dunav. Za razvoj modela korišćeni su podaci o parametrima kvaliteta vode reke Dunav kroz Srbiju za period od 2011. do 2016. godine koji prati Agencija za zaštitu životne sredine Republike Srbije na mesečnom nivou kroz mrežu monitoring stanica. U ovom radu korišćeni su podaci sa 10 monitoring stanica: Bezdán, Bogojevo, Novi Sad, Slankamen, Zemun, Smederevo, Banatska Palanka, Tekija, Brza Palanka i Radujevac. Kao ulazne promenljive za razvoj modela korišćeni su indikatori kvaliteta površinskih voda koji se prate u monitoring stanicama i indikatori održivog razvoja: ukupni organski ugljenik, sadržaj suspendovanih materija, ukupan organski azot, biohemijska potrošnja kiseonika, elektroprovodljivost, hemijska potrošnja kiseonika, korišćena poljoprivredna površina i bruto domaći proizvod. Nakon razvoja oba modela, rezultati su pokazali da je model zasnovan na veštačkim neuronskim mrežama dao bolje rezultate predviđanja rastvorenog kiseonika sa vrednošću indikatora performansi modela-koeficijenta determinacije 0.719, dok je u slučaju regresionog modela ta vrednost znatno manja i iznosi 0.588.

Ključne reči: ANN. MLR. Rastvoreni kiseonik u vodi. MLP.

Abstract - In this paper, two models based on artificial neural networks and multiple linear regression were developed for predicting average annual dissolved oxygen in the Danube River. For the development of the model, data on the water quality parameters of the Danube River through Serbia for the period from 2011 to 2016, monitored by the Environmental Protection Agency of the Republic of Serbia on a monthly basis through a network of monitoring stations, were used. This paper used data from 10 monitoring stations: Bezdán, Bogojevo, Novi Sad, Slankamen, Zemun, Smederevo, Banatska Palanka, Tekija, Brza Palanka and Radujevac. Indicators of surface water quality monitored in monitoring stations and indicators of sustainable development were used as input variables for the development of the model: total organic carbon, content of suspended matter, total organic nitrogen, biochemical oxygen demand, conductivity, chemical oxygen demand, utilised agricultural area and gross domestic product. After the development of both models, the results showed that the model based on artificial neural networks gave better results of predicting dissolved oxygen with the value of the model performance indicator-coefficient of determination of 0.719, while in the case of the regression model this value is significantly weaker and amounts to 0.588.

Key words: ANN. MLR. Dissolved Oxygen in water. MLP.

1. UVOD

Problem zagađenja vode i vodnih resursa je problem sa kojim se suočava većina država. I upravo površinske vode su izložene najvišem stepenu degradacije, što za posledicu ima gubitak akvatičnih vrsta [1]. Kao jedan od najznačajnijih parametara za održivo postojanje akvatičnih vodenih vrsta u bilo kom vodenom sistemu jeste rastvoreni kiseonik [2]. Rastvoreni kiseonik je jedan od ključnih parametara kvaliteta vode i može se smatrati da brojni faktori utiču na sadržaj rastvorenog kiseonika u vodi [3].

Osnovna zakonska regulativa koja na evropskom nivou uređuje oblast upravljanja vodama je Okvirna direktiva o vodama Evropskog parlamenta [4]. Ključni aspekti ove direktive je monitoring statusa voda koji su obavezujući kako za države članice EU tako i za one koje pretenduju da to postanu. U tom smislu je postojanje validnih i pouzdanih podataka o parametrima kvaliteta voda ključno za poboljšanje njihovog statusa. Mnogi evropski rečni slivovi, kojima pripada i Dunav su međunarodni, i iz tog razloga su zajedničko razumevanje i pristup od suštinskog značaja za implementaciju Direktive [5]. Monitoring statusa površinskih voda u Republici Srbiji, a

u skladu sa obavezama države proisteklih iz Direktive, sprovodi Agencija za zaštitu životne sredine.

Pored postojećih metoda procene parametara kvaliteta voda, postojanje alternativnih modela može imati značajnu ulogu u praćenju napretka ka ostvarenju ciljeva definisanih zakonskim regulativama koje se odnose na oblast voda. U tom smislu u ovom radu su primenjena dva pristupa za predviđanje srednje godišnje koncentracije rastvorenog kiseonika u reci Dunav, jedan zasnovan na veštačkim neuronskim mrežama (ANN) i drugi zasnovan na višestrukoj linearnoj regresiji (MLR).

Brojna su istraživanja sprovedena u pogledu primene ANN za predviđanje različitih parametara kvaliteta voda [2,3,6–11]. Dobijeni rezultati istraživanja pokazuju da su ANN modeli pokazali veoma dobra predviđanja kako rastvorenog kiseonika, tako i drugih parametara kvaliteta voda.

2. MATERIJALI I METODE

Pre razvoja modela pristupilo se odabiru ulaznih parametara za koje se smatralo, a na osnovu literaturnih podataka, da imaju uticaj na koncentraciju rastvorenog kiseonika u vodi. U tom smislu kao ulazne promenljive za razvoj modela korišćeni su indikatori kvaliteta površinskih voda koji se prate u monitoring stanicama i indikatori održivog razvoja: ukupni organski ugljenik (TOC), sadržaj suspendovanih materija, ukupan organski azot, biohemijska potrošnja kiseonika (BPK), elektroprovodljivost (EC), hemijska potrošnja kiseonika (HPK), korišćena poljoprivredna površina (KPP) i bruto domaći proizvod (BDP).

Za razvoj ANN i MLR modela korišćeni su podaci o parametrima kvaliteta voda za reku Dunav sa 10 monitoring stanica na teritoriji Republike Srbije: Bezdán, Bogojevo, Novi Sad, Slankamen, Zemun, Smederevo, Banatska Palanka, Tekija, Brza Palanka i Radujevac. Podaci o parametrima kvaliteta reke Dunav su preuzeti sa sajta Agencije za zaštitu životne sredine RS i to za period od 2011 do 2016 godine [12]. Dok su podaci za dva odabrana indikatora održivog razvoja preuzeti sa sajta EUROST-a [13].

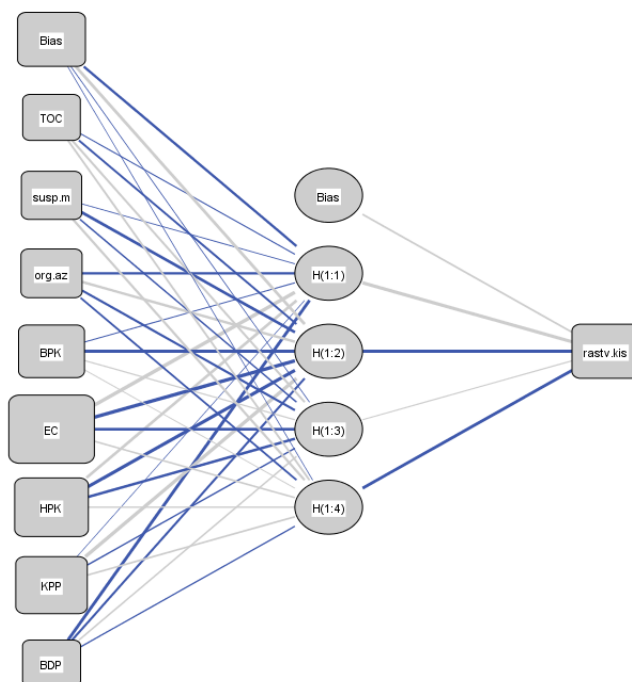
Veštačke neuronske mreže (ANN) su oblik mašinskog učenja čije funkcionisanje je zasnovano na principu funkcionisanja biološkog nervnog sistema. ANN čini sistem međusobno povezanih neurona koji su organizovani u slojeve, ulazni, jedan ili više skrivenih slojeva neurona, i izlazni sloj. Pored odabira adekvatnih ulaza/inputa jednako važan korak u razvoju ANN modela je i obuka/trening mreže. Tokom obuke ANN uočavaju vezu među prezentovanim podacima i modifikovanju težinske koeficijenate kako bi smanjili neslaganje između predviđenih i stvarnih izlaza problema koji rešavaju. Detaljnije informacije o protokolu razvoja ANN modela u oblasti voda mogu se naći u odgovarajućoj literaturi [14]. U ovom radu je za razvoj modela ANN korišćena standardna troslojna neuronska mreža sa jednim ulazni, jednim skrivenim i jednim izlaznim slojem neurona-Multi layer perceptron (MLP).

Višestruka linearna regresija (MLR) je statistička tehnika pomoću koje se vrši modelovanje jedne zavisne promenljive pomoću više nezavisnih promenljivih/prediktora. MLR se zasniva na korelaciji skupa promenljivih [15].

ANN i MLR modeli kao i statistička analiza dobijenih rezultata vršena je primenom softverskog paketa IBM SPSS Statistics 19.

3. REZULTATI I DISKUSIJE

Nakon odabira odgovarajućih ulaznih promenljivih, pristupilo se najpre razvoju modela zasnovanog na ANN. U ovom radu primenjene je standardna troslojna neuronska mreža MLP. Pri razvoju modela 70% podataka je korišćeno u fazi obuke, dok je 30% prezentovanih ulaznih podataka korišćeno za testiranje mreže u fazi obuke. Arhitektura ANN primenjena u ovom radu prikazana je na Slici 1.



Slika 1. Arhitektura MLP.

Detaljne informacije o parametrima ANN koji su odabrani pri razvoju modela primenom SPSS softvera prikazani su u Tabeli 1.

Sa istim podacima razvijen je i MLR model. Koeficijenti regresione jednačine razvijenog MLR modela prikazani su u Tabeli 2.

Indikator performansi kreiranih ANN i MLR modela je statistički pokazatelj performansi koeficijent determinacije. Vrednost ovog indikatora se kreće u opsegu između 0 i 1 i što je vrednost bliža jedinici to model daje bolja predviđanja date promenljive. Na osnovu dobijenih rezultata u fazi obuke, vrednost koeficijenta determinacije u slučaju ANN modela je 0.719, Slika 2.

Tabela 1. Parametri ANN.

Input Layer	Covariates	1	TOC
		2	susp.m.
		3	org.az.
		4	BPK
		5	EC
		6	HPK
		7	KPP
		8	BDP
	Number of Units	8	
	Rescaling Method for Covariates	Standardized	

Hidden Layer(s)	Number of Hidden Layers	1
	Number of Units in Hidden Layer	4
	Activation Function	Hyperbolic tangent
Output Layer	Dependent Variables	1
	Number of Units	1
	Rescaling Method for Scale Dependents	Standardized
	Activation Function	Identity
	Error Function	Sum of Squares

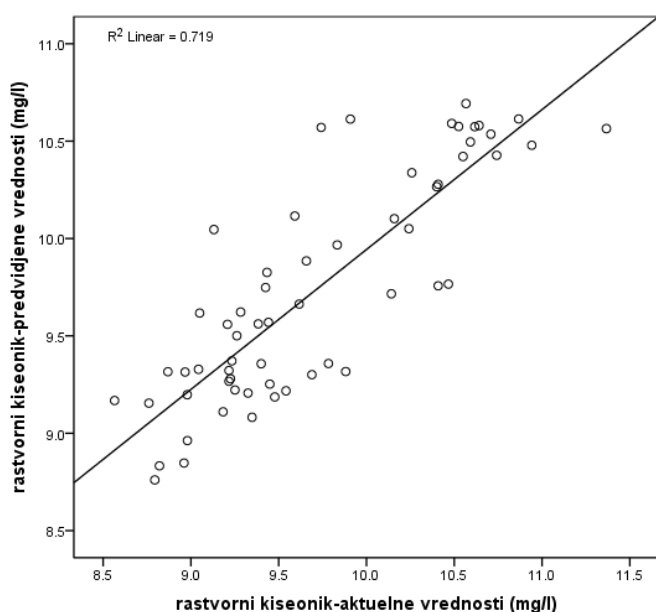
Tabela 2. Koeficijenti regresione jednačine-MLR model.

MLR Model	Koeficijenti regresione jednačine
Konstanta	29.047
TOC	-0.060
susp.m.	-0.003
org.az.	-0.377
BPK	0.170
EC	0.016
HPK	0.339
KPP	-0.008
BDP	0.004

Zavisna promenljiva: rastvoreni kiseonik

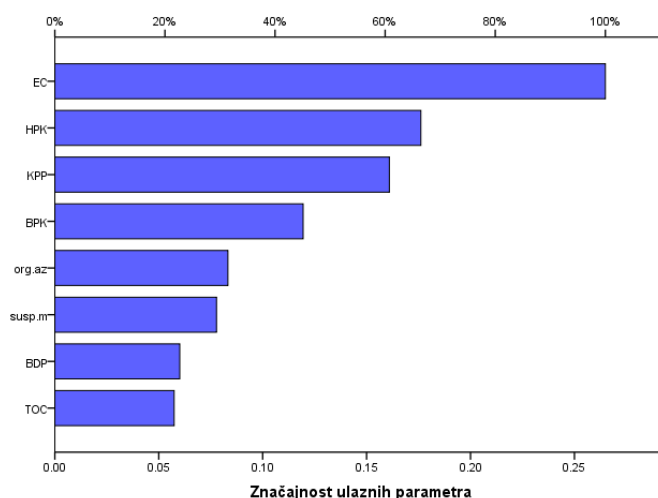
S druge strane model zasnovan na višestrukoj linearnoj regresiji dao je znatno lošije rezultate predviđanja koncentracije rastvorenog kiseonika sa vrednošću koeficijenta determinacije od 0.588.

Dobijeni rezultati jasno ukazuju da model zasnovan na veštačkim neuronskim mrežama pokazuje dobre rezultate predviđanja koncentracije rastvorenog kiseonika u reci Dunav primenom odabranih ulaznih parametara. Ipak, u odnosu na rezultate sličnih istraživanja u dostupnoj literaturi, može se uočiti da su performanse kreiranog modela nešto slabije. Razlog lošijih performansi može biti u manjem broju ulaznih parametara primenjenih za razvoj modela.



Slika 2. Rezultati ANN modela.

Tokom razvoja ANN modela postoji mogućnost analize značajnosti svakog ulaznog parametra pojedinačno. Rezultati analize značajnosti ulaznih parametara prikazani su na Slici 3.



Slika 3. Značajnost ulaznih parametara ANN modela.

Kao što se može na slici videti najveći značaj na koncentraciju rastvorenog kiseonika od parametara primenjenih za razvoj ANN modela ima provodljivost, HPK, KPP i BPK. Ostali parametri imaju nešto manji uticaj i on iznosi manje od 40%.

4. ZAKLJUČAK

Degradacija kvaliteta površinskih voda predstavlja jedan od gorućih problema današnjice. Imajući u vidu da klimatske promene i antropogeno zagađenje svih segmenata životne sredine u značajnoj meri smanjuju kapacitet samoprečišćavanja površinskih voda, od suštinskog je značaja preduzimanje adekvatnih mera za smanjenje tih uticaja i očuvanje akvatičnih vrsta i odgovarajućeg kvaliteta površinskih voda. Zbog činjenice da mnogi rečni slivovi imaju prekograničnu strukturu, onda i problem njihovog zagađenja i degradacije mora biti predmet udružene međudržavne saradnje i planiranja. U tom smislu monitoring kvaliteta površinskih voda, usaglašeni i precizni podaci o statusu površinskih voda od suštinskog je značaja za kreiranje razvojnih politika država u narednom periodu.

Zbog svog značaja, kao jedan od parametara kvaliteta površinskih voda, u ovom radu je modelovana srednja godišnja koncentracija rastvorenog kiseonika u reci Dunav. Razvijeni modeli zasnovani su na veštačkim neuronskim mrežama i višestrukoj linearnoj regresiji. Kao ulazni parametri za razvoj modela korišćeni su parametri kvaliteta vode koji se mere i prate u mreži monitoring stanica u Srbiji na reci Dunav, kao i indikatori održivog razvoja. Dobijeni rezultati su pokazali znatno bolje performanse u predviđanju rastvorenog kiseonika u slučaju modela zasnovanog na neuronskim mrežama u odnosu na regresioni model. Model zasnovan na neuronskim mrežama daje dobre rezultate predviđanje, međutim zaključak je da se performanse kreiranog modela mogu poboljšati uvođenjem dodatnih inputa pri razvoju modela.

LITERATURA

- [1] L. Burke, Y. Kura, K. Kassem, C. Revenga, M. Spalding, D. McAllister, Pilot analysis of global ecosystems: Coastal ecosystems, 2000.
- [2] A. Selim, S.N.A. Shuvo, M.M. Islam, M. Moniruzzaman, S. Shah, M. Ohiduzzaman, Predictive models for dissolved oxygen in an urban lake by regression analysis and artificial neural network, *Total Environ. Res. Themes*. 7, 100066, 2023.
- [3] A.A.M. Ahmed, Prediction of dissolved oxygen in Surma River by biochemical oxygen demand and chemical oxygen demand using the artificial neural networks (ANNs), *J. King Saud Univ. - Eng. Sci.* 29, 151–158, 2017.
- [4] EUR-Lex, EUR-Lex - 32000L0060 - EN - EUR-Lex, (2023). <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2000/60/oj> (accessed December 7, 2023).
- [5] European Commission, Water Framework Directive, (2023). https://environment.ec.europa.eu/topics/water/water-framework-directive_en (accessed December 7, 2023).
- [6] L.J. Stamenković, S. Mrazovac Kurilić, V. Presburger Ulniković, Prediction of nitrate concentration in Danube River water by using artificial neural networks, *Water Supply*. 20, 2119–2132, 2020.
- [7] L.J. Stamenković, Application of ANN and SVM for prediction nutrients in rivers, *J. Environ. Sci. Health Part A*. 56, 867–873, 2021.
- [8] A.N. Šiljić Tomić, D.Z. Antanasijević, M.Đ. Ristić, A.A. Perić-Grujić, V.V. Pocajt, Modeling the BOD of Danube River in Serbia using spatial, temporal, and input variables optimized artificial neural network models, *Environ. Monit. Assess.* 188, 1–12, 2016.
- [9] F. Yang, H. Moayedi, A. Mosavi, Predicting the Degree of Dissolved Oxygen Using Three Types of Multi-Layer Perceptron-Based Artificial Neural Networks, *Sustainability*. 13 9898, 2021.
- [10] Z. Xiao, L. Peng, Y. Chen, H. Liu, J. Wang, Y. Nie, The Dissolved Oxygen Prediction Method Based on Neural Network, *Complexity*. 2017, e4967870, 2017.
- [11] A.N. Šiljić Tomić, D.Z. Antanasijević, M.Đ. Ristić, A.A. Perić-Grujić, V.V. Pocajt, A linear and non-linear polynomial neural network modeling of dissolved oxygen content in surface water: Inter- and extrapolation performance with inputs' significance analysis, *Sci. Total Environ.* 610–611, 1038–1046, 2018.
- [12] SEPA, Агенција за заштиту животне средине - Министарство заштите животне средине, (2023). <http://www.sepa.gov.rs/index.php?menu=201&id=205&akcija=showXlinked> (accessed December 6, 2023).
- [13] Database - Eurostat, (2022). <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database> (accessed November 18, 2022).
- [14] W. Wu, G.C. Dandy, H.R. Maier, Protocol for developing ANN models and its application to the assessment of the quality of the ANN model development process in drinking water quality modelling, *Environ. Model. Softw.* 54, 108–127, 2014.
- [15] G. Smith, Essential Statistics, Regression, and Econometrics, in: *Essent. Stat. Regres. Econom.*, Elsevier, pp. 1–25, 2015.



MODEL MEŠANJA OTPADNE VODE U RECI JUŽNA MORAVA NAKON NJENOG ISPUŠTANJA IZ POSTROJENJA ZA PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA GRADA VRANJA

WASTEWATER MIXING MODEL IN THE SOUTH MORAVA RIVER AFTER ITS DISCHARGE FROM THE WASTEWATER TREATMENT PLANT IN THE CITY OF VRANJE

Irena Tasić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, Filipa Filipovića 20, Vranje*
Srđan Tasić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, Filipa Filipovića 20, Vranje*

Sadržaj – Cilj ovog istraživanja bio je izrada modela mešanja prečišćene otpadne vode nakon njenog ispuštanja iz fabrike za prečišćavanje otpadne vode Grada Vranja u reku Južna Morava. Postrojenje za prečišćavanje je projektovanog kapaciteta za 65000 stanovnika. U okviru ovog postrojenja je i sistem za sakupljanje otpadnih voda koji obuhvata 22 kilometra kanalizacione i kolektorske mreže na koju su pored Vranja povezana i okolna sela kao i Vranjska Banja. Istraživanje je urađeno u prvoj dekadi decembra 2023. godine. Posmatrano je vertikalno, transferzalno i longitudinalno mešanje. Reynoldsov broj (Re) je korišćen za predviđanje da li će tok fluida biti laminaran ili turbulentan, pozivajući se na nekoliko svojstava kao što su brzina i viskozitet fluida, dužina strujanja, kao i tip protoka. Dimenzionalnom analizom određeni su koeficijenti turbulentne difuzije. Tačkasto zagađenje nizvodno biva potpuno izmešano po vertikali u prosečnoj dužini koja odgovara 12 visina dubine rečnog korita u ovom delu Južne Morave. Transferzalno mešanje odstupa uglavnom zbog krupnih lateralnih koherentnih pokreta, koji ustvari i nisu svojstveni turbulenciji. Longitudinalno mešanje otpadne vode dominira kako zbog neujednačene vertikalne brzine profila rečnog toka tako i zbog drugih nejednakosti tzv. "mrtve zone" (krivudavost) u reci. Krajnji ishod mešanja je da je mešanje otpadne vode nizvodno mnogo veće nego što bi inače mešanje nastalo samo na osnovu longitudinalne (turbulentne) difuzije. Ovaj kombinovani proces advekcije i lateralne difuzije predstavlja ustvari disperziju.

Ključne reči: Otpadna voda, Južna Morava, postrojenje za prečišćavanje, Vranje

Abstract – The goal of this research was to create a mixing model of purified wastewater after its discharge from the wastewater treatment plant of the City of Vranje into the South Morava River. The treatment plant has a designed capacity for 65,000 inhabitants. Within this facility is a waste water collection system that includes 22 kilometers of sewerage and collector network to which, in addition to Vranje, the surrounding villages as well as Vranjska Banja are connected. The research was done in the first decade of December 2023. Vertical, transferal and longitudinal mixing was observed. The Reynolds number (Re) is used to predict whether the fluid flow will be laminar or turbulent, referring to several properties such as the velocity and viscosity of the fluid, the length of the stream, and the type of flow. Dimensional analysis determined turbulent diffusion coefficients. Point pollution downstream is completely mixed vertically in an average length that corresponds to 12 heights of the depth of the river bed in this part of South Morava. Transfer mixing deviates mainly due to large lateral coherent movements, which are actually not characteristic of turbulence. Longitudinal mixing of waste water dominates both due to the non-uniform vertical velocity of the river flow profile and due to other inequalities, the so-called "dead zones" (curvature) in the river. The end result of the mixing is that the mixing of the wastewater downstream is much greater than mixing would otherwise occur based on long-itudinal (turbulent) diffusion alone. This combined process of advection and lateral diffusion is actually dispersion.

Key words: Wastewater, South Morava, treatment plant, Vranje

1. UVOD

Cilj ovog istraživanja bio je izrada modela mešanja prečišćene otpadne vode nakon njenog ispuštanja iz fabrike za prečišćavanje otpadne vode Grada Vranja u reku Južna

Morava. Istraživanje je urađeno u prvoj dekadi decembra 2023. godine.

Turbulencija ima veliki značaj u transportu zagađujućih materija. Svako povećanje brzine vode dovodi do pomeranja

tačke intenzivnog mešanja zagađivača od mesta njegovog uliva u reku.

Posmatrano je vertikalno, transferzalno i longitudinalno mešanje. Određivanje koeficijenta turbulentne difuzije je urađeno korišćenjem dimenzionalne analize.

U prirodnim rekama, kakva je i Južna Morava, zbog nejednakih brzina vode procesi mešanja se odigravaju mnogo brže nego što bi se to događalo samo na osnovu molekularne difuzije.

Karakteristike protoka zavise od bezdimenzionalnog [1]. Reynoldsovog broja (Re) [2] koji igra istaknutu ulogu kod predviđanja obrasca ponašanja tečnosti a koji se koristi za određivanje da li je tok fluida laminaran ili turbulentan [3]. To je jedan od glavnih kontrolnih parametara u svim viskozim tokovima gde se numerički model bira prema unapred izračunatom Reynoldsovom broju.

Pri maloj brzini reke zagađivač pokazuje laminarni protok jer se tečnost kreće u paralelnim slojevima i to skoro u savršenim linijama jer eventualna odstupanja od takvog kretanja bivaju poništena delovanjem viskoziteta. U ovom slučaju zagađivač se bočno širi usled delovanja molekularne difuzije (ovo širenje je intenzivnije ukoliko je širina reke veća).

Pri velikim brzinama protok vode postaje turbulentan tako da kretanje tečnosti iznenada postaje nestabilno zbog čega nastaje čitav spektar vrtloga (rastom nestabilnosti rastu i nepravilnosti u kretanju vode). Kako raste broj vrtloga (koje inače, manje-više, pasivno prati kretanje fluida) tako intenzivnije raste i mešanje zagađivača. Vremenom dolazi do smanjenja vrtloženja što rezultira razlaganjem nastalih virova (tj. kada po ivicama vrtloženja nema velikih gradijenata koncentracije). U ovom slučaju zagađivač biva bolje izmešan a samo mešanje je manje-više nasumično (čak i kada je još pod diskretnim uticajem vrtloženja).

U ovom radu formalno smo izveli jednačine nejednake brzine polja kako bismo pokazali njihove efekte na mešanje otpadne vode u rečnoj vodi. Najpre smo razmotrali efekat slučajne turbulencije brzine polja a zatim su razmatrani i efekti kombinacije difuzije (molekularne ili turbulentne) sa brzinom smicanja profila kako bi izveli jednačine disperzije.

2. MATERIJAL I METODE

Predmet ispitivanja bila je otpadna voda iz fabrike za prečišćavanje otpadnih voda Grada Vranja koja se nalazi na jugoistočnoj periferiji Vranja na nadmorskoj visini od 374 metara, $42^{\circ}32'33''$ severne geografske širine i $21^{\circ}55'57''$ istočne geografske dužine (slika 1).

Ovo je drugo postrojenje sličnog tipa u ovom delu jugoistočne Srbije [4].

Neprečišćena industrijska i gradska voda mogu biti značajan zagađivač reke u koju se izlivaju i to kako nizvodno tako i uzvodno [5]. Izgradnja ovog centralnog postrojenja za prečišćavanje, kapaciteta za 65000 stanovnika, koštala je 11,8 miliona evra. U okviru ovog postrojenja je i sistem za sakupljanje otpadnih voda koji obuhvata 22 kilometra kanalizacione i kolektorske mreže na koju su pored Vranja povezana i okolna sela kao i Vranjska Banja [6]. Fabrika je izgrađena na prostoru od 6 ha i sa probnim radom počela je sredinom 2021.

godine. Prečišćena otpadna voda se izliva u levu obalu obližnje reke Južna Morava (mesto uliva se nalazi na 369 m metara nadmorske visine i to na koordinatama $42^{\circ}32'30'' N$ i $21^{\circ}56'02'' E$).



Slika 1. Fabrika za prečišćavanje otpadnih voda Grada Vranja (Google Earth, Image ©2023 CNES/Airbus).

2.1. Turbulentna difuzija

Bezdimenzionalni Reynoldsov broj (Re) predviđa da li će tok fluida biti laminaran ili turbulentan, pozivajući se na nekoliko svojstava kao što su brzina i viskozitet fluida, dužina strujanja, kao i tip protoka. Izražava se kao odnos inercijalnih sila prema viskozim silama i objašnjava se u smislu jedinica i parametara:

$$Re = \frac{\rho V L}{\mu} = \frac{V L}{\nu}$$

$$Re = \frac{F_{inertia}}{F_{viscous}} = \frac{\frac{kg}{m^3} \times \frac{m}{s} \times m}{Pa \times s} = \frac{F}{F}$$

gde je ρ (kg/m^3) gustina fluida, V (m/s) je karakteristična brzina strujanja, a L (m) je skala karakteristične dužine strujanja. Prva jednačina je izvođenje jedinica (u kojima je Re specificiran kao bezdimenzionalan). Varijacije Reynoldsovog broja su prikazane u drugoj jednačini gde je μ ($Pa \times s$) dinamički viskozitet fluida i ν (m^2/s) je kinematička viskoznost. Prelaz između dinamičke i kinematičke viskoznosti je:

$$\nu = \mu / \rho$$

Primenljivost Reynoldsovog broja (Re) razlikuje se u zavisnosti od specifikacija protoka fluida kao što su varijacija gustine (stišljivost), varijacija viskoziteta (nenjutnovska), unutrašnje ili spoljašnje strujanje, itd [7]. Kritični Reynoldsov broj je izraz vrednost koji specificira prelaz između režima koji se takođe razlikuje u pogledu tipa toka i geometrije.

Do turbulencije dolazi kada Re ima visoku vrednost. Glavna posledica turbulencije je povećanje impulsa i transporta materije.

Reynoldsov broj takođe predviđa viskozno ponašanje strujanja u slučaju da su tečnosti Njutnovske. Zbog toga je veoma važno sagledati fizički slučaj kako bi izbegli mogućnost pogrešnog predviđanja. Prelazni režimi i unutrašnji i eksterni tokovi su osnovna polja za sveobuhvatno istraživanje Reynoldsovog broja.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Njutnovske tečnosti su tečnosti koje imaju konstantan viskozitet. Ako temperatura ostane ista, nije bitno koliki je stres primenjen na njutnovsku tečnost, ona će uvek imati isti viskozitet (npr. voda koja je dominantna u otpadnoj tečnosti kao i druga jedinjenja koja su u njoj rastvorena, ili suspendovana: mineralno ulje, alkohol itd.). Dimenzionalnom analizom određeni su koeficijenti turbulentne difuzije.

Reynolov broj za ovaj deo Južne Morave iznosio je 105,4.

U priobalnom delu na mestu uliva ne postoji smicanje terena što doprinosi odsustvu turbulentnog kretanja rečne vode. Parametar koji opisuje snagu smicanja je brzina smicanja (u_*) koja se definiše kao:

$$u_* = \sqrt{\tau_0/\rho}$$

gde τ_0 predstavlja smicanje obale a ρ predstavlja gustinu fluida [8]. S obzirom da je u ovom delu Južne Morave strujanje uniformno to znači da je prisutno trenje koje se javlja pri smicanju u ovom slučaju balansirano gravitacijom:

$$u_* = \sqrt{gdS}$$

gde S predstavlja nagib rečnog korita.

Širina reke (W) Južne Morave na mestu izliva prerađene otpadne vode iz fabrike za prečišćavanje otpadne vode Grada Vranja iznosi 17 metara. Prosečna dubina (h) reke na tom mestu iznosi 65 cm (tako da je $W \gg h$). U ovom slučaju je to značajna osobina trodimenzionalne turbulencije jer u konkretnom slučaju ova mala dubina reke je limitirajući faktor za nastanak virova u ovom delu reke.

U ovom delu reke gde je korito široko karakteristike turbulencije ne zavise od širine reke već od njene dubine.

Vertikalno mešanje

Koeficijent difuzije za vertikalnu turbulenciju izveden je iz brzine profila.

Ispuštanje otpadne vode u reku (tzv. „tačkasto zagađenje“) karakteriše kontinualni tok na osnovu čega je procenjen koeficijent mešanja. Nakon uliva dolazi do vertikalnog mešanja fluida (slika 2).



Slika 2. Mesto uliva otpadne vode u Južnu Moravu.

Jedan od zadataka bio je i određivanje na kojoj udaljenosti nizvodno će doći do potpunog vertikalnog mešanja otpadne i rečne vode. Termin „potpuno mešanje“ se definiše kao stanje gde će na zamišljenom poprečnom preseku neke razlike u

koncentracijama biti ispod tzv. praga tj. zadatog kriterijuma (npr. boje vode, turbiditeta itd).

Budući da, gledano po vertikali, postoje dve granice za izračunavanje distribucije koncentracije bilo je potrebno odrediti vrednost α , koja se određuje iz odnosa:

$$h = \alpha \sigma$$

gde je h dubina a σ su standardna odstupanja pri raspodeli koncentracije vrednost. Vrednost α je poznata i iznosi 2,5, [9].

Vertikalna turbulentna difuzija vrši mešanje otpadne vode po vertikali, počev od tačkastog zagađenja. Kod vertikalnog mešanja izračunali smo koeficijent vertikalne turbulentne difuzije:

$$h = 2.5 \sqrt{2Dt, z t}$$

gde je t vreme koje je potrebno za postizanje vertikalnog mešanja (tokom vremena t ovo tačkasto zagađenje nizvodno prelazi razdaljinu L).

$$L = \bar{u} t$$

Apksimacijom $u_* = 0,1 \bar{u}$ i vršenjem zamene, koristeći da je $D_{t,z} = 0,067 d u_*$ sledi:

$$h = 2.5 \sqrt{2 * 0,067 h(0,1 \bar{u}) L / \bar{u}}$$

Rešavanjem ove jednačine dobili smo da je $L = 12h$.

Na ovaj način smo izračunali da će ovo tačkasto zagađenje po vertikali biti potpuno izmešano nizvodno u prosečnoj dužini koja će odgovarati 12 visina dubine rečnog korita u ovom delu Južne Morave.

Kako zagađenje nastavlja da se kreće nizvodno bočna turbulentna difuzija meša otpadnu vodu i u poprečnim pravcima. U ovom slučaju otpadna voda u bočnim delovima reke biva dobro izmešana po formuli

$$L_y = W^2/3h$$

gde je W širina reke.



Slika 3. Mešanje otpadne vode nizvodno od mesta uliva u Južnu Moravu (Google Earth, Image ©2023 CNES/Airbus).

Od mesta uliva u Južnu Moravu do tačke L_z otpadna voda liči na trodimenzionalni „obojeni oblak“ (slika 3) što se matematičkim jednačinama može uprostiti. Izvan tačke L_z ovaj „obojeni oblak“ se meša po vertikali a javlja se i longitudinalna disperzija. Za rastojanja manja od L_y mogu da se koriste i dvodimenzionalni modeli (lateralna turbulentna difuzija i longitudinalna disperzija). Za rastojanja izvan L_y prihvatljivi su i jednodimenzionalni i longitudinalni modeli disperzije.

Studija je pokazala da se vertikalno mešanje otpadne vode u postiže brzo i u hladnoj vodi (decembar 2023. godine).

Brzo mešanje vode nizvodno odgovara udaljenosti koja odgovara zbiru od oko 12 prosečnih dubina u tom delu reke, za razliku od lateralnog mešanja koje traje mnogo duže. Nizvodno odatle se uočava naglo povećanje lateralnog mešanja rečne i otpadne vode.

Transferzalno mešanje

Širina reke ima izvesnu ulogu u transferzalnom (poprečnom) mešanju.

Koeficijent brzine mešanja smo dobili eksperimentalnim putem jer nismo imali poprečnu brzinu profila ovog dela reke. Kao prosečan koeficijent poprečne turbulentne difuzije koristili smo slučaj kada je uniformnog rečnog toka:

$$D_{t,y} = 0,15 d u^*$$

Transferzalno mešanje odstupa uglavnom zbog krupnih lateralnih koherentnih pokreta, koji ustvari i nisu svojstveni turbulenciji. Na osnovu dobijenih eksperimentalnih vrednosti dobili smo da tačnost iznosi $\pm 50\%$. Ovo sve iz razloga da dubina rečnog toka u ispitivanoj dužini nije svuda ista kako zbog različite dubine mulja tako i zbog različitog geološkog sastava podloge. Sve ovo doprinosi transferzalnom mešanju zbog čega smo koristili formulu.

$$D_{t,y} = 0,6 d u^*$$

Rečni tok je u ovom delu blago krivudav i obale su blago neravnomerne tako da je koeficijent poprečne turbulentne difuzije iznosio 0,6.

Longitudinalno mešanje

Longitudinalno (uzdužno) mešanje otpadne vode u reci dominira kako zbog neujednačene vertikalne brzine profila rečnog toka tako i zbog drugih nejednakosti kao što su tzv. "mrtve zone" u reci (tj. krivudavost reke). Uzdužno mešanje je posledica procesa koji se naziva longitudinalna disperzija (zbog čega smo u proračunima $D_{t,x}$ zanemarili i zamenili ga longitudinalnim disperzionim koeficijentom).

4. ZAKLJUČAK

U protoku fluida u otvorenom kanalu reke Južna Morava nema razlike u gradijentu otpadne vode po vertikali.

Pri maloj brzini reke zagađivač pokazuje laminarni protok jer se tečnost kreće u paralelnim slojevima i to skoro u savršenim linijama jer eventualna odstupanja od takvog kretanja bivaju poništena delovanjem viskoziteta.

Otpadna voda nizvodno ima oblik "rastegnute obojene magle" koja nastaje usled različitih advekcijских brzina smicanja tako da se već nakon kratke udaljenosti javlja razlika u gradijentu koncentracije. Nizvodnim pružanjem ovog "zamagljenja" turbulentna difuzija izjednačava ove razlike u vertikalnom gradijentu koncentracije.

Pri velikim brzinama protok vode postaje turbulentan tako da kretanje tečnosti iznenada postaje nestabilno zbog čega nastaje čitav spektar vrtloga (rastom nestabilnosti rastu i nepravilnosti u kretanju vode).

Turbulentno kretanje vode počinje na 44 metru od mesta uliva.

Krajnji ishod je da je količina "zamagljenja" mnogo veća nego što bi inače nastala samo na osnovu longitudinalne difuzije. Ovaj kombinovani proces advekcije i lateralne difuzije predstavlja disperziju. U ovom slučaju distribucija koncentracije je u suštini jednodimenzionalna jer je mešanje dobro u y- i z- pravcima.

Rezultirajuće jednačine su zadržale svoj prethodni oblik a koeficijenti mešanja su predstavljali nizove veličina koje su veće od koeficijenta molekularne difuzije.

Brzo mešanje vode nizvodno odgovara udaljenosti koja odgovara zbiru od oko 12 prosečnih dubina u tom delu reke, za razliku od lateralnog mešanja koje traje mnogo duže.

Vertikalno mešanje otpadne vode u postiže brzo i u hladnoj vodi.

Transferzalno mešanje odstupa uglavnom zbog krupnih lateralnih koherentnih pokreta, koji ustvari i nisu svojstveni turbulenciji. Na osnovu dobijenih eksperimentalnih vrednosti dobili smo da tačnost iznosi $\pm 50\%$.

Longitudinalno mešanje otpadne vode u reci dominira kako zbog neujednačene vertikalne brzine profila rečnog toka tako i zbog drugih nejednakosti kao što su tzv. "mrtve zone" u reci (tj. krivudavost reke).

Koeficijent poprečne turbulentne difuzije iznosio je 0,6.

LITERATURA

- [1] Stokes, George. "On the Effect of the Internal Friction of Fluids on the Motion of Pendulums". Transactions of the Cambridge Philosophical Society. 9, 1851, P. 8–106.
- [2] Reynolds, Osborne. "An experimental investigation of the circumstances which determine whether the motion of water shall be direct or sinuous, and of the law of resistance in parallel channels". Philosophical Transactions of the Royal Society. 174 (0), 1883, P. 935–982.
- [3] Sommerfeld, Arnold. "Ein Beitrag zur hydrodynamischen Erklärung der turbulenten Flüssigkeitsbewegungen (A Contribution to Hydrodynamic Explanation of Turbulent Fluid Motions)". International Congress of Mathematicians, 1908, P. 116–124.
- [4] Tasić, V., Tasić, I., Tasić, S., & Nikšić, M. (2021). Real time it-monitoring of wastewater quality in the prevention of the COVID-19 pandemic. *Poljoprivredna tehnika*, 46(2), 19-27.
- [5] Ullah, Z., Khan, H., Waseem, A., Mahmood, Q., & Farooq, U. (2013). Water quality assessment of the River Kabul at Peshawar, Pakistan: industrial and urban wastewater impacts. *Journal of Water Chemistry and Technology*, 35, 170-176.
- [6] <https://vodovodvranje.rs/2016/02/24/програм-водоснабдевања-и-пречишћава/>
- [7] White, Frank. Fluid Mechanics. 4th edition. McGraw-Hill Higher Education, 2002, ISBN: 0-07-228192-8.
- [8] http://www.engineeringtoolbox.com/liquids-densities-d_743.html
- [9] Kim, Y. D., Seo, I. W., Kang, S. W., & Oh, B. C. (2001). Modeling the mixing of wastewater effluent discharged from ocean outfalls using a hybrid model. *Coastal engineering journal*, 43(04), 259-288.



EKOLOŠKI ASPEKT ISPITIVANJA HIGIJENSKE ISPRAVNOSTI VODA ZA PIĆE ECOLOGICAL ASPECT OF TESTING THE HYGIENIC CORRECTNESS OF DRINK- ING WATER

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

Sadržaj - U ovom radu se govori o ekološkom aspektu ispitivanja higijenske ispravnosti voda za piće, kao važnom faktoru održavanje zdravlja stanovništva i zaštite životne sredine. Voda za piće je jedan od najvažnijih resursa koji utiče na zdravlje ljudi, a njena neispravnost može dovesti do ozbiljnih zdravstvenih problema. Stoga je neophodno da se voda redovno ispituje kako bi se osigurao njen kvalitet i bezbednost. Ispitivanje higijenske ispravnosti voda za piće vrši se u skladu sa Zakonom o vodama i Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće. Ovi propisi definišu parametre koji se moraju ispitivati kako bi se utvrdila higijenska ispravnost vode za piće. Među ovim parametrima su fizičko-hemijski, mikrobiološki i radioaktivni parametri. Ekološki aspekt ispitivanja higijenske ispravnosti voda za piće odnosi se na zaštitu životne sredine od zagađenja vode. Ispitivanje vode za piće omogućava otkrivanje zagađivača i sprečavanje njihovog daljeg širenja. Takođe, ispitivanje vode može pomoći u identifikaciji izvora zagađenja i sprovođenju mera zaštite životne sredine, takođe ima i pozitivan uticaj na životnu sredinu.

Ključne reči: kontrola, kvalitet, voda za piće, ekološki aspekt.

Abstract - This paper discusses the ecological aspect of testing the hygienic correctness of drinking water, as an important factor in maintaining the health of the population and protecting the environment. Drinking water is one of the most important resources that affects people's health, and its malfunction can lead to serious health problems. Therefore, it is necessary to regularly test the water to ensure its quality and safety. Testing of the hygienic suitability of drinking water is carried out in accordance with the Law on Water and the Rulebook on the hygienic suitability of drinking water. These regulations define the parameters that must be tested in order to determine the hygienic suitability of drinking water. Among these parameters are physico-chemical, microbiological and radioactive parameters. The ecological aspect of testing the hygienic suitability of drinking water refers to the protection of the environment from water pollution. Drinking water testing enables the detection of contaminants and prevention of their further spread. Also, water testing can help identify sources of pollution and implement environmental protection measures, it also has a positive impact on the environment.

Key words: control, quality, drinking water, ecological aspect.

1. UVOD

Voda je neophodna supstanca za opstanak svih živih organizama na zemlji, tako da ona mora da poseduje odgovarajući kvalitet, odnosno da je bude u dovoljnoj količini i da je zdravstveno bezbedna.

Problemi koji se najčešće javljaju u toku rada izvorišta podzemnih voda su: opadanje kapaciteta i promena kvaliteta vode. Resurs površinskih voda je osnovni izvor slatke vode. Kvalitet površinskih voda prvenstveno zavisi od atmosferskih padavina, erozije tla u slivu i raznih antropogenih uticaja i njih je potrebno prečišćavati. Kvalitet vode za piće određuje se na osnovu: fizičkih osobina vode, u njoj rastvorenih mineralnih materija, gasovitih supstanci, organskih materija, raznovrsnih koloidnih i suspendovanih čestica i prisustva mikroorganizama.

Voda koju koriste živi organizmi mora da poseduje odgovarajući kvalitet, odnosno potrebno je obezbediti dovoljnu količinu zdravstveno bezbedne vode. Problem zagađenja vode se može smatrati najozbiljnijim, jer se vodom obezbeđuje i proizvodnja hrane, energija i, uopšteno, zaštita životne sredine, pa se iz tih razloga, u svakoj zemlji, vode štite odgovarajućom pravnom regulativom [1].

2. KONTROLA KVALITETA I ISPRAVNOSTI VODA ZA PIĆE

Voda je supstanca izuzetno značajna za živi svet i neophodna je za obavljanje bioloških i metaboličkih reakcija, odnosno predstavlja neophodnu supstancu za stvaranje i održavanje života. U živim bićima voda može da čini i do 90% od ukupne mase tela. Zato voda mora da poseduje dobra higijenska svojstva i sve elemente zdravstvene bezbednosti.

Voda za piće zadovoljavajućeg kvaliteta ne predstavlja rizik po zdravlje ljudi bez obzira na njihovu različitu osetljivost i godine starosti. Kvalitet vode zavisi od u njoj rastvorenih mineralnih materija, gasovitih supstanci, organskih materija, raznovrsnih koloidnih i suspendovanih čestica, ali i prisustva mikroorganizama. Da bi se, prema zakonskoj regulativi, odredio kvalitet vode za piće neophodno je izvršiti kvalitativnu i kvantitativnu analizu pojedinih parametara u uzorku vode.

Pravilno uzorkovanje je izuzetno važan postupak od koga zavisi krajnji rezultat laboratorijskih ispitivanja. Usled neadekvatnog postupka uzorkovanja i transporta rezultati dobijeni analizom neće odgovarati činjeničnom stanju. Osnovni fizički parametri kojima se definišu kvalitet vode za piće su: temperatura vode, boja, miris, ukus i mutnoća.

Ovi parametri govore o njenoj pitkosti i upotrebljivosti i definišu se kao fizički pregled vode za piće. To je osnovni deo svih pregleda vode za piće i može se obaviti na samom vodenom objektu a delom u laboratoriji. Da bi odredili pojedine fizičke karakteristike vode ispitivači se koriste svojim čulima, pri čemu upoređuju jačinu organoleptičkog svojstva uzorka sa skalom poznatih standarda [2].

Neorganske materije u vodi za piće se obično javljaju kao rastvorene soli (kao karbonati i hloridi vezani za suspendovane čestice ili kao kompleksi sa organskim jedinjenjima koja se prirodno javljaju u vodi). Njihovo prisustvo može da bude posledica: prirodnog proceđivanja iz mineralnih slojeva u izvorišta vode, eksploatacije a i metalurgije i termoenergetike, hemijske industrije, poljoprivrede, saobraćaja i deponija komunalnog i industrijskog otpada.

Organske supstance su obično prisutne u vodi za piće u veoma malim koncentracijama i javljaju se najčešće, kao posledica antropogenih aktivnosti. Mogu se podeliti u dve grupe: nusproizvodi dezinfekcije i ostala organska jedinjenja. Nusproizvodi dezinfekcije nastaju u reakcijama dezinfekcionih sredstava, a posebno hlora i organskih materija koje su prisutne u vodi. To su huminske i fulvinske kiseline koje nastaju raspadanjem biljnih i životinjskih ostataka u zemljištu [3].

3. EKOLOŠKI ASPEKT ISPITIVANJA HIGIJENSKE ISPRAVNOSTI VODA ZA PIĆE

Sa ekološkog aspekta, ispitivanje higijenske ispravnosti vode za piće ima značajne posledice na okolinu. U slučaju da se otkriju neispravnosti u kvalitetu vode, postoji rizik od zagađenja prirodnih vodotokova i podzemnih voda. Ovo može imati negativan uticaj na ekosisteme i biološku raznovrsnost u okolini. Dodatno, neispravna voda za piće može predstavljati i rizik za zdravlje ljudi i životinja koje koriste tu vodu.

Ispitivanja obuhvataju analizu različitih parametara kvaliteta vode, kao što su koncentracija hemikalija, mikrobiološka ispravnost i fizičke karakteristike. Voda za piće treba da bude bezbedna, čista i ispravna za konzumaciju, što podrazumeva da ne sadrži štetne supstance ili mikroorganizme koji mogu ugroziti zdravlje ljudi [4].

Ekološki aspekt ispitivanja higijenske ispravnosti voda za piće obuhvata nekoliko ključnih elemenata: kvalitet izvora

vode, proces tretmana vode i kontrolni mehanizmi. Ispravnost vode za piće ima direktan uticaj na zdravlje ljudi i okolinu, ali takođe ima i značajne ekonomske posledice [5].

Ispitivanja obuhvataju analizu različitih parametara kvaliteta vode, kao što su koncentracija hemikalija, mikrobiološka ispravnost i fizičke karakteristike.

Sa ekološkog aspekta, ispitivanje higijenske ispravnosti vode za piće ima značajne posledice na okolinu. U slučaju da se otkriju neispravnosti u kvalitetu vode, postoji rizik od zagađenja prirodnih vodotokova i podzemnih voda. Ovo može imati negativan uticaj na ekosisteme i biološku raznovrsnost u okolini. Dodatno, neispravna voda za piće može predstavljati i rizik za zdravlje ljudi i životinja koje koriste tu vodu.

Voda za piće treba da bude bezbedna, čista i ispravna za konzumaciju, što podrazumeva da ne sadrži štetne supstance ili mikroorganizme koji mogu ugroziti zdravlje ljudi. Ekološki aspekt ispitivanja higijenske ispravnosti voda za piće obuhvata nekoliko ključnih elemenata: kvalitet izvora vode, proces tretmana vode i kontrolni mehanizmi [6].

4. KVALITET IZVORA VODE

Ispitivanje ekološkog statusa izvora vode je prva i najbitnija faza procesa ispitivanja higijenske ispravnosti voda za piće. Ova faza uključuje procenu kvaliteta površinskih i podzemnih vodotokova, istraživanje potencijalnih zagađivača i pratećih parametara kao što su pH vrednost, koncentracija organskih i neorganskih zagađivača, bakteriološka ispravnost i drugi parametri.

Kvalitet izvora vode je od izuzetne važnosti za zdravlje i dobrobit ljudi. Izvori vode su prirodni rezervoari vode koji su obično podzemni i služe kao izvor pitke vode za ljudsku potrebu. Kvalitet izvora vode može biti ugrožen različitim faktorima, uključujući prisustvo zagađivača, promene u hemijskoj kompoziciji i fizičkim svojstvima vode, kao i promene u okruženju [7].

Zagađivači mogu biti različite prirodne i antropogene supstance koje utiču na kvalitet vode. Prirodni zagađivači uključuju mineralne soli, organske materije i mikroorganizme koji mogu biti prisutni u zemljištu i stenama kroz koje voda protiče. Antropogeni zagađivači su rezultat ljudske aktivnosti i uključuju otpadne vode iz industrijskih postrojenja, saobraćajnih sistema, poljoprivrede i domaćinstva. Ovi zagađivači mogu uključivati hemikalije, teške metale, bakterije i druge opasne supstance.

Hemijska kompozicija vode je takođe bitan faktor za kvalitet izvora vode. Voda može biti različitih hemijskih svojstava u zavisnosti od geoloških formacija kroz koje protiče. Neki izvori vode mogu biti bogati mineralima, dok drugi mogu imati niskog mineralnog sadržaja. Hemijska kompozicija vode može uticati na njen ukus, miris i optimalnost za konzumaciju [8].

Fizička svojstva vode takođe igraju ulogu u kvalitetu izvora vode. Ova svojstva uključuju temperaturu, boju, mutnoću i pH vrednost. Optimalni kvalitet izvora vode obično podrazumeva prisustvo čiste, prozirne i bezbojne vode sa odgovarajućom pH vrednošću [9].

Promene u okruženju mogu imati značajan uticaj na kvalitet izvora vode. Promene u klimatskim uslovima, uključujući promene u prosečnim temperaturama i oborinama, mogu dovesti do promena u kvalitetu izvora vode. Takođe, urbanizacija i industrializacija mogu dovesti do zagađenja izvora vode i smanjiti njihov kvalitet.

U cilju održavanja dobrog kvaliteta izvora vode, neophodno je primeniti različite metode za očišćavanje i zaštitu izvorišta. Očišćavanje vode može uključivati fizičke, hemijske i biološke procese koji uklanjaju zagađivače iz vode. Zaštita izvorišta se odnosi na prevenciju zagađenja i održavanje prirodnih uslova koji podržavaju kvalitet vode [10].

5. PROCES TRETMANA VODA

Nakon procene kvaliteta izvora vode, sledi proces tretmana vode koji ima za cilj uklanjanje zagađivača i mikroorganizama iz vode. Proces tretmana vode je skup postupaka i tehnologija koje se koriste za očišćavanje vode od različitih zagađivača i primena standarda za kvalitet vode. Ovaj proces ima za cilj da ukloni ili smanji prisustvo fizičkih, hemijskih i bioloških zagađivača iz vode, kako bi se osigurala bezbedna i prihodna voda za različite potrebe.

Proces tretmana vode obično se sastoji iz nekoliko faza, uključujući prečišćavanje, koagulaciju i flokulaciju, sedimentaciju, filtraciju i dezinfekciju. U sledećim pasusima ćemo detaljnije objasniti svaku od ovih faza.

1. Prečišćavanje: Ova faza tretmana vode ima za cilj da ukloni velike čestice i materijale koji se lako mogu odvojiti iz vode. To se obično postiže preko procesa sitnica, gde se voda propušta kroz sita različitih veličina da bi se uklonile čestice peska, šljunka i drugih velikih zagađivača.

2. Koagulacija i flokulacija: U ovoj fazi, koagulansi (najčešće aluminijumski ili železni koagulansi) dodaju se u vodu kako bi pomogli u aglomeraciji malih čestica i formiranju većih flokova. Ovi flokovi zatim postaju teži i lakše se odvajaju od vode.

3. Sedimentacija: U ovoj fazi, flokovi koji su formirani u prethodnoj fazi nastaljuju da se spuštaju na dno basena ili rezervoara. Ova spuštanja obično se dešava prirodnom gravitacionom silom, a vremenom se formira sloj sedimenta koji se zatim može ukloniti.

4. Filtracija: Ova faza tretmana vode uključuje prolazak vode kroz različite filtere ili membrane koji uklanjaju preostale čestice, bakterije i druge zagađivače. Filteri mogu biti napravljeni od različitih materijala, kao što su pesak, ugljen, antracit i membranski filteri.

5. Dezinfekcija: Poslednja faza tretmana vode je dezinfekcija, gde se koriste hemikalije ili fizički procesi da bi se uništili ili inaktivirale preostale bakterije, virusi i drugi mikroorganizmi. Neki od najčešćih metoda dezinfekcije uključuju hloraciju, ozonizaciju i ultravioleto zračenje.

Proces tretmana vode može biti veoma kompleksan i zavisi od različitih faktora, kao što su izvor vode, nivo zagađenja i krajnja namena vode. On se primenjuje u različitim industrijama i sektorima, uključujući komunalnu vodosnabdevanje, preradu hrane, farmaceutsku industriju i proizvodnju energije. Cilj je da se postigne higijenska

ispravnost voda za piće u skladu sa standardima i propisima [11].

6. KONTROLNI MEHANIZMI

Nakon tretmana vode, neophodno je implementirati kontrolne mehanizme koji će osigurati postojanu proveru kvaliteta vode za piće. Ovi mehanizmi uključuju redovno uzorkovanje i analizu vode, primenu standarda i propisa, kao i sistem nadzora i kontrole. Implementiranje kontrolnih mehanizama koji će osigurati postojanu proveru kvaliteta vode za piće je od izuzetne važnosti za zdravlje i bezbednost ljudi. Kvalitet vode za piće se odnosi na fizička, hemijska i bakteriološka svojstva vode koja se koristi za konzumaciju. Ovo uključuje proveru štetnih supstanci, bakterija i drugih zagađivača koji mogu uticati na zdravstveno stanje ljudi. Postojana provera kvaliteta vode za piće treba da obuhvata sledeće kontrolne mehanizme:

1. Redovna analiza vode: Voda za piće treba da se redovno analizira u akreditovanim laboratorijama.

Ova analiza treba da obuhvati proveru fizičkih svojstava (boja, miris i prozirnost), hemijskih svojstava (koncentracija štetnih supstanci i minerala) i bakterioloških svojstava (prisustvo bakterija i drugih mikroorganizama).

2. Usaglašenost sa standardima: Kontrolni mehanizmi treba da osiguraju da voda za piće bude usaglašena sa propisanim standardima. Standardi za kvalitet vode za piće se razlikuju od zemlje do zemlje, ali postoje i međunarodni standardi koji se primenjuju širom sveta. Neki od najpoznatijih standarda uključuju EU Direktivu o vodi za piće, Svetsku zdravstvenu organizaciju (SZO) GAP kodeks i Američku agenciju za zaštitu životne sredine (ERA).

3. Redovno održavanje sistema: Sistemi za vodo snabdevanje i vodovodne mreže treba da se redovno održavaju i proveravaju. Ovo uključuje redovno čišćenje i dezinfekciju sistema, proveru cevovoda na protok i curenja, kao i održavanje filtracionih sistema [12].

Osim kontrolnog mehanizma, važno je i imati efikasan sistem za reagovanje na eventualne probleme sa kvalitetom vode za piće. Ovaj sistem treba da uključuje brzu reakciju na prijave problema, ispravku grešaka i informisanje javnosti o merama koje su preduzete.

Ekološki aspekt ispitivanja higijenske ispravnosti voda za piće ima značajan uticaj na životnu sredinu. Nekompatibilno otpuštanje zagađenih voda može dovesti do zagađenja površinskih i podzemnih vodotokova, što može imati negativan uticaj na ekosisteme i biološku raznovrsnost. Zato je od izuzetne važnosti da se primene odgovarajući postupci tretmana vode i kontrolni mehanizmi kako bi se osigurala higijenska ispravnost voda za piće i zaštitila životna sredina.

7. ZAKLJUČAK

Na osnovu ispitivanja higijenske ispravnosti voda za piće, može se zaključiti da kvalitet vode za piće ima značajan uticaj na zdravlje građana i opšte dobrobiti zajednice. Ulaganje u ispitivanje i osiguranje higijenske ispravnosti vodovodne mreže ima potencijal da spreči širenje bolesti i zaštititi životnu sredinu.

Sa ekološkog aspekta, ispravna voda za piće znači manju potrošnju plastičnih butiljki i drugih jednokratnih pakovanja, što može smanjiti otpad i negativan uticaj na životnu sredinu. Takođe, održavanje higijenske ispravnosti vode za piće može sprečiti zagađenje vodotokova i zaštititi prirodne resurse.

Investiranje u ovaj aspekt ima potencijal da donese brojne koristi, uključujući bolje zdravlje građana, ekonomsku uštedu i zaštitu životne sredine.

Kako bi se osigurala higijenska ispravnost voda, potrebno je preduzeti različite mere i procedure ispitivanja.

U dugoročnom pogledu, investicije u ispitivanje kvaliteta voda za piće mogu sprečiti široku rasprostranjenost bolesti i zdravstvenih problema, što može dovesti do značajnih ekonomskih ušteda.

Voda je prirodni resurs koji treba zaštititi i održavati. Ispitivanje kvaliteta voda za piće je od suštinske važnosti za zaštitu životne sredine i sprečavanje zagađenja vodenih izvora. Ispitivanje higijenske ispravnosti voda za piće ima za cilj da se osigura da voda koju pružaju građanima ne sadrži štetne supstance ili mikroorganizme koji bi mogli ugroziti zdravlje ljudi i životnu sredinu. Održavanje kvaliteta voda za piće može sprečiti zagađivanje reka, jezera i podzemnih vodenih izvora, što je od izuzetnog značaja za opstanak biološkog sveta i ekosistemskih ravnoteža.

Danas su vodo-izvorišta sve više zagađena tako da dobijanje higijenski ispravne vode za piće postaje sve veći problem savremenog čoveka. Ne treba posebno pominjati da je voda odličan put za prenošenje infekcija (hidrične epidemije), a isto tako da se otpadne vode industrije (hemijska, naftna i dr.) vrlo često neprečišćene, ispuštaju u prirodne recipijente.

Osnovni razlog higijenskog pregleda vode i njene prerade je da se potrošači zaštite od patogenih mikroorganizama i nečistoće u vodi tj. da voda bude neškodljiva za ljudsko zdravlje. Pri preradi vode treba, takođe, da se otklone nečistoće koje nisu štetne za ljudsko zdravlje, ali mogu da učine vodu neadekvatnom za piće, da oštete vodovodne cevi, postrojenja i druge elemente sa kojima voda dolazi u dodir ili da učine ceo proces težim i skupljim.

Proces prerade vode obuhvata sledeće uzastopne postupke: prečišćavanje, koagulaciju, sedimentaciju ili flotaciju, filtraciju i dezinfekciju. Funkcionisanje čitavog sistema, kao i veći deo prerade vode, predstavlja u stvari, pripremu vode za efikasnu i pouzdanu dezinfekciju.

Da bi se obezbedile dovoljne količine kvalitetne vode za piće, neprestano se vrše istraživanja i uvode nove tehnologije i postupci za njenu preradu.

LITERATURA

- [1] J. Marković and G. Bogdanović, *Zagađenje površinskih i podzemnih voda na teritoriji grada Niša i mere unapređenja ekološkog statusa reke Nišave*, *Ecologica*: pp. 71-78, 2022.
- [2] B. Bejuk, "Kvalitet pitke vode, Čakovec, Završni rad, 2017.
- [3] M. Đorđević, Zagađivanje i zaštita vazduha, vode i zemljišta, In: *Proc. IEEE Ind. Appl. Soc. Annu. Meeting*, pp. 479-486, 1985.
- [4] Jovanović, P. M.: *Ekologija vode*, Viša tehnološka škola za nemetale odsek: tehnologija vode, Arandelovac, 2002.
- [5] J. Popović-Đorđević, A. Kostić, N. Pantelić, B. Dojčinović, Č. Lačnjevac, *Uticaj makro i mikroelemenata na kvalitet pijaće vode na području dolova (opština Pančevo)*, ARA, Conference Paper, 2016.
- [6] M. Berg, C.H Tran, C.T Nguyen, H.V Pham, R.Schertenleib, W. Giber, "Arsenic contamination of groundwater and drinking water in Vietnam: A human health threat", *Environmental Science and Technology*, Vol. 35, 2001, pp. 2621–2626.
- [7] "Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće", *Službeni list SRJ*, 42/98 i 44/99.
- [8] D. Chapman, V. Kimstach, "Selection of water quality variables". In: D. Chapman (ed.), *Water Quality Assessments – A guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring*, chapter 3, 2nd edition UNESCO/WHO/UNEP, 1996.
- [9] A. Kostić, N. Pantelić, L. Kaluđerović, J. Jonaš, B. Dojčinović, J. Popović-Djordjević, *Physicochemical properties of waters in Southern Banat (Serbia); potential leaching of some trace elements from ground and human health risk*, *Exposure and Health*, 2016, doi: 10.1007/s12403-016-0197-7.
- [10] J.W. Moore, S. Ramaoorthy, *Heavy metals in natural waters: Applied monitoring and impact assessment*, Springer-Verlag, New York, NY, USA, 1984.
- [11] D. Đukić, V. Ristanović, *Hemija i mikrobiologija voda*, Novi Sad, Srbija, Stylos, 2005.
- [12] J. Naceradska, M. Pivokonsky, L. Pivokonska, M. Baresova, R.K. Henderson, A. Zamyadi, V. Janda, *The impact of pre-oxidation with potassium permanganate on cyanobacterial organic matter removal by coagulation*, *Water Research* 114 pp. 42-49, 2017.



MODELOVANJE GENERISANOG OTPADA OD HRANE PRIMENOM ANN MODELING OF FOOD WASTE GENERATION USING ANN

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

Sadržaj - U ovom radu modelovana je godišnja količina generisanog otpada od hrane primenom veštačkih neuronskih mreža i poljoprivrednih i ekonomskih indikatora za države EU. Za kreiranje modela zasnovanog na neuronskim mrežama korišćeni su podaci od 2010. do 2020. godine. Model je razvijen primenom dva tipa neuronskih mreža i to MLP i RBF, dok je za poređenje rezultata kreiranih modela sa istim podacima razvijen model zasnovan na višestrukoj linearnoj regresiji. Za razvoj modela odabrano je tri ulazna parametra: broj stanovnika, bruto domaći proizvod i površina iskorišćenog poljoprivrednog zemljišta. Tokom razvoja modela najpre je urađena korelaciona analiza da bi se utvrdio stepen korelacije između odabranih ulaznih parametara i generisanog otpada od hrane. Rezultati korelacione analize su pokazali da su odabrani ulazi za razvoj modela u zadovoljavajućoj korelaciji sa generisanim otpadom od hrane, što bi značilo da su odabrani ulazi adekvatni za razvoj modela. Nakon razvoja modela zasnovanog na neuronskim mrežama, dobijeni rezultati ukazuju da je i u jednom i u drugom slučaju model dao dobre rezultate predviđanja sa vrednošću koeficijenta determinacije od 0,873 za MLP i 0,872 za RBF. Model zasnovan na višestrukoj linearnoj regresiji dao je znatno slabije rezultate sa vrednošću koeficijenta determinacije 0,503.

Ključne reči: ANN. MLR. Otpad od hrane. MLP. RBF.

Abstract - In this paper, the annual generated food waste was modeled using artificial neural networks and agricultural and economic indicators for EU countries. Data from 2010 to 2020 were used to create a model based on neural networks. The model was developed using two types of neural networks, MLP and RBF, while a model based on multiple linear regression was developed to compare the results of the created models with the same data. Three input parameters were chosen for the development of the model: number of population, gross domestic product and utilised agricultural area. During the development of the model, a correlation analysis was first performed to determine the degree of correlation between the selected input parameters and the generated food waste. The results of the correlation analysis showed that the selected inputs for the development of the model are in satisfactory correlation with the generated food waste, which would mean that the selected inputs are adequate for the development of the model. After developing a model based on neural networks, the obtained results indicate that in both cases the model gave good prediction results with a coefficient of determination value of 0.873 for MLP and 0.872 for RBF. The model based on multiple linear regression gave significantly weaker results with a coefficient of determination value of 0.503.

Key words: ANN. MLR. Otpad od hrane. MLP. RBF.

1. UVOD

Okvirna Direktiva o otpadu 2008/98/EC Evropskog parlamenta i Uredba EC broj 178/2002 Evropskog parlamenta i Saveta od 28. Januara 2002. godine o utvrđivanju opštih principa i zahteva zakona o hrani, osnivanju Evropske agencije za bezbednost hrane i utvrđivanju procedura u pitanjima bezbednosti hrane, definiše "otpad od hrane" kao svu hranu kako je definisno u članu 2 Uredbe koja je postala otpad [1,2]. Prema podacima Evropske agencije za zaštitu životne sredine (EEA), otpad od hrane čini skoro 60% celokupnog bio-otpada [3]. Imajući u vidu efekat koji ova vrsta otpada

ima na životnu sredinu i društvo generalno, redukcija ove vrste otpada se doživljava kao etička odgovornost društva u celini [4]. Ekonomski i ekološki efekti proistekli generisanjem otpada od hrane uslovlili su da u većini Evropskih zemalja, upravljanje otpadom od hrane se izdvaja kao prioritet u politikama prevencije [5]. U tom smislu, najčešće mere koje se sprovode odnose se na podizanje svesti građana o problemu rasipanja hrane, promocije prodaje "drugorazredne" hrane trgovaca na malo i dr. Ipak, efikasnost mera prevencije ove vrste otpada, aktivnosti i politike upravljanja i dalje su izazov sa kojim se suočava društvo.

Usvajanjem Okvirne Direktive o otpadu, obaveza država koje su je prihvatile jeste i praćenje napretka ka ostvarivanju ciljeva Direktive. Na osnovu Uredbe o statistici otpada (EC) No. 2150/2002 i revidirane Uredbe EU No. 849/2010, države članice su u obavezi da dostavljaju podatke o količinama generisanog otpada na godišnjem nivou [6]. U tom smislu, praćenje i procena otpada od hrane i usaglašenost podataka od suštinskog je značaja za poređenje potencijalnog uticaja različitih politika za prevenciju i redukciju ove vrste otpada a koja se primenjuje u državama Evrope.

Primena veštačkih neuronskih mreža za predviđanje generisanog otpada bila je predmet istraživanja u brojnim studijama [7–9]. Rezultati pomenutih istraživanja su pokazali da se veštačke neuronske mreže mogu veoma uspešno koristiti za predviđanje generisanog otpada i time poslužiti kao jedan od alternativnih modela za procenu količina nastalog otpada.

Multilayer Perceptron (MLP) i Radial Basis Function (RBF), tipovi Veštačkih Neuronskih Mreža (ANN) su u ovom radu korišćene za razvoj modela. Uporedo, radi komparacije rezultata ANN modela razvijen je i model zasnovan na višestrukoj linearnoj regresiji (MLR).

2. MATERIJALI I METODE

Za razvoj modela zasnovanog na ANN u ovom radu korišćeni su podaci iz baze podataka Eurostat-a za 32 države Evrope za period od 2010. do 2020. godine [10].

ANN predstavljaju oblik veštačke inteligencije koji oponaša način funkcionisanja biološkog nervnog sistema. Predstavljaju paralelni procesor sa sposobnošću čuvanja znanja stečenog iskustvom i njegove primene u predviđanju ili klasifikaciji. Jedan od ključnih koraka u razvoju modela zasnovanih na ANN je obuka, ili trening u kojima mreže uočavaju vezu između prezentovanih numeričkih primera problema koji se rešava [11,12].

Za razvoj modela ANN korišćene su dve arhitekture neuronskih mreža i to: Multilayer Perceptron (MLP)-standardna troslojna mreža sa jednim skrivenim slojem neurona i Radial Basis Function (RBF).

Na osnovu dostupnih podataka, kao ulazne promenljive za razvoj modela ANN odabrano je tri parametara i to: broj stanovnika (BS), bruto domaći proizvod (BDP) i korišćena poljoprivredna površina (KPP). Deskriptivna statistika svih promenljivih korišćenih za razvoj modela prikazana je u Tabeli 1. Za ove promenljive se, na osnovu literaturnih podataka, pretpostavilo da imaju značajan uticaj na generisanje otpada od hrane. Dok je izlazna promenljiva generisan otpad od hrane (GOH). Za proveru adekvatnosti odabranih ulaznih/nezavisnih promenljivih sprovedena je korelaciona analiza. Rezultati korelacione analize sprovedene nad svim promenljivama pre odabira ulaznih promenljivih za razvoj modela prikazana je u Tabeli 2. Zadovoljavajuća korelacija sa izlaznom promenljivom ukazuje da su odabrani inputi za razvoj modela adekvatni.

Tabela 1. Deskriptivna statistika.

	GOH (t)	BDP (e po st.)	BS	KPP (ha)
Min	756	3460	319575	10.7
Max	5893619	84840	83166711	38560
Mean	709358	25192.01	16697081	6416.834
St.Dev.	1158702	18232.72	23297386	8954.937

Tabela 2. Korelaciona analiza.

	GOH	BDP	BS	KPP
GOH	1			
BDP	0.18272	1		
BS	0.642388	-0.05651	1	
KPP	0.464429	-0.16452	0.897428	1

ANN i MLR modeli kao i statistička analiza dobijenih rezultata vršena je primenom softverskog paketa IBM SPSS Statistics 19.

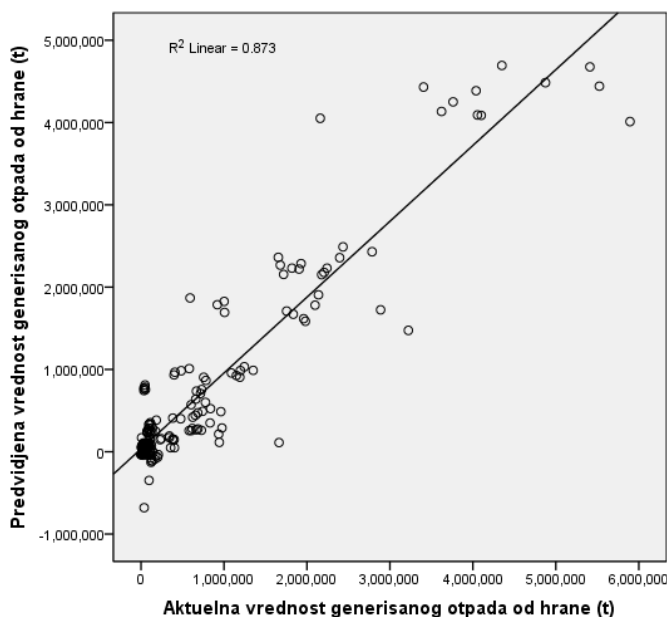
3. REZULTATI I DISKUSIJA

Nakon odabira odgovarajućih ulaznih promenljivih, pristupilo se razvoju modela zasnovanog na ANN. U ovom radu primenjene su dve arhitekture neuronskih mreža i to: standardna troslojna MLP neuronska mreža sa jednim skrivenim slojem neurona i RBF. U slučaju MLP 70.6% podataka je korišćeno u fazi obuke modela, dok je 29.4% prezentovanih ulaznih podataka korišćeno za testiranje mreže u fazi obuke. S druge strane, kod RBF arhitekture neuronske mreže, 74.2% prezentovanih podataka je korišćeno za trening, ili obuku mreže, dok je 25.8% podataka korišćeno za testiranje mreže u fazi obuke. Detaljne informacije o parametrima ANN koji su odabrani pri razvoju modela primenom SPSS softvera prikazani su u Tabeli 3.

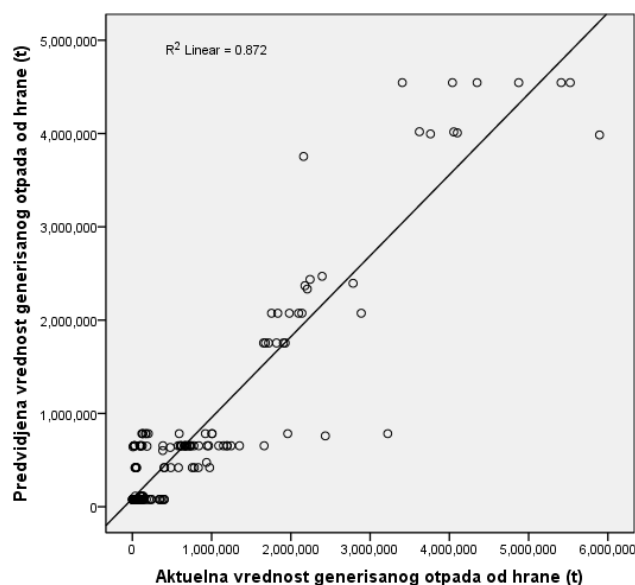
Tabela 3. Parametri ANN.

		1	BDP
	Covariates	2	BS
Input Layer		3	KPP
	Number of Units		3
	Rescaling Method for Covariates		Standardized
	Number of Hidden Layers		1
Hidden Layer(s)	Number of Units in Hidden Layer 1		2
	Activation Function		Hyperbolic tangent
	Dependent Variables	1	GOH
	Number of Units		1
Output Layer	Rescaling Method for Scale Dependents		Standardized
	Activation Function		Identity
	Error Function		Sum of Squares

Rezultati kreiranih ANN modela na trening podacima, prikazani su na slikama 1 i 2. Kao što se može videti vrednost koeficijenta determinacije (R^2) u slučaju MLP modela za trening podatke iznosi 0.873 što su veoma zadovoljavajući rezultati predviđanja. S druge strane u slučaju RBF modela ANN su dale takođe zadovoljavajuće rezultate predviđanja sa vrednošću koeficijenta determinacije od 0.872, što je vrednost nešto slabija u odnosu na MLP model.



Slika 1. Rezultati MLP modela.

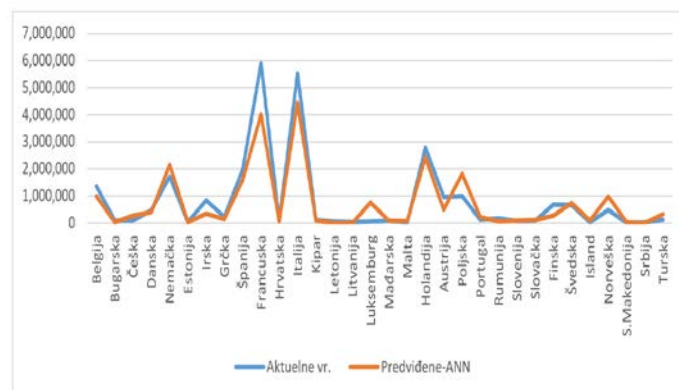


Slika 2. Rezultati RBF modela.

Radi poredjenja rezultata ANN modela, sa istim podacima kreiran je i MLR model. Vrednost koeficijenta determinacije- R^2 u slučaju ovog modela je znatno manja i iznosi 0.503, što je rezultat znatno slabiji u odnosu na modele zasnovane na veštačkim neuronskim mrežama. Nakon razvoja modela, pristupilo se validaciji kreiranih modela sa potpuno novim podacima za 2020. godinu. Bolje rezultate predviđanja, očekivano je dao MLP model. Dobijeni rezultati predviđanja MLP modela za svaku državu pojedinačno prikazani su na slici 3.

Kao što se sa slike 3 može videti ANN-MLP model daje veoma dobro slaganje između aktuelnih i ANN-MLP modelom predviđenih vrednosti generisanog otpada od hrane. Imajući u vidu da su pojedini podaci za ulazne promenljive procenjene, a ne stvarne, izmerene vrednosti, može se pretpostaviti da su mala odstupanja u predviđanju upravo posledica te činjenice. Takođe, za razvoj svih modela korišćeno je samo tri ulazne promenljive/inputa, u tom smislu

može se pretpostaviti da bi modeli dali bolje rezultate predviđanja ukoliko bi broj inputa za razvoj modela bio veći, tj. ukoliko bi se uključili dodatni ulazni parametri koji su u korelaciji sa generisanim otpadom od hrane.



Slika 3. Rezultati ANN-MLP modela na podacima za validaciju za svaku državu pojedinačno.

4. ZAKLJUČAK

Generisanje otpada od hrane koje je uslovljeno sve većim potrošačkim navikama savremenog društva za posledicu ima gomilanje otpada od hrane i negativne efekte na sve segmente životne sredine. Brojni su napor i politike prevencije na međunarodnom nivou kako bi se otpad nastao od hrane sveo na razumnu meru. Države EU i one koje pretenduju da postanu članice svoje razvojne politike u pogledu otpada i otpada od hrane usklađuju sa Regulativama EU što ih obavezuje da redovno podnose izveštaje o napretku ka zacrtanim ciljevima u pogledu ove vrste otpada. To podrazumeva, između ostalog i izveštaje o količinama generisanog otpada od hrane i drugih vrsta otpada.

Da bi se dobili što tačniji podaci o količinama generisanog otpada od hrane i na taj način pratili indikatori ostvarenja zadatih ciljeva propisanih EU regulativama, postojanje alternativnih modela i metodologija je poželjno. U tom smislu je u ovom radu razvijen model zasnovan na veštačkim neuronskim mrežama za 32 države Evrope za predviđanje godišnjeg generisanog otpada od hrane. U radu su korišćene dve topologije neuronskih mreža i to MLP i RBF. Dobijeni rezultati ukazuju da je model MLP topologije ANN dao bolje rezultate predviđanja sa R^2 - 0.873 u odnosu na RBF topologiju R^2 - 0.873 kako na trening tako i na podacima za validaciju modela. Pored toga razvijeni regresioni model, za komparaciju ANN modela, dao je znatno slabije rezultate predviđanja sa vrednošću koeficijenta determinacije 0.503. Dobijeni rezultati na podacima za validaciju modela pokazali su veoma dobro slaganje sa merenim vrednostima za sve države uključene u ovom istraživanju.

Na osnovu dobijenih rezultata kako u trening fazi, tj. u fazi obuke, tako i u fazi validacije modela, može se zaključiti da se ANN mogu koristiti za predviđanje godišnjih količina komunalnog otpada za odabrane države.

Buduća istraživanja mogla bi ići u pravcu primene dodatnih ulaznih promenljivih za razvoj modela kako bi model dao bolje rezultate predviđanja generisanog otpada od hrane.

LITERATURA

- [1] EUR-Lex, Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives (Text with EEA relevance), 2018.
<http://data.europa.eu/eli/dir/2008/98/2018-07-05/eng> (accessed November 30, 2023).
- [2] EUR-Lex, Regulation (EC) No 178/2002 of the European Parliament and of the Council of 28 January 2002 laying down the general principles and requirements of food law, establishing the European Food Safety Authority and laying down procedures in matters of food safety, 2002.
<http://data.europa.eu/eli/reg/2002/178/oj/eng> (accessed November 30, 2023).
- [3] EEA, 2020, Bio-waste in Europe — turning challenges into opportunities — European Environment Agency, (n.d.). <https://www.eea.europa.eu/publications/bio-waste-in-europe> (accessed November 30, 2023).
- [4] K.D. Hall, J. Guo, M. Dore, C.C. Chow, The Progressive Increase of Food Waste in America and Its Environmental Impact, *Plos One*. 4, e7940, 2009.
- [5] Z. Said, P. Sharma, Q. Thi Bich Nhung, B.J. Bora, E. Lichtfouse, H.M. Khalid, R. Luque, X.P. Nguyen, A.T. Hoang, Intelligent approaches for sustainable management and valorisation of food waste, *Bioresour. Technol.* 377 128952, 2023.
- [6] EUROSTAT, Waste generation and treatment (env_wasgt), 2023).
https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/env_wasgt_esms.htm (accessed November 30, 2023).
- [7] D. Antanasijević, V. Pocajt, I. Popović, N. Redžić, M. Ristić, The forecasting of municipal waste generation using artificial neural networks and sustainability indicators, *Sustain. Sci.* 8, 37–46, 2013.
- [8] V.M. Adamović, D.Z. Antanasijević, M.Đ. Ristić, A.A. Perić-Grujić, V.V. Pocajt, An optimized artificial neural network model for the prediction of rate of hazardous chemical and healthcare waste generation at the national level, *J. Mater. Cycles Waste Manag.* 20, 1736–1750, 2018.
- [9] V.M. Adamović, D.Z. Antanasijević, M.Đ. Ristić, A.A. Perić-Grujić, V.V. Pocajt, Prediction of municipal solid waste generation using artificial neural network approach enhanced by structural break analysis, *Environ. Sci. Pollut. Res.* 24, 299–311, 2017.
- [10] EUROSTAT, Home - Eurostat, (2023). <https://ec.europa.eu/eurostat/en/web/main/home> (accessed March 17, 2023).
- [11] S.M. Cabaneros, J.K. Calautit, B.R. Hughes, A review of artificial neural network models for ambient air pollution prediction, *Environ. Model. Softw.* 119, 285–304, 2019.
- [12] K. Han, Y. Wang, A review of artificial neural network techniques for environmental issues prediction, *J. Therm. Anal. Calorim.* 145, 2191–2207, 2021.



ANALIZA EFIKASNOSTI MODELA NAPLATE KOMUNALNE USLUGE ODNOŠENJA OTPADA IZ DOMAĆINSTAVA

ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF THE CHARGE MODEL OF THE MUNICIPAL SERVICE FOR WASTE REMOVAL FROM HOUSEHOLDS

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

Sadržaj – Jedna od najznačajnijih komunalnih delatnosti je usluga iznošenja otpada iz domaćinstava. Korisnici ove komunalne usluge, u većini slučajeva, ne znaju na koji način i po kom modelu se formira cena ove usluge. Teoretski postoji četiri modela naplate, od čega je u našoj zemlji, primenu našlo tri modela. Interesantno je da je, verovatno najslabiji i najnepravedniji sistem naplate prisutan u najvećem broju gradova Srbije. To je model naplate prema kvadraturi prostora koji koriste korisnici usluga. Iako postoje pokušaji da se sistem tarifiranja usluga upravljanja otpadom unapredi, u tom segmentu za sada nije postignut značajniji napredak. Obzirom da se u ceo sistem upravljanja otpadom decenijama unazad nije previše ulagalo ni investiralo, veći napredak u segmentu cena i tarifiranja verovatno nije bio ni moguć.

Ključne reči: Komunalni otpad. Model naplate usluge.

Abstract - One of the most important communal activities is the service of removing waste from households. Users of this utility service, in most cases, do not know how and according to which model the price of this service is formed. Theoretically, there are four billing models, of which three models have been found in our country. It is interesting that probably the weakest and most unfair billing system is present in the largest number of cities in Serbia. It is a billing model according to the square footage of the space used by service users. Although there are attempts to improve the tariff system for waste management services, no significant progress has been achieved in that segment so far. Given that the entire waste management system has not been heavily invested in for decades, greater progress in the segment of prices and tariffs was probably not even possible.

Key words: Municipal waste. Service billing model.

1. UVOD

Iako kvantitativno komunalni otpad predstavlja samo mali deo ukupne količine otpada (3 do 5%), koji se generiše u našoj zemlji, on je stanovništvu „najinteresantniji“, pre svega jer se nalazi u našoj neposrednoj okolini, smešten u kante i kontejnere. Razlog posebnog interesovanja za ovu vrstu otpada je i plaćanje usluge njegovog transporta i deponovanja, javno komunalnim preduzećima. Najveći broj građana, kao korisnici ove komunalne usluge, ne zna puno detalja o tome šta sve konkretna usluga podrazumeva, pa čak ni od čega zavisi visina računa, koji im se uredno svakog meseca uručuje.

Cena ove usluge, u osnovi, treba da izbalansira odnose svih učesnika koji doprinose dobrom funkcionisanju celog sistema upravljanja otpadom. Nije sporno da korisnik usluga kao potrošač i zagađivač treba da plati sve troškove koje je proizveo, ali tu individualizaciju troška je kod otpada teško precizno utvrditi.

Kod definisanja izbalansiranog i pravičnog sistema tarifiranja, prva ozbiljnija prepreka javlja se već na početku,

kod utvrđivanja količine generisanog otpada. Za razliku od nekih drugih komunalnih usluga, ovde nema mernog instrumenta, pa nije moguće precizno utvrditi količinu otpada koju je proizveo (generisao) pojedini korisnik. Naime, kod odlaganja otpada često postoje posude (kontejneri) koje istovremeno koristi veći broj korisnika (zajedničke posude), tako da se ne zna pouzdano ni ko, a ni koliko otpada je tom prilikom odložio. Time se smanjuje interes onog korisnika usluga koji teži da smanji količinu nastajanja svog otpada jer se to neće odraziti na iznosu računa koji dobije. Osim toga, i sistem trenutnog obračunavanja ove komunalne usluge je, u većini gradova Srbije, daleko od idealnog jer se sprovodi sistem plaćanja po kvadraturi objekata u kojima žive korisnici usluge [1].

U ovom radu će se dati pregled mogućih opcija, koje se pružaju za obračun usluge odnošenja komunalnog otpada, kao i troška koji će snositi korisnici te usluge.

2. MOGUĆI NAČINI OBRAČUNA USLUGE

Treba istaći da cena ove komunalne usluge, u većini slučajeva podrazumeva naplatu samo servisa sakupljanja i

odvoza otpada. Za dobro funkcionisanje sistema upravljanja otpadom, ta cena, odnosno tarifiranje bi trebalo da pokrije sve troškove, kako operativne tako i troškove razvoja i unapređenja celog sistema (npr. troškovi dodatnih investicija u mehaničko-biološku preradu ili troškovi odlaganja na sanitarnu deponiju). Ovo ne znači da će cena usluga koja se ispostavlja korisnicima, uvek biti nešto viša jer se u slučaju postojanja primarne selekcije, može vršiti i umanjenje cene korisnicima, u meri u kojoj daju doprinos toj selekciji,

U praksi postoji 4 načina obračuna ove komunalne usluge i to: naplata po masi generisanog otpada, zatim po zapremini otpada, po površini objekta koji koriste korisnici usluge i po broju članova domaćinstva [1] [2].

2.1. Naplata po masi proizvedenog otpada

Čak je i laiku jasno da je najpravednija opcija za određivanje cene usluge i troška koji će snositi korisnici, merenje težine otpada koju je korisnik generisao. Ovakvim načinom naplate, generator otpada bi se stimulisao da, kao prvo, pokuša da smanji količine otpada koji pravi, a sa druge strane reciklabilne frakcije u svom komunalnom otpadu, odvoji i odnese u sabirne centre, čime će takođe smanjiti količinu (težinu) otpada u svojoj kanti.

Jasno je, naravno, da je ovo lakše sprovesti kod individualnog, nego kolektivnog stanovanja, ali to nije i jedini problem. Naime, za ovakav sistem naplate, neophodno je da se prethodno organizuje ceo sistem preuzimanja otpada tako da se već u momentu odlaganja meri ili procenjuje količina (težina) i da se taj podatak odmah evidentira i veže za određeno pravno ili fizičko lice kome će kasnije sve to biti naznačeno na računu. Zbog ozbiljnih finansijskih ulaganja u potrebnu opremu za merenje težine komunalnog otpada već kod preuzimanja, ovakav sistem postoji samo u nekoliko najrazvijenijih država ili nekim njihovim delovima.

Ovde treba naglasiti da ako želimo potpuno pravednu naplatu usluge potrebno bi bilo meriti ne ukupnu količinu, već količine po pojedinim frakcijama jer nisu isti troškovi daljeg postupanja (tretiranja) kada pojedinac odloži na primer 5 kilograma mešanog ambalažnog otpada koji je pogodan za reciklažu ili kada odloži 5 kilograma biorazgradljivog otpada. Tako bi, u sistemu "pravednog" obračuna trebalo odvojeno meriti količine mešanog komunalnog otpada, selektovanog ambalažnog otpada pogodnog za reciklažu i biootpada.

2.2. Naplata po zapremini proizvedenog otpada

Druga, mogućnost je da se za jedinicu mere odredi zapremina odloženog otpada. To je iz ugla pravičnosti, takođe poželjna i prihvatljiva jedinica mere. U praksi se najčešće zapremina odloženog otpada poistovećuje sa zapreminom posude u koju je otpad odložen i koju prazni i odvozi komunalno preduzeće.

Za razliku od težine, zapreminska jedinica mere je tehnološki manje zahtevna, ali je i manje precizna. Naime, može se desiti da korisniku bude fakturisana količina od 120 litara, a da je on u tu kantu bacio samo 2 ili 3 kilograma otpada. Može da se desi i obrnut slučaj da korisnik u istu kantu odloži npr. 50 ili više kilograma otpada. Međutim, obzirom da korisnici na to sami mogu da utiču, ovo su u osnovi prihvatljiva i fer odstupanja. Kako korisnici teže tome da im račun bude što manji, jedna od posledica korišćenja

zapreminskih jedinica za obračun vrednosti usluga će po pravilu biti veća sabijenost i veća specifična težina otpada, u odnosu na sabijenost u posudama postavljenim na javnim površinama, a to je dobro. Naime, ta veća sabijenost na mestu nastajanja je za dalje postupanje sa otpadom uglavnom i u osnovi poželjna pojava [1].

Treba imati u vidu da će, kod sistema tarifiranja i naplate po težini ili zapremini, jedan broj korisnika svakako težiti da svoj otpad odloži u posude postavljene na javnim površinama ili što je još gore, tako što će ga odložiti van bilo kakvih posuda (nelegalno odlaganje na divlje deponije), a sve iz razloga potpunog izbegavanja troška plaćanja. Jedino rešenje za ovakve slučajeve je stroga kaznena politika [4].

2.3. Naplata po članu domaćinstva ili po domaćinstvu

Treća mogućnost za merenje izvršene usluge odnošenja komunalnog otpada je tarifiranje po članu domaćinstva ili po domaćinstvu. Ova jedinica mere je, samim tim što nema direktnu korelaciju sa količinama odloženog smeća, naravno manje precizna (i pravedna) od težinskih ili zapreminskih jedinica, ali u nekim slučajevima može da bude dovoljno dobra i upotrebljiva. Ova jedinica mere podrazumeva određeni stepan uprosecavanja, a nije je moguće primeniti na pravna lica kao korisnike usluga, već može da nađe svoju primenu samo kod fizičkih lica.

2.4. Naplata po površini objekata koje koriste korisnici

Četvrta moguća jedinica mere je u raširenoj upotrebi, a vezana je za površinu stambenog ili poslovnog prostora na osnovu koje se utvrđuje ukupno zaduženje i od koje zavisi visina računa koji se isporučuje korisnicima. Ovde je korelacija sa stvarnom količinom otpada koji pojedini korisnik generiše još manja, tako da je i stepen uprosecavanja veći. Naime, primenom ove jedinice sigurno će se dešavati da pojedini korisnici koji objektivno generišu male količine otpada, plaćaju veće račune samo zato što koriste veći stambeni ili poslovni prostor, ali i obrnuto, da pojedini korisnici koji objektivno proizvode veće količine otpada, plaćaju manje. Zato se ovaj sistem naplate i smatra najnepravednijim.

3. MODEL NAPLATE U SRBIJI

U većini gradova Srbije, osnovna jedinica mere za uslugu je površina stambenog i poslovnog prostora, a ima gradova u kojima se usluge obračunavaju i naplaćuju po članu domaćinstva ili po porodičnom domaćinstvu. Takođe, u pojedinim opštinama (npr. Vrbas ili Negotin) prešlo se na zapreminske jedinice mere, ali taj prelazak, nije bio takav da je vrednost usluge direktnije dovedena u vezu sa količinom odloženog otpada, već samo sa zapreminom posude sa kojom su korisnici zaduženi [1].

Tarifiranje po članu domaćinstva primenjuje se pored Novog Sada u još nekoliko opština (npr. Beočin ili Irig), a ovu jedinicu mere primenjuju i privatni operateri kojima su 24 lokalne samouprave poverile obavljanje delatnosti (uglavnom na period od 25 godina). Takođe, u nekoliko manjih opština usluge se tarifiraju po evidentiranom domaćinstvu nezavisno od broja članova (Sečanj, Svilajnac), a ima i primera kombinovane tarife (npr. Trstenik) gde svako domaćinstvo plaća određeni fiksni iznos, koji se zatim

uvećava za varijabilni deo obračunat u zavisnosti od broja članova tog domaćinstva. Korisna površina stambenog ili poslovnog prostora kao osnov za obračun usluge je zastupljena ipak u većini gradova i opština Srbije [3].

U Srbiji postoje pokušaji da se sistem tarifiranja usluga upravljanja otpadom unapredi, ali u tom segmentu za sada nije postignut značajniji napredak. Obzirom da se u ceo sistem upravljanja otpadom decenijama unazad nije previše ulagalo ni investiralo, veći napredak u segmentu cena i tarifiranja verovatno nije bio ni moguć.

Iako je većina korisnika ove usluge nezadovoljno načinom obračuna (pre svega oni korisnici koji plaćaju po kvadraturi), čini se da to nije i najveći problem u ovom segmentu komunalnih aktivnosti. Pre svega, evidentno je da je, u Srbiji, u segmentu naplate troškova, prisutna nedisciplina u plaćanju računa za komunalne usluge, koja se ne smanjuje, pre svega, zbog neefikasne pravne zaštite prihoda komunalnih preduzeća. U proseku, svake godine, više od 60% korisnika ne plaća račune u roku, a jedna trećina korisnika ih uopšte i ne plaća ili ih plaća sa velikim zakašnjenjem i to prinudnim putem. Ovde treba dodati da je decenijama unazad vođena je politika niskih cena i da je cena komunalnih usluga (kao i električne energije, uostalom), postala način da se sačuva socijalni mir. Danas u Srbiji, komunalna preduzeća su arhaično uređena i investiciono nesposobna, tako da je pitanje koliko bi se sistem upravljanja otpadom mogao unaprediti čak i kad bi se iz predpristupnih EU fondova ili drugih bespovratnih izvora finansirale kapitalne investicije [1].

Problem su i loše matične evidencije zbog kojih se dešava da mnogi potrošači ili nisu uopšte obuhvaćeni sistemom naplate ili imaju nerealno manja zaduženja. Dešava se da sistem naplate jednostavno ne obuhvati sve korisnike. Tako u jednom trenutku u Novom Sadu sistem naplate nije prepoznao i identifikovao skoro četvrtinu korisnika usluga koji borave u ovom gradu, a to samo zato što taj boravak nije nigde evidentiran [4].

O nerazvijenost sistema upravljanja otpadom u Srbiji svedoči činjenica da u mnogim, pretežno ruralnim područjima u kojima je nastanjena trećina populacije, još uvek nije organizovan ni elementarni servis sakupljanja i odvoza

otpada. Registrovane deponije, na koje se dovozi sakupljeni komunalni otpad najvećim delom ne zadovoljavaju ni minimalne ekološke standarde. Svega oko 5% komunalnog otpada izdvoji se radi ponovne upotrebe (reciklaže), a mehaničko-biološkog tretmana otpada skoro da nema ni u jednoj opštini ili gradu.

4. ZAKLJUČAK

Sve jedinice mere usluge koje su u primeni, pokazale su određene prednosti, ali i mane. Ipak, čini se da je mnogo važnije umesto „pravičnijeg“ sistema tarifiranja, odabrati onaj sistem u kome su pouzdane baze podataka o korisnicima i koji će obuhvatiti sve ili makar ubedljivu većinu, nego da se uvodi neki „pravični“ koji će korisnici lako izbegavati. To bi dovelo do gubitka kontrole nad sistemom, ali i do još većih nepravilnosti.

Ako se tako posmatra problem, onda možda i ne postoji najbolja i najpravičnija jedinica mere za izvršenu uslugu postupanja sa komunalnim otpadom niti najpravedniji ili najbolji sistem tarifiranja. Sve poznate jedinice su podjednako dobre i podjednako loše, a sam sistem tarifiranja treba da se na lokalnom nivou kreira prema specifičnim prilikama na terenu.

LITERATURA

- [1] Poslovno udruženje komunalnih preduzeća KOMDEL, Cene komunalnih usluga u državama Zapadnog Balkana, Beograd, 2017.
- [2] M. Filipović, L. Krnjeta, Jedinствена metodologija za određivanje cena komunalnih usluga, SKGO, 2013.
- [3] M. Filipović, L. Krnjeta, Vodič za politiku cena komunalnih usluga u opštinama i gradovima Srbije, SKGO, 2017.
- [4] Poslovno udruženje komunalnih preduzeća KOMDEL, Publikacija: „Integralni sistem upravljanja otpadom u Srbiji – Zaključci i preporuke“, 62-ga sednica Upravnog odbora, Vrnjačka Banja, 2015.



ISKUSTVA I REŠENJA U UPRAVLJANJU KOMUNALNIM OTPADOM EXPERIENCES AND SOLUTIONS IN MUNICIPAL WASTE MANAGEMENT

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

Sadržaj - U ovom radu prikazana su trenutna iskustva i opšte ideje u oblasti upravljanja komunalnim otpadom u svetu, u Evropskoj Uniji i u Republici Srbiji. Primeri dobrih praksi predstavljaju osnovu za početak održivog upravljanja komunalnim otpadom u bilo kojoj aktivnosti. Ovaj rad će, pored iskustava, takođe predstaviti i neka inovativna rešenja kako bi se održivost u ovoj oblasti unapredila. Cilj ovog rada jeste da se, pre svega, prikažu razlike u načinu pristupanja upravljanju komunalnim otpadom na globalnom nivou i u Republici Srbiji, kao i da se predstave solucije unapređenja ove oblasti implementacijom novih tehnologija i inovativnih softverskih rešenja.

Ključne reči: Komunalni otpad. Tretmani otpada. Zaštita životne sredine. LandSim softver.

Abstract - This paper presents current experiences and general ideas in the field of municipal waste management in the world, in the European Union and in the Republic of Serbia. Examples of good practices are the basis for sustainable municipal waste management in any activity. This work, in addition to experiences, will also present some innovative solutions in order to improve sustainability in this area. The aim of this work is to show, first of all, the differences in the approach to municipal waste management at the global level and in the Republic of Serbia, as well as to present solutions for improving this area by implementing new technologies and innovative software solutions.

Key words: Municipal waste. Waste treatments. Environmental Protection. LandSim software.

1. UVOD

Održivo upravljanje komunalnim otpadom se odnosi na skup aktivnosti, ocena i smernica za sprečavanje nastanka otpada, smanjenje količine otpada i njegovog štetnog uticaja na životnu sredinu, odvojeno prikupljanje i sortiranje otpada, transport i reciklažu otpada, odlaganje otpada, i praćenje svih ovih aktivnosti [1].

Kako su sve veći problemi sa upravljanjem komunalnim otpadom po proceduri, rađena su različita istraživanja u ovoj oblasti širom sveta: u Kini [2], Rusiji [3], Turskoj [4], Italiji [5], Španiji [6] i još u mnogim drugim zemljama.

Zagađenje vode, zemljišta i vazduha, pojava prekomerne buke, vibracija i neprijatnih mirisa, ugroženost biljnog i životinjskog sveta, štetan uticaj na kulturno-istorijske, estetske i prirodne vrednosti, pojava požara, eksplozija, kao i kontaminacija podzemnih voda usled perkolacije procednih deponijskih voda i drugih neželjenih događaja su samo neki od problema koji mogu nastati usled nepravilnih procedura upravljanja komunalnim otpadom [7]. Primarni ciljevi upravljanja komunalnim otpadom su sprečavanje i minimiziranje generisanja otpada, smanjenje negativnog uticaja od otpada, ponovna upotreba otpada kao sekundarne sirovine ili kao izvora energije i odlaganje otpada na deponije i druga planirana i regulisana privremena odlagališta.

Prema podacima Svetske banke, očekuje se da će generisanje otpada na globalnom nivou porasti za 70% do 2050. Razvijeni svet čini 15% njegove populacije; stvara 34%

svetskog otpada. Iz tog razloga je osnovana Waste 2.0, inicijativa koja ima za cilj da podstakne upravljanje otpadom po proceduri, predlažući da se, pre svega, izbegava nastajanje otpada, a onda i koji način nastali otpad upotrebiti i reciklirati i na taj način smanjiti mogućnost odlaganja otpada na deponijama. [8]

Ključni ciljevi ovog rada su predstavljanje savremene prakse u oblasti upravljanja komunalnim otpadom u svetu i Republici Srbiji, kao i predlaganje potencijalnih rešenja za održivo upravljanje otpadom.

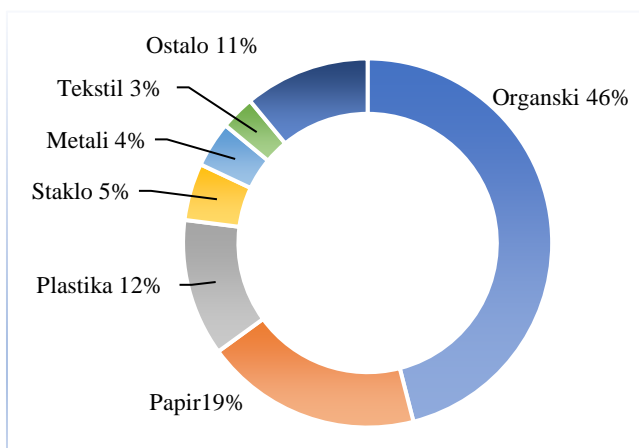
2. UPRAVLJANJE OTPADOM- ISKUSTVA U SVETU

Godišnje se u svetu generiše oko 17 milijardi tona čvrstog otpada, a pretpostavke su da će te količine do 2050. godine iznositi oko 27 milijardi tona. Od toga se u gradovima sveta generiše 1,3 milijarde tona komunalnog otpada, a procenjuje se da će se ova količina povećati na 2,2 milijarde tona do 2025. godine [9].

Stopa generisanja komunalnog otpada po stanovniku je 1,2 kg dnevno, a predviđanja pokazuju da će do 2025. godine ta količina porasti na 1,4 kg po stanovniku dnevno. Povećanje količine otpada neraskidivo je povezano sa povećanjem broja stanovnika, što je povećalo urbanizaciju i društveno-ekonomski razvoj zemlje. Sjedinjene Američke Države prednjače po količini generisanog otpada (oko 621.000 tona dnevno), a potom odmah i Kina u kojoj se dnevno generiše oko 521.000 tona otpada [10], [11].

Agencija za zaštitu životne sredine Sjedinjenih Država [12] u skladu sa Zakonom o očuvanju resursa (RCRA) reguliše komunalni, komercijalni, industrijski i opasni otpad, metode tretmana i efikasne sisteme upravljanja [13]. Takođe promovise planove za praćenje i tretman neopasnog i komunalnog otpada od strane nadležnih vlasti u svakoj državi kako bi se postigla što bolja efikasnost.

Stopa proizvodnje i sastav otpada u SAD uveliko varira između regiona, zemalja, gradova, pa čak i unutar gradova. Organizovano sakupljanje komunalnog otpada u zemljama sa niskim prihodima po glavi stanovnika je 36%, u zemljama nižeg srednjeg prihoda 64%, u zemljama sa srednjim i višim prihodima 82%, a u zemljama sa visokim prihodima po glavi stanovnika, organizovane usluge sakupljanja otpada približavaju se 100% [14]. Na slici 1 je prikazan morfološki sastav komunalnog otpada u zemljama prosečnog nivoa prihoda u SAD.



Slika 1. Morfološki sastav komunalnog otpada u SAD [15].

Najzastupljenija opcija za tretman komunalnog otpada, na globalnom nivou, ali i šire, predstavlja odlaganje otpada na deponijama, iako se prema mnogim strateškim dokumentima iz oblasti upravljanja otpadom ova opcija smatra najmanje poželjnom u hijerarhiji upravljanja otpadom [16].

U tabeli 1 prikazane su metode tretmana komunalnog otpada u zemljama sa prosečnim nivoom prihoda.

Tabela 1. Metode tretmana komunalnog otpada u SAD [14].

Tretman komunalnog otpada	Mil t
Nesanitarno odlaganje	44
Sanitarno odlaganje	80
Kompostiranje	1.3
Recikliranje	1.9
Termički procesi	0.18
Ostalo	8.3

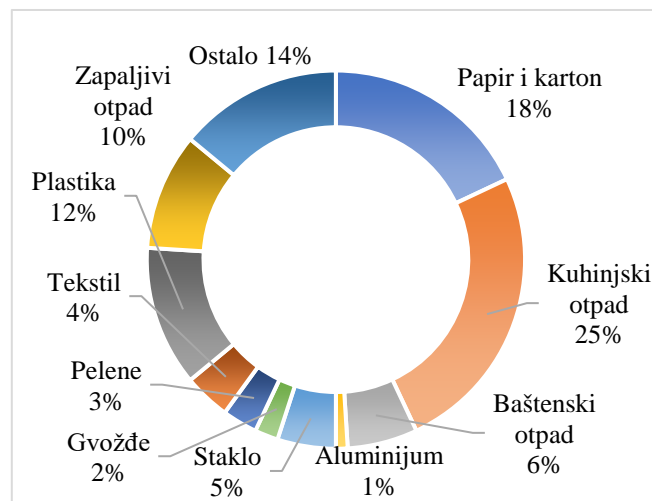
Najveća količina komunalnog otpada se najčešće odlaže na sanitarnim deponijama, ali u zemljama sa veoma niskim prihodima, relativno česta pojava je i odlaganje otpada na nesanitarnim deponijama kao i na divljim smetlištima.

3. UPRAVLJANJE OTPADOM- ISKUSTVA U EU

U zemljama Evropske unije, komunalni čvrsti otpad čini približno 10% ukupnog generisanog čvrstog otpada [17]. Ukupna količina generisanog komunalnog otpada iznosi oko 240 miliona tona, odnosno 475 kg po stanovniku [18]. Najveće

količine komunalnog otpada generišu stanovnici Danske, ≈759 kg po stanovniku, na godišnjem nivou.

Morfološki sastav komunalnog otpada unutar EU razlikuje se među državama članicama, pa je iz tog razloga teško odrediti jedinstvenu strukturu otpada. U morfološkom sastavu komunalnog otpada u razvijenijim zemljama članicama (Nemačka, Francuska, Švedska) dominiraju plastika, karton i papir, dok je udeo organskog otpada nizak. U ostalim državama članicama, između ostalih, Rumuniji, Bugarskoj, koje po ekonomskim pokazateljima pripadaju zemljama u razvoju, u morfološkom sastavu otpada dominira organska frakcija [16]. Na slici 2 prikazan je prosečni morfološki sastav komunalnog otpada u zemljama Evropske Unije.



Slika 2. Morfološki sastav komunalnog otpada u EU [19].

Kada je reč o zastupljenosti opcija tretmana komunalnog otpada u zemljama EU najveći procenat zauzima deponovanje i reciklaža, zatim termički tretman, a najmanji procenat tretmana otpada ima kompostiranje. U tabeli 2 prikazane su metode tretmana komunalnog otpada u EU.

Tabela 2. Metode tretmana komunalnog otpada u EU [19].

Tretman komunalnog tpada	%
Recikliranje	28
Termički tretman	27
Kompostiranje	16
Odlaganje	28

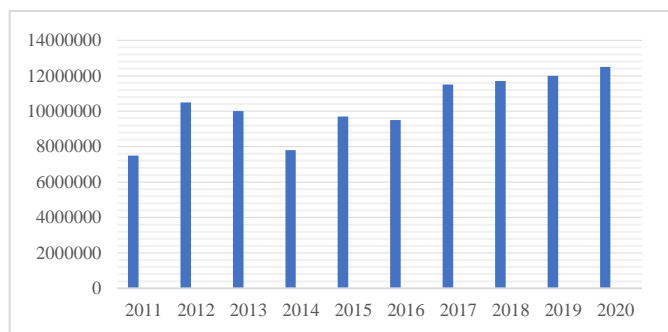
Nemačka, Austrija, Belgija, Švajcarska, Holandija i Švedska reciklirale su najmanje polovinu svog komunalnog otpada. Najveći porast stope reciklaže zabeležen je u Litvaniji, Poljskoj, Italiji, Ujedinjenom Kraljevstvu i Češkoj. Stopa odlaganja komunalnog otpada za 32 zemlje članice EU pala je sa 49% u 2004. na 34% u 2014. U Austriji, Belgiji, Danskoj, Nemačkoj, Holandiji, Norveškoj, Švedskoj i Švajcarskoj, praktično se nijedna vrsta komunalnog otpada ne šalje na deponiju. S druge strane, Kipar, Hrvatska, Grčka, Letonija, Malta i Turska i dalje deponuju više od tri četvrtine svog komunalnog otpada [19].

Rešenja koja su na osnovu ovih podataka ponuđena jesu da je ambicioznim zakonodavstvom EU stimulisano odvojeno sakupljanje komunalnog otpada. Novi, viši ciljevi za reciklažu uvedeni su u izmenjenoj Okvirnoj direktivi o otpadu 2018. godine, što ukazuje na još veće odvojeno prikupljanje u budućnosti. Izmenjena Direktiva iz 2018. uvela je cilj za reciklažu od 65% do 2035. Ovo je posebno ambiciozno, u

poređenju sa procenjenim maksimalnim potencijalom od 80%. Cilj se odnosi na konačne reciklirane količine, a ne na količine otpada prikupljenog za reciklažu.

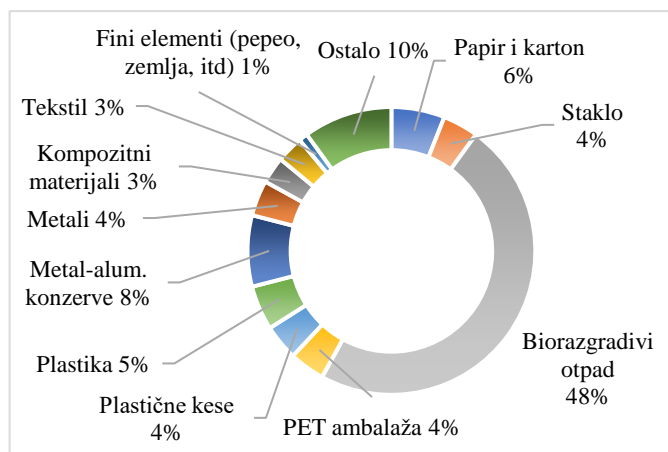
4. UPRAVLJANJE OTPADOM- ISKUSTVA U RS

Prema Zakonu o upravljanju otpadom, podaci o tretmanu otpada obuhvataju ukupnu količinu recikliranog i odloženog otpada. Ove podatke daju JKP na osnovu svojih godišnjih izveštaja. Između 2015. i 2019. godine prijavljene količine tretiranog otpada porasle su za 47 %, dok je količina generisanog otpada porasla za 28 % u istom periodu. Ukupna količina proizvedenog otpada, prema podacima dostavljenim u Nacionalnom registru izvora zagađivanja, prikazana je na slici 3.



Slika 3. Ukupna količina proizvedenog otpada u Republici Srbiji (t) [20].

Kao što se vidi sa slike 3, ukupna količina generisanog otpada tokom 2020. godine je u manjinskom porastu u odnosu na prethodnu godinu. Proizvodnja komunalnog otpada u Srbiji smanjena je sa 2,65 miliona tona generisanog otpada u 2010. na 1,84 miliona tona u 2015. godini, ali je potom porasla na 2,35 miliona tona u 2019. Proizvedene količine odgovaraju 363 kg po stanovniku u 2010. i 338 kg po stanovniku, u 2019. godini, što je otprilike 67% proseka EU od 502 kg po glavi stanovnika u 2019. Morfološki sastav komunalnog otpada do 2020. godine prikazan je na slici 4.

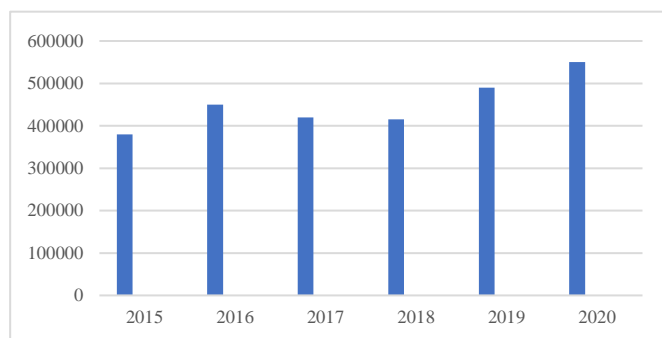


Slika 4. Morfološki sastav komunalnog otpada u Republici Srbiji [21].

Kao što se vidi sa slike 4, morfološki sastav komunalnog otpada u 2020. godini ukazuje na najveću zastupljenost biorazgradivog otpada sa učešćem od 48,4%. Značajno manje zastupljene vrste otpada su: papir i karton, fini elementi i drugo (koža, pelene, guma i dr.).

U Srbiji se pretpostavlja da su količine tretiranog otpada jednake sakupljenim količinama. Efikasnost naplate, odnosno

prikupljena količina podeljena sa ukupnim proizvedenim iznosom, porasla je sa 71% u 2010. godini na 86% u 2019. godini. [22]. Kao što je već rečeno prema Zakonu o upravljanju otpadom, podaci o tretmanu otpada obuhvataju ukupnu količinu recikliranog i odloženog otpada, što znači da su ova dva tipa tretmana otpada skoro jedini i zastupljeni u RS. Količina recikliranog komunalnog otpada u 2020 godini iznosila je 2.143.134 tona otpada. Sve ostalo (skoro 10 miliona tona otpada) završava na deponijama (sanitarnim, nesanitarnim i divljim). U Srbiji postoji 11 sanitarnih deponija, koje su generalno dostigle granice svojih kapaciteta. One ne rade u potpunosti u skladu sa uslovima navedenim u Direktivi EU o deponijama. Pored 11 sanitarnih deponija, u Srbiji postoji oko 100 nesanitarnih deponija i više od 3.000 divljih deponija. Na slici 5. prikazane su količine odloženog komunalnog otpada na sanitarnim deponijama u Republici Srbiji do 2020. godine.



Slika 5. Količine odloženog komunalnog otpada na sanitarnim deponijama u Republici Srbiji [20].

Mešoviti komunalni otpad u Srbiji se odlaže na deponije bez prethodnog tretmana i to je ključni izvor zagađenja površinskih i podzemnih voda u Republici Srbiji. Kada je prisutno nepravilno upravljanje deponijama, curenje procednih voda, iz čvrstog komunalnog otpada koji sadrži mešavinu hemijskih zagađivača, može imati negativan uticaj na zemljište, biljke, podzemne vode, vodene organizme i zdravlje ljudi. [23].

Zbog toga su se, kao **rešenja**, našli modeli i metode za predikciju stanja na deponijama. Takvi modeli u vidu softverskih rešenja nude predikcije uticaja procednih deponijskih voda na podzemne vode, vreme probijanja procednih voda kroz zaštitne obloga na dnu deponije, koncentracije zagađivača u procednim vodama itd. Jedan od takvih modela je LandSim softver, koji generiše dugoročno predviđanje stvaranja procednih voda, curenja i uticaja na životnu sredinu. Koristeći ovaj model u kombinaciji sa podrazumevanim parametrima starenja deponije, moguće je predvideti dugotrajno curenje i zagađenje kako industrijskog tako i opasnog komunalnog otpada koji se odlaže na deponije, i može se koristiti za procenu različitih strategija naknadnog monitoringa deponije iz perspektive životnog ciklusa [24].

LandSim simulacioni model je model procene verovatnoće performansi za predviđanje uticaja razvoja deponije na podzemne vode. Koristi se za predviđanje koncentracija i migracije procednih voda tokom operativne faze deponije, uključujući promene u infiltraciji u telu deponije i pogoršanje sistema kontrole procednih voda. LandSim omogućava operaterima i regulatorima deponije da razmotre ekološke performanse različitih obloga, sistema za sakupljanje procedne vode i da uzmu u obzir veliki izbor geoloških i hidrogeoloških

režima. LandSim koristi tehniku simulacije za kreiranje parametara iz unapred definisanog opsega mogućih ulaznih vrednosti kao što su: podaci o infiltraciji vode u telo deponije, geometrija ćelije, kvalitet procednih voda, drenažni sistem, zaštitne obloge, nezasićeni put, vertikalni put i tok vodonosnog sloja. LandSim izlaz se može podeliti u tri grupe: hidraulični tok, vreme migracije zagađivača i koncentracije zagađivača u geosferi.

5. ZAKLJUČAK

Kako nažalost najveći procenat tretmana otpada u Srbiji čini odlaganje otpada na deponijama, pored unapređenja ostalih vidova tretmana otpada, neophodno je uvođenje novih tehnologija u metode i postupke upravljanja deponijama. Procene režima procednih voda zasnovane na softverskim simulacijama postaju sve značajnije pored konvencionalnih metoda zasnovanih na merenjima na terenu.

Implementacijom novijih tehnologija i softverskih rešenja u ovoj oblasti mogu se predvideti negativne posledice odlaganje otpada na deponijama po životnu sredinu i zdravlje ljudi. Na taj način se može unapred proceniti uticaj deponija na životnu sredinu i preduzeti sve neophodne mere za njihovo sprečavanje.

LITERATURA

- [1] Republika Srbija, "Zakon o upravljanju otpadom ("Sl. glasnik RS", br. 36/2009, 88/2010, 14/2016 i 95/2018-dr. zakon i 35/2023)," 2023.
- [2] S. Khan, R. Anjum, S. Raza, N. Bazai and M. Ihtisham, "Technologies for municipal solid waste management: Current status challenges, and future perspectives," *Chemosphere*, vol. I, no. 288, 2022.
- [3] V. Kozlovskiy, E. Nedoseka and S. Tishkov, "Environmental Practices of Waste Management in the Small Towns of the European Part in the Arctic Zone of the Russian Federation," *Regionology*, pp. 129-154, 2022.
- [4] B. Cakar, S. Aydin, G. Varank and H. Ozcan, "Assessment of environmental impact of FOOD waste in Turkey," *J. Clean. Prod.*, no. 244, 2020.
- [5] V. Rusciano, G. Civero and D. Scarpato, "Social and Ecological High Influential Factors in Community Gardens Innovation: An Empirical Survey in Italy.," *Sustainability*, no. 12, 2020.
- [6] J. Rodrigo-Illarri, M.-E. Rodrigo-Clavero and E. Cassiraga, "A New Decision Support Model for the Real-Time Management of Municipal Solid Waste Bioreactor Landfills," *Int. J. Environ. Res. Public Health*, no. 17, 2020.
- [7] N. Tošić and D. Vasović, "Analysis of contemporary municipal waste management practice in the Republic of Serbia," *Safety Engineering*, vol. X, no. 2, pp. 89-96, 2020.
- [8] M. Farooq, J. Cheng, N. U. Khan, R. A. Saufi, N. Kanwal and H. A. Bazkiaei, "Sustainable Waste Management Companies with Innovative Smart Solutions: A Systematic Review and Conceptual Model," *Sustainability*, pp. 1-19, 2022.
- [9] J. Stepanov, "Model za evaluaciju sistema upravljanja komunalnim otpadom primenom metode ocenjivanja životnog ciklusa," Univerzitet u Novom, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Novi Sad, 2018.
- [10] Worldwatch, "Global Municipal Solid Waste Continues to Grow," Worldwatch Institute, Washington, DC, 2012.
- [11] A. Laurent, I. Bakas, J. Clavreul, A. Bernstad, M. Niero, E. Gentil, M. Z. Hauschild and T. H. Christensen, "Review of LCA studies of solid waste management systems—Part I: Lessons learned and perspectives," *Waste management*, vol. III, no. 34, pp. 573-588, 2014a.
- [12] USEPA, *A Handbook for Water and Wastewater Utilities*, Seattle, WA 98101: U.S. Environmental Protection Agency, 2012.
- [13] P. G. S. A. JeyaSundar, A. Ali, G. di and Z. Zhang, "Waste treatment approaches for environmental sustainability," *Microorganisms for Sustainable Environment and Health*, pp. 119-135, 2020.
- [14] D. Hoornweg and P. Bhada-Tata, "What a waste – A Global Review of Solid Waste Management," World Bank, Washington DC, USA., 2012.
- [15] GWMO, *Global Waste Management Outlook*, Vienna, Austria: UNEP-ISWA, 2015.
- [16] B. Batinić, "Model za predviđanje količine ambalažnog i biorazgradivog otpada primenom neuronskih mreža," Novi Sad, 2015.
- [17] EEA, "Waste — municipal solid waste generation and management," European Environment Agency, 2015.
- [18] Eurostat, "Environmental Data Centre on Waste, Key Waste streams, Municipal waste," European Commission, 2016a.
- [19] EEA, "Municipal waste management across European countries," European Environment Agency, 2016.
- [20] L. Đorđević, N. Redžić, N. Radovanović and G. Jovanović, "Upravljanje otpadom u Republici Srbiji u periodu 2011-2020. godine," Agencija za zaštitu životne sredine, 2021.
- [21] Vlada Republike Srbije, *Program upravljanja otpadom u Republici Srbiji za period 2022-2031. godine*, Službeni glasnik Republike Srbije, 2022.
- [22] EEA, "Municipal waste management in Serbia," European Environment Agency, European Topic Centre on Waste and Materials in a green Economy, 2021.
- [23] N. Tošić, D. Vasović, B. Nešić and N. Petrović, "Leachate Treatment by Reverse Osmosis Method-Regional Sanitary Landfill "Zeljkovac" Case Study," *Facta Universitates, Working and Living Environmental Protection*, pp. 175-184, 2020.
- [24] M. Grugnaletti, S. Pantini, I. Verginelli and F. Lombardi, "An easy-to-use tool for the evaluation of leachate production at landfill sites," *Waste Manag*, pp. 204-219, 2016.

КАРАКТЕРИЗАЦИЈА ЧАЈЕВА И СИРУПА СА ИСТЕКЛИМ РОКОМ УПОТРЕБЕ CHARACTERIZATION OF EXPIRED TEAS AND SYRUPS

Матија Милошевић, Академија техничко-васпитачких струковних студија - Одсек Ниш,
Александра Медведева 20, Ниш.

Аница Милошевић, Академија техничко-васпитачких струковних студија - Одсек Ниш,
Александра Медведева 20, Ниш.

Братимир Нешић, Академија техничко-васпитачких струковних студија - Одсек Ниш,
Александра Медведева 20, Ниш.

Слађана Недељковић, Академија техничко-васпитачких струковних студија - Одсек Ниш,
Александра Медведева 20, Ниш.

Садржај – У раду је приказан поступак карактеризације чајева и сирупа на бази биља, којима је истекао рок употребе и који су оштећени. Поступак испитивања и карактеризације обухвата: узорковање, идентификацију са категоризацијом отпада, карактеризацију у зависности од степена опасности, карактеризацију предметног отпада као опасног отпада и утврђивање концентрације опасних материја, одређивање физичко-хемијских и токсиколошких карактеристика и ефеката на људско здравље, одређивање утицаја на животну средину и друге поступке у складу са примењеном методологијом и израду извештаја о испитивању отпада. Процес испитивања и карактеризације почиње узорковањем и завршава се извештавањем. Приликом прераде сировина за производњу чајева и сирупа на бази биља као отпад настаје отпад који обухвата: биљни остатак, течни отпад и коришћене филтер врећице или друге врсте филтера.

Кључне речи: карактеризација, отпад, биљни сирупи, биљни чајеви

Abstract – The paper presents the procedure for characterizing herbal teas and syrups that have expired and are damaged. The examination and characterization procedure includes: sampling, identification with waste categorization, characterization depending on the degree of danger, characterization of the subject waste as hazardous waste and determination of the concentration of hazardous substances, determination of physical-chemical and toxicological characteristics and effects on human health, determination of the impact on the environment and other procedures in accordance with the applied methodology and the preparation of reports on waste testing. The testing and characterization process begins with sampling and ends with reporting. During the processing of raw materials for the production of herbal teas and syrups, waste is generated as waste, which includes: plant residue, liquid waste and used filter bags or other types of filters.

Keywords: characterization, waste, herbal syrups, herbal teas

1. УВОД

Отпад не постоји у природном систему. Све што је природно створено има неку своју намену у затвореном животном циклусу. Теоретски посматрано, све што је човек физички створио, и што ће створити, је отпад, или ће некада бити отпад. Карактеризација отпада подразумева утврђивање карактеристика и понашања отпада у смислу физичких, хемијских, биолошких, минералних, геотехничких, термичких и других особина и међусобно деловање и промене карактеристика под различитим условима [1].

Чајеви су напици припремљени од сушеног биљног материјала, најчешће листовца биљака као што су чајевац, камилица, нана, хибискус, ђумбир, и други (Слика 1.). Уобичајено, чајеви се припремају тако што се биљни материјал прелије врелом водом и остави да одстоји неколико минута. Током овог процеса, вода апсорбује

укус и ароме из биљног материјала, као и корисне састојке који могу имати позитивне ефекте на здравље људи [2].



Слика 1. Различите врсте чајева [2].

Сирупи на бази биља су течни препарати који се праве од екстракта биљног материјала и шећера, или другог заслађивача. Биљни екстракти се обично праве од сушеног биљног материјала, који се потопи у воду или други растварач како би се извукли активни састојци. Затим се екстракт биља комбинује са шећером или другим заслађивачима како би се добила густа, слатка течност [3].

Отпадни чајеви и биљни сирупи који су истекли или су прошли рок трајања су производи који више нису погодни за конзумирање. Међутим, ови производи се могу искористити у друге сврхе, као што су производња ђубрива, компоста или других производа. Уколико се не искористе на овај начин, отпадни чајеви и сирупи могу представљати потенцијални извор загађења животне средине, посебно ако садрже адитиве и друге хемикалије.

2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД

Отпадни чајеви и сирупи на бази биља су постали све популарнији у последње време, јер људи све више желе да користе природне препарате за одржавање свог здравља. Међутим, као и сваки други производ и отпадни чајеви и сирупи на бази биља генеришу одређену количину отпада који, ако се не третира на одговарајући начин, може бити штетан за животну средину.

Филтер кесице за чај (Слика 2.) су направљене од целулозних влакана и намењене су за паковање биљних чајева. Ове кесице обично садрже чајне листове и друге биљне састојке. Међутим, у процесу производње филтер кесица за чај, често се користе лепкови и друге хемикалије, које могу отежати процес разградње кесица у природи. Због тога се препоручује да се филтер кесице за чај одлажу у одговарајуће контејнере за рециклажу или компостирање, где се могу даље обрадити и употребити као ђубриво или неки други производ [4].



Слика 2. Филтер кесица за чај.

Ако је рок употребе чаја у филтер кесици истекао, биљке у филтер кесици могу и даље бити употребљиве за неке друге сврхе. На пример, могу се користити за припрему ароматичних јастучића за освежавање простора, који се често праве од сувих биљака и цветова. Такође се могу користити као природни пилинг за кожу. Када се потопе у топлу воду, биљке могу да отпусте своје хранљиве састојке и постану корисне за хидратацију коже. Биљке које се налазе у филтер кесици садрже корисне хранљиве материје, као што су азот, фосфор и калијум, који се могу користити за храњење биљака, односно као органско ђубриво [5].

Осим кесица за чај, многи биљни чајеви долазе у кутијама или другим паковањима која нису увек биоразградива (Слика 3.). Отпадни амбалажни материјал који се користи за паковање кесица чаја може се третирати на неколико начина, у зависности од материјала од којих је направљен. Ако је амбалажа од картона или папира, може се рециклирати у посебне контејнере за папир. Ако се рециклира на прави начин, картон и папир могу бити поново употребљени у производњи других производа од папира, као што су новине, књиге, тоалетни папир и слично. Ако је амбалажа од пластике, може се рециклирати у посебне контејнере за пластични отпад. Пластични материјали могу бити рециклирани и употребљени у производњи нових пластичних производа. Међутим, неке врсте пластике је тешко рециклирати или се не могу рециклирати у потпуности, што значи да ће завршити на депонији или у природи, што може бити штетно по околину. Ако је амбалажа од фолије или метализираних пластике, рециклирање може бити теже или готово немогуће, али постоје неке организације и компаније које се баве прикупљањем и рециклирањем ових материјала. Такође, неки произвођачи чајева користе биоразградиве материјале за паковање својих производа, што је еколошки прихватљивија опција [6].



Слика 3. Кутија за паковање чаја.

Када је реч о сирупима на бази биља (Слика 4.), отпадни делови који се јављају приликом њихове производње и употребе су углавном исти као и код чајева на бази биља. То укључује биљне остатке, амбалажни материјал, као и производе са истеклим роком.



Слика 4. Сируп на бази биља.

Код сирупа са истеклим роком потребно је раздвојити амбалажу од течности, тако да се амбалажа може рециклирати. Сируп би требало одлагати одвојено од осталих отпада, како би се спречило мешање са другим материјалима и загађење околине. Може се користити посебан контејнер за истекле прехранбене производе.

Амбалажни материјал од биљних сирупа са истеклим роком може се рециклирати, ако се правилно одвоји и одложи у одговарајуће контејнере за рециклажу. Бочице од биљних сирупа су обично направљене од стакла или пластике, и треба их одложити на начин који неће угрозити околину. Ако је бочица од стакла, може се рециклирати заједно са другим стакленим отпадом. Бочице од пластике се такође могу рециклирати, под условом да су направљене од материјала који се може рециклирати [7].

Важно је нагласити да се истекли сируп не сме одлагати на депонију, јер то може довести до загађења земље и воде. Такође, истекли сируп не треба испуштати у судоперу или канализацију, јер то може довести до загађења водоводне мреже и околине. Уместо тога, потребно је користити правилне методе за одлагање прехранбених производа са истеклим роком.

3. АНАЛИЗА РЕЗУЛТАТА

Испитивање и карактеризација отпадних чајева и сирупа на бази биља: узорковање, идентификацију са категоризацијом отпада, карактеризацију у зависности од степена опасности (инертан, неопасан или опасан отпад и одређивање опасних карактеристика отпада), карактеризацију предметног отпада као опасног отпада и утврђивање концентрације опасних материја, одређивање физичко-хемијских карактеристика, одређивање токсиколошких карактеристика и ефеката на људско здравље, одређивање могућих утицаја на животну средину као и друге поступке у складу са примењеном методологијом и изразу извештаја о испитивању отпада.

Процес испитивања и карактеризације отпадних чајева и сирупа на бази биља почиње узорковањем и завршава се извештавањем. Извештај садржи следеће информације: податке о подносиоцу захтева (назив, адреса, име лица за контакт, итд.) и опште податке (назив отпада, произвођач и власник отпада, опис поступка настајања отпада, идентификациони број узорка, количина отпада од које је извршено узорковање и физичко својство отпада). [8]

Класификација отпада је извршена према следећим критеријумима [8]:

- 1) категорија отпада према листи категорија отпада (Q листа);
- 2) индексни број према каталогу отпада;
- 3) карактер отпада: опасан или неопасан;
- 4) Y ознака према листи категорија или сродних типова опасног отпада (Y листа);
- 5) C ознака према листи компонената које га чине опасним (C листа);
- 6) H ознака према листи карактеристика отпада које га чине опасним (H листа).

Подаци о узорковању/узорку садрже следеће информације [8]:

- 1) назив отпада;
- 2) локација на којој је извршено узорковање са GPS координатама;
- 3) идентификациони број узорковања;
- 4) име лица које је извршило узорковање;
- 5) начин и метода узорковања;
- 6) датум и време пријема узорка на испитивање;
- 7) остали подаци о узорку и напомене.

Табела са резултатима испитивања садржи податке о параметрима као што су: садржај полицикличних ароматичних угљоводоника, садржај полихлорованих бифенила (PCB), садржај уља и масти [8].

Анализом извештаја о испитивању и карактеризацији отпадних чајева и сирупа на бази биља утврђено је следеће [8]:

- A) Општи подаци
- 1) Препоручена технологија коначног збрињавања - третман;
 - 2) Назив отпада - отпадни чајеви и сирупи на бази биља;
 - 3) Власник отпада – „VELEXFARM” д.о.о., Београд (Врачар).
 - 4) Опис поступка настанка отпада – Лекови којима је истекао рок употребе и који су оштећени;
 - 5) Идентификациони број узорка отпада – 29091/19;
 - 6) Количина отпада од које је извршено узорковање: 10 t;
 - 7) Физичко својство отпада – чврста материја, течна материја.

- B) Класификација отпада
- 1) Категорија отпада према листи категорије отпада (Q листа) – Q3 (производи чији је рок употребе истекао), Q4 (просути материјали, материјали који су настали услед губитка или незгоде при поступању са њима, укључујући све материјале, опрему и сл. контаминирани при незгоди);
 - 2) Индексни број отпада према каталогу отпада: 16 03 06 (органиски отпади другачији од оних наведених у 16 03 05);
 - 3) Карактер отпада – неопасан отпад;
 - 4) Y ознака према Листи категорија или сродних типова опасног отпада према њиховој природи или активности којом се стварају (Y листа) – не припада Y листи;
 - 5) C ознака према Листи компонената отпада које га чине опасним (C листа) – не припада C листи;
 - 6) H ознака према Листи карактеристика отпада које га чине опасним (H листа) – не припада H листи.

Резултати физичко-хемијских испитивања предметног отпада су следећи [8]:

- 1) Ознака узорка – 29091/19 – паста;
- 2) Боја – жута;
- 3) Мирис – на лековито биље;
- 4) Конзистенција – течна;
- 5) Физичка форма – вискозно.

Садржај полицикличних ароматичних угљоводоника (mg/kg) је испитиван применом метода: ЕРА 8270D:2007, ЕРА 3540C:1996 и ЕРА 3630C:1996. Приликом ове анализе испитиван је садржај следећих једињења:

нафтален, аценафтилен, аценафтен, флуорен, фенантрен, антрацен, флуорантен, пирен, бензо (а) антрацен, кризен, бензо (б/к) флуорантен, бензо (а) пирен, индено(1,2,3,д) пирен, дибензо (а,х) антрацен и бензо (г,х,и) перилен. РАН су познати по својој токсичности и канцерогености, па су стога од великог значаја за мониторинг и анализу у отпаду на бази биља. Међу наведеним једињењима налазе се и они који су класификовани као канцерогени за људе, као што су бензо(а)пирен и дибензо(а,х)антрацен. Све измерене вредности у узорку су испод 0,1 mg/kg и далеко су испод референтних вредности што значи да у погледу садржаја РАН-а, узорак нема опасне карактеристике [8].

Садржај полихлорованих бифенила (PCB) (mg/kg) је испитиван по Стокхолмској конвенцији о испитивању PCB-а према којој се препоручује испитивање 8 когенера полихлорованих бифенила: PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153, PCB 180 и PCBs (укупно). Ови когенери су изабрани јер су они најчешћи у животnoj средини и показују висок степен токсичности. Сви ови PCB конгенери су широко распрострањени у животnoj средини, а посебно у води, земљишту и ваздуху, па се њихово присуство прати и у различитим узорцима отпада, укључујући и биљне чајеве и сирупе. Примењене методе испитивања су: EPA 8270D:2007, EPA 3540C:1996 и EPA 3630C:1996. Све измерене вредности у узорку су испод 0,1 mg/kg и далеко су испод референтних вредности што значи да у погледу садржаја PCB-а, узорак нема опасне карактеристике.

Садржај уља и масти испитиван је применом методе EPA 9071B:1998. Измерена вредност је испод референтне вредности и нема директне опасности по животну средину и здравље људи.

Приликом одлагања отпада од чајева и сирупа на бази биља, постоје одређене препреке које треба превазићи. Као прво, један од проблема представља недовољна свест људи о значају правилног одлагања овог отпада, па се често дешава да се он меша са другим врстама отпада, што отежава његово даље третирање и рециклирање.

Још једна препрека у третману овог отпада су одређене хемикалије које се могу наћи у чајевима и сирупима, као што су полициклични ароматични угљоводоници (РАН) и полихлоровани бифенили (PCB). Ове хемикалије су потенцијално опасне за животну средину и здравље људи, па је потребно посебно третирање како би се спречило њихово ширење.

Такође, треба узети у обзир и амбалажни материјал у који су ови производи паковани, као што су филтер кесице и бочице. Овај материјал може бити израђен од пластике која се не разграђује лако, што додатно отежава процес третирања отпада.

Да би се превазишле ове препреке, потребно је унапредити свест људи о значају правилног одлагања овог отпада, као и успоставити јасне законске прописе и процедуре за његово третирање. Такође, произвођачи чајева и сирупа би требало да предузму кораке ка смањењу количине амбалажног материјала и коришћењу биоразградивих материјала како би се олакшао процес третирања отпада.

4. ЗАКЉУЧАК

Испитивање и карактеризација отпада од чајева и сирупа на бази биља су важни како би се идентификовале најбоље методе за управљање и третман овог отпада. Како се ради о органском отпаду, важно је применити еколошки одрживе поступке третмана који минимизирају негативан утицај на животну средину.

Филтер кесице од чаја и биљни остаци након конзумирања чаја могу бити искоришћени за ђубрење биљака, производњу компоста или као сировина за производњу биогорива. Амбалажни материјал који се користи за паковање чајева, укључујући филтер кесице и бочице од сирупа, такође може бити рециклиран.

Када је у питању третман истеклог биљног сирупа, постоји неколико могућности, укључујући рециклирање бочица, употребу сирупа као ђубрива или као сировине за производњу биогорива. Међутим, важно је правилно управљати овим отпадом како би се избегли негативни утицаји на животну средину, укључујући загађење земљишта, воде и ваздуха.

У циљу смањења количине отпада од чајева и биљних сирупа, произвођачи би требало да размотре примену одрживих амбалажних материјала и да смање количину произведеног отпада колико је то могуће. Такође је важно да се потрошачи едукују о томе како правилно одлагати отпад од чајева и сирупа на бази биља како би се смањило негативан утицај на животну средину.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Д. Кнежевић, Д.Нишић, Р. Томанец, Д. Ранђеловић, *Карактеризација и управљање индустријским отпадом*, Универзитет у Београду - Рударско-геолошки факултет, 2018.
- [2] M. L. Heiss, R. J. Heiss, *The Story of Tea: A Cultural History and Drinking Guide*, Ten Speed Press, Berkeley, California, USA, 2007.
- [3] *Herbal tonic*, https://en.wikipedia.org/wiki/Herbal_tonic (приступ: 05.2023.)
- [4] *Tea bag*, https://en.wikipedia.org/wiki/Tea_bag (приступ: 05.2023.)
- [5] *What to do with leftover tea leaves - 9 ways to use leftover tea leaves and powder*, <https://www.japanesegreenteain.com/blogs/green-tea-and-health/what-to-do-with-leftover-tea-leaves-9-ways-to-use-leftover-tea-leaves-and-powder> (приступ: 05.2023.)
- [6] *Let's talk about recycling & tea packaging!*, <https://thejapaneseteahub.eu/lets-talk-about-recycling-tea-packaging/> (приступ: 05.2023.)
- [7] *What Can I Do With Old Syrup Bottles?*, <https://www.the-donutwhole.com/what-can-i-do-with-old-syrup-bottles/> (приступ: 05.2023.)
- [8] *Извештај о испитивању отпада број 29091/19*, Институт за рударство и металургију у Бору – Одељење за управљање отпадом, 2019.



ЛАБОРАТОРИЈСКА АНАЛИЗА ОТПАДНОГ ФИЛА
ИЗ ПРОИЗВОДНОГ ПРОЦЕСА КОМПАНИЈЕ „СОКО ШТАРК“

LABORATORY ANALYSIS OF WASTE FILLING FROM THE PRODUCTION PROCESS OF
THE „SOKO STARK“ COMPANY

Аница Милошевић, *Академија техничко-васпитачких струковних студија - Одсек Ниш,
Александра Медведева 20, Ниш.*

Матија Милошевић, *Академија техничко-васпитачких струковних студија - Одсек Ниш,
Александра Медведева 20, Ниш.*

Братимир Нешић, *Академија техничко-васпитачких струковних студија - Одсек Ниш,
Александра Медведева 20, Ниш.*

Слађана Недељковић, *Академија техничко-васпитачких струковних студија - Одсек Ниш,
Александра Медведева 20, Ниш.*

Садржај - У раду је приказан поступак лабораторијске анализе отпадног фила из производног погона компаније Соко Штарк. Поступак лабораторијске анализе подразумева испитивање и карактеризације предметног отпада што обухвата: узорковање, идентификацију са категоризацијом отпада, карактеризацију у зависности од степена опасности, карактеризацију предметног отпада као опасног отпада и утврђивање концентрације опасних материја, одређивање физичко-хемијских и токсиколошких карактеристика и ефеката на људско здравље, одређивање утицаја на животну средину и друге поступке у складу са примењеном методологијом и израду извештаја о испитивању отпада. Процес почиње узорковањем и завршава се извештавањем.

Кључне речи: анализа, испитивање, карактеризација, отпад, комунални отпад.

Abstract - The paper presents the procedure of laboratory analysis of waste filler from the production plant of the Soko Stark company. The laboratory analysis procedure involves examination and characterization of the subject waste, which includes: sampling, identification with waste categorization, characterization depending on the degree of danger, characterization of the subject waste as hazardous waste and determination of the concentration of hazardous substances, determination of physical and chemical and toxicological characteristics and effects on human health, determination of the impact on the environment and other procedures in accordance with the applied methodology and the preparation of reports on waste testing. The process starts with sampling and ends with reporting.

Key words: analysis, testing, characterization, waste, municipal waste.

1. УВОД

Човек је једино биће на планети који ствара отпад. Због све већих количина и штетности по околину, отпад се сматра једним од најзначајнијих еколошких проблема савременог света. Својим активностима, човек је одлучујући чинилац у промени животне средине. Те активности су повезане са задовољавањем животних потреба. Велики део потреба је створен вештачки и питање да ли нам је потребан толики број различитих производа, који ће након употребе постати отпад [1].

Наша цивилизација производи све више отпада и ништа не указује на скоре промене овог тренда. Ипак, захваљујући технолошком напретку и развоју еколошке свести, борба против отпада постаје много успешнија. Настајање отпада је резултат укупне економске активности сваке државе [1].

Дефиниција отпада је широка и укључује низ материјала који се могу сматрати отпадом у различитим контекстима. У неким случајевима, отпад може бити опасан, представљајући ризик по здравље људи и животну средину, док у другим случајевима отпад може бити неопасан и може се безбедно прерађивати и рециклирати [1].

„Соко Штарк“ а.д., Београд, бави се производњом прехранбених производа. Друштво је основано спајањем две компаније. Године 1922, Daniel S. Pechamajoue основао је фабрику за увоз и извоз чоколадних производа. Фабрика је припојена фабрици „Штарк“ 1966. године. Нова фабрика под називом „Соко Штарк“, основана спајањем, бавила се производњом чоколадних производа [5].

2. НАСТАНАК ОТПАДА

Отпад је непотребан, нежељан или сувишан материјал преостао након завршетка неког процеса. Другим речима, то је материјал или предмет који настаје у току обављања неке делатности, који је искључен из употребе, који није за даљње коришћење и мора се одбацивати [2].

Отпад се може поделити на више начина [2]:

- Према саставу - може бити стакло, органски отпад, пластика, папир и картон, лименке, стара возила, гуме, батерије, текстил, метали, дрво...
- Месту настанка – Где настаје отпад
- Токсичности - Према токсичности отпад може бити опасан, неопасан и инертан.
- Према месту настанка разликујемо комунални, индустријски, амбалажни, грађевински, пољопривредни, баштенски отпад итд.

Постоје различите врсте отпада, укључујући [2]:

- Чврсти отпад: Овај облик отпада укључује предмете као што су папир, картон, пластика, метал, стакло, дрво и други материјали који су у чврстом стању.
- Течни отпад: Овај облик отпада укључује отпадне материје у течном стању као што су отпадне воде из индустријских постројења, домаћинства и других извора.
- Гасни отпад: Овај облик отпада укључује гасове који настају као резултат процеса, као што су сагоревање горива или индустријски процеси.
- Опасан отпад: Овај облик отпада укључује материјале који могу представљати ризик по људско здравље и животну средину, као што су хемикалије, батерије, лекови, токсични материјали и други опасни материјали.

Могућа су два начина разврставања отпада [2]:

- Примарна сепарација (раздвајање на месту настанка отпада, одвајају се компоненте) и
- Секундарна сепарација (одвајање пожељних компоненти отпада из масе отпада).

Разврставањем на месту настанка отпада добија се чистија сировина и повољнији финансијски ефекат. Овакав начин захтева свесно и обучено становништво које је у потпуности спремно да учествује у акцији рециклаже отпада. Постоје различити начини за третман отпада: рециклажа, компостирање, енергетско искоришћење, депоновање и још много тога. Третман отпада често укључује комбинацију ових техника, у зависности од врсте отпада и нивоа опасности који представља [2].

3. ЛАБОРАТОРИЈСКА АНАЛИЗА

Лабораторијска анализа која обухвата испитивање и карактеризацију отпада из производног погона јесте важан корак у обезбеђивању правилног одлагања и управљања отпадним материјалима јер помаже у идентификацији опасних материјала и одређивању најбољег начина за безбедно и ефикасно третирање

отпада. Кораци у оквиру лабораторијске анализе обухватају [3]:

- Прикупљање узорка отпадног материјала из отпада, јер узорци треба да буду репрезентативни и да се узимају са различитих локација како би се осигурало да су резултати поуздани и тачни.
- Испитивање физичких својстава отпада, да би се утврдио састав и карактеристике што укључује: мерење величине и облика честица, садржаја влаге, густине и других физичких својстава.
- Испитивање хемијских својстава отпада, да би се утврдио састав и потенцијалне опасности што укључује: испитивање присуства тешких метала, органских једињења и других загађивача који могу представљати ризик по људско здравље или животну средину.
- Испитивање присуства микроорганизама, као што су бактерије и гљивице, који могу представљати ризик по здравље људи или животну средину.
- Испитивање токсичности, да би се утврдила токсичност отпада и његов потенцијални утицај на здравље људи и животну средину.
- На основу резултата испитивања, отпад се може окарактерисати и класификовати као опасан или неопасан што је важна информација за правилан избор методе коначног збрињавања отпада.

На основу одговарајуће карактеризације отпада, може се обезбедити безбедно и ефикасно управљање отпадом. Ово је кључно за заштиту здравља људи и животне средине као и за одрживи развој. [3]

4. АНАЛИЗА РЕЗУЛТАТА

Анализа резултата је важан процес који се спроводи како би се утврдиле карактеристике и количине отпада, као и методе управљања отпадом које би се могле применити. Након извршене анализе, добијени резултати се интерпретирају и анализирају у циљу доношења одлука о управљању отпадом. На пример, уколико се утврди да отпад садржи велику количину тешких метала, онда се отпад сматра опасним и морао би се правилно третирати. Анализа отпада такође може помоћи у изради плана управљања отпадом, који укључује одређивање најбоље стратегије за третман и одлагање отпада. Ако се утврди да отпад садржи материјале који се могу рециклирати, онда би се процес рециклаже могао изабрати као најбоља метода управљања отпадом. [6]

Испитивање и карактеризација отпадног фила који настаје у производном процесу компаније „Соко Штарк“, обухвата узорковање идентификацију са категоризацијом, карактеризацију у зависности од степена опасности (инертан, неопасан или опасан отпад и одређивање опасних карактеристика отпада), карактеризацију предметног отпада као опасног отпада и утврђивање концентрације опасних материја, одређивање физичко-хемијских карактеристика, одређивање токсиколошких карактеристика и ефеката на људско здравље, одређивање могућих утицаја на животну средину као и друге поступке у складу са примењеном методологијом, као и израду извештаја о испитивању отпада [4].

Процес испитивања и карактеризације предметног отпада почиње узорковањем и завршава се извештавањем. Извештај садржи следеће информације: податке о подносиоцу захтева (назив, адреса, име лица за контакт итд.) и опште податке (назив отпада, произвођач и власник отпада, опис поступка настајања отпада, идентификациони број узорка, количина отпада од које је извршено узорковање и физичко својство отпада) [4].

Класификација отпада [4] је извршена према следећим критеријумима:

- 1) категорија отпада према листи категорија отпада (Q листа),
- 2) индексни број према каталогу отпада,
- 3) карактер отпада: опасан или неопасан,
- 4) Y ознака према листи категорија или сродних типова опасног отпада (Y листа),
- 5) C ознака према листи компонената које га чине опасним (C листа),
- 6) H ознака према листи карактеристика отпада које га чине опасним (H листа).

Подаци о узорковању/узорку [4] садрже следеће информације:

- 1) назив отпада,
- 2) локација на којој је извршено узорковање са GPS координатама,
- 3) идентификациони број узорковања,
- 4) име лица које је извршило узорковање,
- 5) начин и метода узорковања,
- 6) датум и време пријема узорка на испитивање,
- 7) остали подаци о узорку и напомене.

Табела са резултатима испитивања [4] садржи податке о параметрима као што су:

- садржај пепела,
- садржај метала,
- садржај полихлорованих бифенила (PCB),
- садржај халогених елемената и сумпора
- топлотна моћ.

Анализом извештаја о испитивању и карактеризацији предметног отпада [4] утврђено је следеће:

A. Општи подаци

1. Препоручена технологија компостирање отпада – третман;
2. Назив отпада – отпадни фил.
3. Власник отпада – „Соко Штарк“ доо, Београд;
4. Поступак настанка отпада – Предметни отпад је настао у процесу производње;
5. Идентификациони број узорка отпада – 2804230801;
6. Количина отпада за узорковање – 15 кг (килограма);
7. Физичко својство отпада – течна материја;

B. Класификација отпада

1. Категорија отпада према листи категорије отпада (Q листа) - Q16 (отпади који нису посебно специфицирани у каталогу);
2. Индексни број отпада према каталогу отпада: 02 03 99
3. Карактер отпада – НЕОПАСАН;
4. Y ознака према Листи категорија или сродних типова опасног отпада према њиховој природи или активности којом се стварају (Y листа) – не припада Y листи;
5. C ознака према Листи компонената отпада које га чине опасним (C листа) - не припада C листи;
6. H ознака према Листи карактеристика отпада које га чине опасним (H листа) – не припада H листи;
7. Напомена: Према Правилнику о категоријама, испитивању и класификацији отпада, „Службени Гласник РС“, 56/2010 а на основу извршеног испитивања, предметни отпад се класификује као неопасан отпад

Резултати физичко-хемијских испитивања предметног отпада [4]:

- 1) Опис узорка - течан узорак остатака из процеса производње
- 2) Садржај течне материје

Садржај метала (mg/kg), показује који су метали присутни у датом узорку предметног отпада. Примењене методе испитивања су: EN 12880: 2000, EPA 3051 EPA 601 0с:2007. Присутни су следећи метали: Арсен, Баријум, Кадмијум, Хром, Бакар, Жива, Никл, Олово, Антимон, Цинк, Ванадијум, Берилијум, Калај, Талијум и Кобалт. Све измерене вредности садржаја метала су далеко испод референтних вредности што значи да у погледу садржаја метала узорак нема опасних карактеристика [4].

Садржај полихлорованих бифенила (PCB) (mg/kg) је испитиван по Стокхолмској конвенцији о испитивању PCB-а према којој се препоручује испитивање следећих когенера: PCB 28, PCB52, PCB 101, PCB 138, PCB 153 , PCB 180 и PCBs (укупно). Ови когенери су изабрани зато што се углавном они у највећој концентрацији налазе у животној средини, храни и пићу. Примењена метода испитивања је: EPA 8270. Све измерене вредности у узорку су испод 0,05 mg/kg и далеко су испод референтних вредности што значи да у погледу садржаја PCB-а, узорак нема опасне карактеристике [4].

Садржај халогених елемената и сумпора (%) обухвата: Флуор, Хлор, Бром и Сумпор. Примењена метода је: DML 5.6:2014. Све измерене вредности су у границама или испод референтних вредности и нема директне опасности по животну средину и здравље људи [4].

Лако испарљиви угљоводоници (mg/kg) обухватају: Флуор, Хлор, Бром и Сумпор. Примењена метода је: DML 5.6:2014 Све измерене вредности су у границама или испод референтних вредности и нема опасности по животну средину и здравље људи [4].

Садржај угљоводоника обухвата: Укупни угљоводоници (Mineral oil C10-C40(%)). Примењена

метода је: BS EN 14039:20M. Све измерене вредности су у границама или испод референтних вредности и нема опасности по животну средину и здравље људи. [4]

5. ЗАКЉУЧАК

На основу резултата испитивања и упоређивањем са референтним вредностима може се закључити да по својим физичким и хемијским особинама испитивани узорак остатака отпадног фила из процеса производње не прелази референтне вредности па не представља опасан отпад.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Б. Нешић, *Управљање комуналним отпадом и потенцијали за рециклажу јужне и југоисточне Србије*, Центар за развој грађанског друштва „Protecta”, Ниш, 2010.

[2] *Каталог отпада: Упутство за одређивање индексног броја*, Агенција за заштиту животне средине Министарства животне средине и просторног планирања, Београд, 2010.

[3] *Правилник о категоријама, испитивању и класификацији отпада*, „Службени гласник“ Републике Србије, бр. 56/2010, 93/2019 и 39/2021.

[4] *Извештај о испитивању отпада бр. 2804230801*, Анахем ДОО Лабораторија, Београд, 2018.

[5] *Годишњи извештај*, Акционарско друштво за производњу кондиторских производа „Соко Штарк”, Београд, 2022.

[6] *Извештај: „Утврђивање састава отпада и процене количине у циљу дефинисања стратегије управљања секундарним сировинама у склопу одрживог развоја Републике Србије”*, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2009.



KLIMATSKE PROMENE I ZELENA POLITIKA GRADA VRANJA, SRBIJA CLIMATE CHANGE AND GREEN POLITICS OF THE VRANJE CITY, SERBIA

Jovana Džoljić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, F. Filipovića 20, Vranje*
Vojislav Stojanović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, F. Filipovića 20, Vranje*

Sadržaj - Zagađivanje osnovnih komponenti životne sredine uz gubitak biodiverziteta i klimatske promene predstavljaju egzistencijalni rizik za ljudsku rasu. U svetu briga o životnoj sredini postala je imperativ, te su teme o zaštiti i očuvanju životne sredine inkorporisane u sve segmente razvoja društva. Pored Ciljeva održivog razvoja (Sustainable Development Goals), Zeleni dogovor Evropske Unije kao i Zelena Agenda za Zapadni Balkan su dokumenti koji su prepoznali značaj i važnost teme klimatskih promena za održivi razvoj društva.

Porast prosečne temperature, količine padavina kao i broj jakih suša zabeleženi su na teritoriji Srbije. Promene klimatskih parametara mogu značajno da utiču na sve segmente društva posebno na poljoprivredu. Na području Grada Vranja pored zabeleženog porasta srednjih dnevnih temperature, odstupanje srednjih dnevnih temperatura u odnosu na referentni period, kao i promena količine padavina su takođe zabeleženi. U skladu sa kapacitetima, Grad Vranje unapređuje stanje životne sredine kroz različite aktivnosti. Tema klimatskih promena indirektno se obrađuje kroz dokumente, uglavnom kao mere adaptacije ili mitigacije. Takođe, najavljene su važne investicije koje se tiču mera ublažavanja klimatskih posledica i povećanja energentske efikasnosti na teritoriji Grada.

Ključne reči: Klimatske promene. Vranje. Zelena politika

Abstract - Environmental pollution together with the loss of biodiversity and climate change, represent an existential risk for the human population. Around the world, care for the environment has become imperative, and the topics of environmental protection, preservation and conservation are incorporated into all segments of society's development. Important documents such as Sustainable Development Goals, the Green Agreement of the European Union and the Green Agenda for the Western Balkans recognize the importance of the climate change for the sustainable development of society.

Increase in average temperatures, precipitations and number of heavy droughts have been recorded on the territory of the Serbia. Changes in climate parameters can significantly affect all segments of society, especially, agricultural activity. On the territory of the Vranje City, along with the change in average temperature, deviations of average daily temperatures in relation to the reference period, as well as changes in the amount of precipitation, were recorded. In accordance with the capacities, the City of Vranje improves the state of the environment through various activities. The topic of climate change indirectly occurs in the documents, mostly as adaptation or mitigation measures. Moreover, important investments were announced regarding the measures to mitigate climate consequences and increase energy efficiency on the territory of the City.

Key words: Climate change. Vranje. Green politics

1. UVOD

Nagli porast svetskog stanovništva, uz višestruko uvećanje ljudskih aktivnosti i potreba, doveli su do povećanog korišćenja svih resursa. Kao posledica toga došlo je do nekontrolisanog globalnog zagađivanja osnovnih komponenti životne sredine (vazduh, voda i zemljište) ali i gubitka biodiverziteta, koji je danas, uz klimatske promene, prepoznat kao jedan od osnovnih problema na globalnom nivou. Na nivou planete, danas se emituje 51 milijarda tone gasova koji izazivaju efekat staklene baste. Različiti klimatski modeli

ukazuju da će, ukoliko se nastavi ovakav stepen emisije, do 2100. godine temperature porasti ne za 1.5°C, koliko je predviđeno Pariskim sporazumom, već za 3°C. Posledice klimatskih promena su danas prepoznate svuda u svetu. Pored direktnih kao npr. promene temperature ili količine padavina odnosno topljenje glečera, podizanja nivoa mora, sve češće se govori o dezertifikaciji zemljišta, smanjenju biološke raznovrsnosti, problemima sa poljoprivrednim usevima, sirenju patogena, promeni vegetacijskog pokrivača i sl.

Klimatske promene, o kojima danas govorimo, pomimnju se prvi put pre 30-ak godina. Pod njima se podrazumevaju

promene klime koje se direktno ili indirektno pripisuju ljudskim aktivnostima koje menjaju sastav atmosfere i koje se za razliku od klimatskih varijabilnosti beleže tokom dužeg vremenskog perioda (više od tri decenije). One imaju dugoročni "trend" zbog koga se razlikuju od prirodnih varijabilnosti klime.

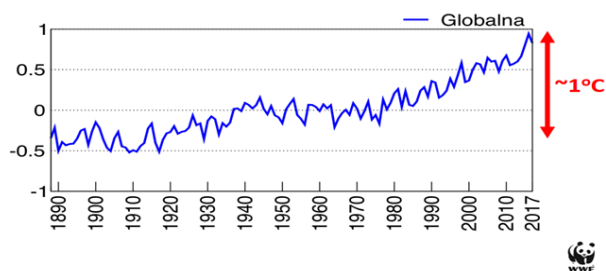
Važni događaji u prošlosti koji su značajno uticali na promenu životne sredine, kao što je pojava kiselih kiša, nuklearna katastrofa u Černobilju (1986. god.), današnja Ukrajina i hemijska katastrofa u Indijskom gradu Bopalu (1984. god.), najviše su uticali na podizanje javne svesti o značaju životne sredine i ekološkoj politici.

Ekološka odnosno zelena politika kao pojam uvedena još 1984. godine. Danas podrazumeva političku ideologiju koja ima za cilj da podstakne i podrži ekološki održivo društvo koje je često, ali ne uvek, utemeljeno na principima zaštite životne sredine, nenasilju, socijalnoj pravdi i demokratiji na lokalnom nivou. Danas, jedna od važnijih strategija u oblasti zaštite životne sredine jeste Evropski zeleni dogovor (*European Green Deal*) usvojen 2019. godine. Za Srbiju, ali i ostale zemlje Zapadnog Balkana, od značaja je Zelena agenda koja postavlja smernice u zaštiti životne sredine, stavljajući zdravu životnu sredinu, kontrolu klimatskih promena i upotrebu čiste energije, u centar svih ekonomskih delatnosti država članica [1].

Posledice klimatskih promena primećene su u svim delovima sveta, a naročito u siromašnim zemljama i zemljama u razvoju. Razvijene zemlje su razvile posebne mehanizme i načine kojima se prilagođavaju i kojima ublažavaju posledice ovih promena. Neuspeh ublažavanja i prilagođavanja klimatskim promenama smatra se „najuticajnijim“ rizikom sa kojim se danas suočavaju zajednice širom sveta.

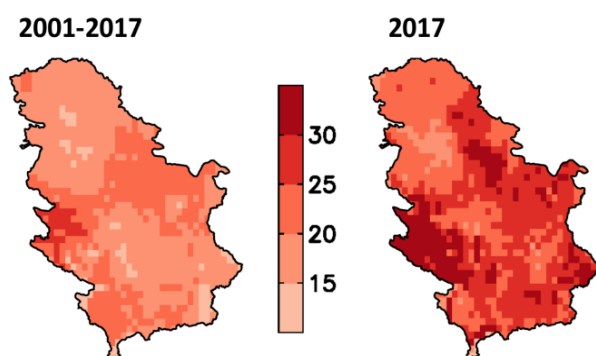
2. KLIMATSKE PROMENE U SRBIJI

Klimatske promene uticale su na promenu klimatskih parametara u Srbiji (sl. 1).



Slika 1. Promena globalne srednje godišnje temperature u Srbiji [2].

Takođe, zabeležena je promena indeksa letnjih dana u Srbiji (sl. 2). Letnji dan je definisan kao dan u kojem je maksimalna dnevna temperatura veća od 25°C u odnosu na referentni period 1951-1980. godina. Na desnoj mapi primećuje se porast broja letnjih dana tokom 2017. godine u odnosu na period 2001-2017. godina.



Slika 2. Promena indeksa letnjih dana [3].

Takođe, zabeležena je i promena srednje mesečne količine padavina u 2020. godini u odnosu na period 1981-2010. godina (sl. 3).



Slika 3. Srednja mesečna količina padavina za Srbiju 2020. godine [4].

U Srbiji zabeležen je i porast broja jakih suša. Prema podacima, od 1951 do 2010. godine, po dekadama bila je zabeležena jedna jaka suša. Od 2011. do 2020. godine zabeležene su dve, a procene ukazuju da će od 2021. do 2030. godine takođe biti zabeležene dve jake suše, dok se u budućnosti očekuje da će se nastaviti pozitivan trend promena.

3. KLIMATSKE ODLIKE GRADA VRANJA

Vranje se nalazi na jugu Srbije, na teritoriji Pčinjskog okruga. Klima ovog kraja je umereno-kontinentalna sa podvarijantom župske klime u Vranjskoj kotlini, do subplaninske i planinske u visokoplaninskom delu Grada (Besna Kobilica, Kukavica). Vranje se nalazi u južnom delu umerene klimatske zone severnog umerenog toplotnog pojasa, pa su južni klimatski uticaji izraženiji u odnosu na severne [5].

Grad se nalazi na nadmorskoj visini od 480 m i ima srednju temperaturu u januaru mesecu 3,0°C, a srednju temperaturu u mesecu julu od 22,0°C, pa zbog toga Vranje uključujući i prigradska naselja ima umereno kontinentalnu klimu. Glavne odlike klime Vranja su nejednako trajanje godišnjih doba, umereno hladne zime, pretežno topla proleća, duga i topla leta, kao i jeseni toplije od proleća.

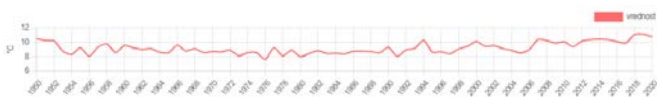
Prema poslednjem popisu stanovništva iz 2022. godine na teritoriji Grada Vranja nastanjeno je 75 285 stanovnika, a primećuje se tendencija smanjenja broja stanovnika (Sl. 5).



Slika 5. Promena broja stanovnika na teritoriji Grada Vranja u periodu 2011-2022. godine.

3.1. Zabeležene promene klimatskih parametara na teritoriji grada Vranja

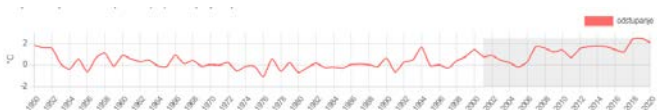
Promena izmerene srednje dnevne temperature (TAS) u periodu 1950-2020. godine na teritoriji Grada Vranja prikazana je na slici 6.



Slika 6. Srednja dnevna temperatura u periodu 1950-2020. godina [6].

Analiza dostupnih podataka pokazuje da je srednja dnevna temperatura na teritoriji Grada od 1997. godine (8,4°C) u konstantnom porastu, te je 2020. godine izmerena vrednost bila 10,8°C.

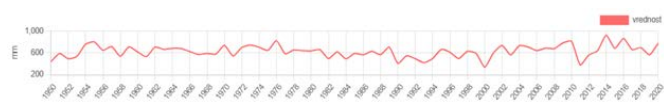
Promene srednjih dnevnih temperatura na teritoriji Grada Vranja, u odnosu na referentni period 1961-1990. godina, prikazane su na slici 7. Ovo odstupanje TAS u odnosu na referentni period je izraženije, naročito u poslednje tri dekade.



Slika 7. Odstupanje srednjih dnevnih temperatura od 1950. do 2020. godine odnosu na referentni period 1961-1990 [6].

Takođe, periodu od 1990. do 2020. godine zabeležena je minimalna vrednost odstupanja od -0,7°C tokom 1991. godine a maksimalna u 2019. godini 2,5°C. Ove vrednosti su veće u odnosu na period 1950-1990. U pomenutom periodu minimalna vrednosti odstupanja zabeležena je 1976. godine i iznosila je -1,1°C, dok je maksimalna vrednost zabeležena 1950. godine i iznosila je 1,8°C.

Na području grada Vranja takođe je zabeležena promena količine padavina (Sl. 8). U periodu 1950-2020. godine ona varira, od minimalne 337,67mm u 2000. godini do maksimalno zabeležene vrednosti od 929,67mm u 2014. godini. Do 1999. godine, minimalna vrednost količine padavina zabeležena je 1990. godine i iznosila je 406,13mm, a maksimalna 1976. godini, 828,74mm. Od 2000. do 2020. godine zabeležene su ekstremnije vrednosti količine padavina.



Slika 8. Promena količine padavina na teritoriji Grada Vranja u periodu 1950-2020. godine [6].

Prema istom izvoru, predviđanja promene količine padavina na osnovu dva različita scenarija (sa i bez primene mera mitigacije) pokazuju jasne i izražene trendove promena ekstremnih vrednosti količine padavina kao jasnu posledicu klimatskih promena.

4. ZELENA POLITIKA GRADA VRANJA

Grad Vranje već dugi niz godina unapređuje stanje životne sredine kroz različite aktivnosti. Poslednjih godina osavremenjavaju se procesi funkcionisanja Grada u skladu sa principima i načelima zaštite životne sredine, ali i kapacitetima Grada.

Na teritoriji Grada Vranja od 2002. godine u funkciji je prva sanitarna deponija “Meteris”, koja će u narednom periodu postati regionalna sanitarna deponija (projekat u toku). Takođe, na teritoriji Grada nalazi se Fabrika za prečišćavanje otpadnih voda, koja prerađuje deo otpadnih voda sa teritorije Grada u cilju adekvatne zaštite svih medijuma životne sredine. Takođe, podržane su edukativne radionice koje se bave približavanjem teme klimatskih promena građanima svih uzrasta. Važno je napomenuti da su najavljene tri investicije koje se direktno tiču ublažavanja klimatskih posledica i povećanja energetske efikasnosti: unapređenje sistema daljinskog grejanja uvođenjem toplotne energije iz kotlova na drvenu biomasu i gas, izgradnja vetroelektrane “Poljanica” i izgradnja solarne elektrane.

Osim aktivnosti koje se direktno ili indirektno odnose na mere adaptacije ili mitigacije klimatskih promena, što se tiče pravne regulative na lokalnom nivou, problem klimatskih promena nije prepoznat kao zasebna tema, već je u domenu teme zaštita životne sredine. Međutim, i pored toga, Grad Vranje donosi i sprovodi aktivnosti, uglavnom kao mere prilagođavanja, koje se indirektno odnose na klimatske promene i nisu jasno dovedene u vezu sa pomenutom temom.

5. ZAKLJUČAK

Međunarodni panel za klimatske promene (IPCC, *Intergovernmental Panel on Climate Change*) ranije je istako da postoji veza između ljudske aktivnosti klimatskih promena. U poslednjem izveštaju iz 2022.godine jasno je naglašeno da su ljudi glavni pokretači promena kao što su intenzivni toplotni talasi, topljenje glečera i zagrevanje okeana. Takođe, kao glavne mere mitigacije ovih događaja navode se mere reciklaže, korišćenje zelene energije kao što je energija sunca ili vetra. Zbog svega toga, svet se danas okrenuo energetskoj tranziciji odnosno transformaciji, cirkularnoj ekonomiji i sl.

Posledice klimatskih promena primećene su svuda u svetu, a najizraženije su u siromašnim i zemljama u razvoju. U Srbiji su takođe zabeležene posledice klimatskih promena. Promene srednje dnevne temperature, ali i odstupanja srednjih dnevnih temperatura u odnosu na referentni period kao i promena količine padavina zabeležene su na području Grada Vranju, ali i na čitavoj teritoriji Srbije.

Grad Vranje u skladu sa svojim kapacitetima unapređuje stanje životne sredine. Indirektno se te aktivnosti odnose na

ublažavanje posledica klimatskih promena, a sprovode se i edukativni sadržaji o važnosti ove teme. Na lokalnom nivou, neophodno je posvetiti više pažnje ovoj temi, sagledati posledice ali i dati preporuke za primenu mera adaptacije odnosno mitigacije u cilju održivog razvoja područja.

LITERATURA

- [1] Vasilkov, Z. et al., Zeleni dogovor Evropske unije i Zelena agenda za Zapadni Balkan: nove smernice za suočavanje sa izazovima zaštite životne sredine, *Ecologica*, 28(104), pp. 494–502. 2021. Available at: <https://doi.org/10.18485/ECOLOGICA.2021.28.104.2>.
- [2] WWF Adria Srbija, *Da nam klima štima*, https://www.wwfadria.org/sr/sta_radimo/nasi_projekti/da_nam_klima_stima/, Last Assessed 20/6/2019
- [3] Đurđević, V. (2020), Klimatske promene - uvodno predavanje, “*EkoKon - sva lica klimatskih promena*”, Available at: https://www.youtube.com/watch?v=wAhEtKVIj_s&ab_channel=Ekogeneza, Last Assessed 10/12/2023
- [4] Republički hidrometeorološki zavod, *Godišnji bilten za Srbiju 2020. godina*, RHMZ, 2020. Available at: <https://www.hidmet.gov.rs/data/klimatologija/latin/2020.pdf>
- [5] Institut za vodoprivredu “J. Černi”, *PPOV Vranje Studija o proceni uticaja na životnu sredinu projekta izgradnje postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda, na k.p.br. 12935 K.O. Vranje 1, na teritoriji Grada Vranja-netehnički rezime*. 2019. https://www.ekologija.gov.rs/sites/default/files/procena_uticaja/Studija%20o%20proceni%20uticaja%20na%20zivotnu%20sredinu%20PPOV%20Vranje%20-%20a%C5%BEurirana%20-%20netehni%C4%8Dki%20rezime.pdf
- [6] *Digitalni atlas klime Srbije*, Available at: <https://atlas-klime.eko.gov.rs/>, Last Assessed: 10/12/2023.



UTICAJ MEĐUNARODNIH STANDARDNA NA UNAPREĐENJE KVALITETA VAZDUHA: STUDIJA SLUČAJA

IMPACT OF INTERNATIONAL STANDARDS ON AIR QUALITY IMPROVEMENT: CASE STUDY

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

Sandra Stanković, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, A. Medvedeva 20, Niš.*

Natalija Petrović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, A. Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj - Ovaj rad istražuje uticaj međunarodnih standarda na poboljšanje kvaliteta vazduha kroz analizu konkretne studije slučaja. Metodologija obuhvata prikupljanje podataka, analizu propisa i stručne literature. Rezultati identifikuju ključne faktore uspeha i izazove implementacije, pružajući smernice za dalje unapređenje kvaliteta vazduha putem jačeg angažovanja svih relevantnih aktera. Ovaj rad doprinosi razumevanju stvarnog uticaja međunarodnih standarda na lokalnom nivou.

Ključne reči: Kvalitet vazduha. Studija slučaja. Međunarodni standardi.

Abstract - This paper explores the impact of international standards on improving air quality through the analysis of a specific case study. The methodology involves data collection, regulatory analysis, and a review of expert literature. The results identify key success factors and implementation challenges, providing guidelines for further enhancing air quality through increased engagement of all relevant stakeholders. This paper contributes to understanding the actual influence of international standards at the local level.

Key words: Air quality. Case study. International standards.

1. UVOD

Ovaj rad posvećen je istraživanju komplikovanog i višestrukog uticaja međunarodnih standarda na stalno poboljšanje kvaliteta vazduha. Analiza se kreće kroz istorijsku putanju ovih standarda, pomno dokumentujući njihovo poreklo, evoluciju i složene pregovore koji služe kao oslonac postizanju globalnih sporazuma i protokola. Istraživanje je fokusirano na opipljivu efikasnost ovih standarda procenjujući njihovu ulogu u ublažavanju različitih spektara zagađivača vazduha, od štetnih hemikalija u vazduhu do finih čestica, i njihovog doprinosa postizanju ciljeva održivog kvaliteta vazduha [1].

Međutim, udublivanje u zamršenost uticaja koji vrše međunarodni standardi na upravljanje kvalitetom vazduha zahteva istraživanje njihovih širih uticaja. Iz tog razloga, ovaj rad istražuje kako su ovi standardi postali katalizatori formulisanja politike i procesa donošenja odluka na različitim nivoima upravljanja, ispitujući u kojoj meri su služili kao katalizatori za inovativne tehnologije, rešenja za čistiju energiju i prakse održivog urbanog planiranja [2].

Kroz studiju slučaja u radu je prikazano iscrpno i nijansirano razumevanje ključne uloge koju imaju međunarodni standardi u oblikovanju globalnog monitoringa i upravljanja kvalitetom vazduha. Duboko upuštajući se u njihov istorijski kontekst, praktičnu efikasnost i složene

izazove koje izazivaju, ovde je dato istraživanje kako su i u kojoj meri, ovi standardi ne samo doprineli ostvarenju čistijeg vazduha, već i kako nastavljaju da usmeravaju i informišu kolektivne napore u rešavanju višestranog izazova, zagađenja vazduha na globalnom nivou [3].

2. ZNAČAJ STANDARDNA ZA UNAPREĐENJE KVALITETA VAZDUHA

Unapređenje kvaliteta vazduha postalo je imperativ u savremenom društvu, s obzirom na sve veći uticaj ljudskih aktivnosti na životnu sredinu. Standardi za kvalitet vazduha igraju ključnu ulogu u očuvanju zdravlja ljudi, životinja i biljaka, kao i u očuvanju ekosistema. Ovo poglavlje istražuje značaj standarda za unapređenje kvaliteta vazduha, analizira njihov uticaj na zaštitu životne sredine i javnog zdravlja, te razmatra implementaciju standarda u praksi [4].

Standardi su postavljeni nizom specifičnih parametara koji regulišu emisije zagađujućih materija kao što su sumpordioksid (SO₂), azot-dioksid (NO₂), čestice u vazduhu (PM₁₀ i PM_{2.5}), ozon (O₃), benzen i drugi. Ovi standardi služe kao referentne tačke za ocenu nivoa zagađenja i postavljaju ciljeve koje treba postići radi očuvanja kvaliteta vazduha.

Značaj standarda za kvalitet vazduha ogleda se u njihovoj ulozi u zaštiti javnog zdravlja. Visoki nivoi zagađenja vazduha mogu imati ozbiljne posledice po respiratorno zdravlje ljudi, izazivajući bolesti poput astme, bronhitisa i

kardiovaskularnih oboljenja. Implementacija i održavanje standarda za kvalitet vazduha direktno doprinose smanjenju ovih rizika i poboljšanju kvaliteta života stanovništva [5].

Pored zaštite zdravlja ljudi, standardi za kvalitet vazduha igraju ključnu ulogu u očuvanju životne sredine. Zagađenje vazduha može imati ozbiljne posledice po ekosisteme, uključujući šume, reke i biodiverzitet. Ograničavanjem emisija štetnih supstanci, standardi doprinose očuvanju biološke raznolikosti, očistiti vazduh i podržati održive ekosisteme.

Implementacija standarda za kvalitet vazduha zahteva saradnju između vlada, industrije, naučne zajednice i civilnog društva. Efikasni monitoring, redovno ažuriranje standarda i sprovođenje odgovarajućih mera su ključni elementi uspešne implementacije. Pored toga, edukacija javnosti o značaju i načinima smanjenja emisija doprinosi uspešnosti ovog procesa [6].

1.1. Merenje zagađenosti vazduha u republici srbiji i evropskoj uniji

Agencija za zaštitu životne sredine svakodnevno meri količine čestica PM10, SO₂, NO₂ i kobalta i na osnovu toga određuje kvalitet vazduha [6].

Skala kvaliteta vazduha na osnovu količine čestica u µg/m³ (mikrogramima po metru kubnom vazduha):

- zelena (odličan) - SO₂ 0-100 µg/m³, NO₂ 0-40 µg/m³, kobalt 0-5.000 µg/m³, PM10 0-20 µg/m³,
- plava (dobar) - SO₂ 100 µg/m³, 1-200, NO₂ 40 µg/m³, 1-100, kobalt 5.001-10.000 µg/m³, PM10 20 µg/m³, 1-40,
- žuta (prihvatljiv) - SO₂ 200 µg/m³, 1-350, NO₂ 100 µg/m³, 1-150, kobalt 10.001-20.000 µg/m³, PM10 40 µg/m³, 1-50,
- crvena (zagađen) - SO₂ 350 µg/m³, 1-500, NO₂ 150 µg/m³, 1-400, kobalt 25.001-50.000 µg/m³, PM10 50 µg/m³, 1-100, i
- ljubičasta (jako zagađen) - SO₂ >500 µg/m³, NO₂ >400 µg/m³, kobalt >50.000 µg/m³, PM10 >100 µg/m³.

Koncentracija PM čestica, SO₂, NO_x i O₃ - standardi su Evropske Unije kada je merenje zagađenja vazduha u pitanju.

Veliki deo mernih stanica Agencije za zaštitu životne sredine, kao i privatnih mernih stanica očitava ove podatke.

Evropska agencija za životnu sredinu (EEA) meri količine čestica PM_{2.5}, PM₁₀, NO₂, SO₂ i O₃.

Na osnovu količine čestica u vazduhu se formira šestostepena skala - svaki stepen zagađenja označen je drugom bojom.

Skala na osnovu količine čestica u µg/m³ (mikrogramima po metru kubnom vazduha):

- plava (odličan) - PM_{2.5} 0-10 µg/m³, PM₁₀ 0-20 µg/m³, NO₂ 0-40 µg/m³, O₃ 0-50 µg/m³, SO₂ 0-100 µg/m³,

- zelena (prihvatljiv) - PM_{2.5} 10-20 µg/m³, PM₁₀ 20-40 µg/m³, NO₂ 40-90 µg/m³, O₃ 50-100 µg/m³, SO₂ 100-200 µg/m³,
- žuta (srednje zagađen) - PM_{2.5} 20-25 µg/m³, PM₁₀ 40-50 µg/m³, NO₂ 90-120 µg/m³, O₃ 100-130 µg/m³, SO₂ 200-350 µg/m³,
- crvena (zagađen) - PM_{2.5} 25-50 µg/m³, PM₁₀ 50-100 µg/m³, NO₂ 120-230 µg/m³, O₃ 130-240 µg/m³, SO₂ 350-500 µg/m³,
- bordo (vrlo zagađen) - PM_{2.5} 50-75 µg/m³, PM₁₀ 100-150 µg/m³, NO₂ 230-340 µg/m³, O₃ 240-380 µg/m³, SO₂ 500-750 µg/m³, i
- ljubičasta (ekstremno zagađen) - PM_{2.5} 75-800 µg/m³, PM₁₀ 150-1.200 µg/m³, NO₂ 340-1.000 µg/m³, O₃ 380-800 µg/m³, SO₂ 750-1.250 µg/m³.

Značaj standarda za unapređenje kvaliteta vazduha ne može se dovoljno naglasiti. Ovi standardi ne samo da čuvaju zdravlje ljudi već i očuvavaju ekosisteme, podržavajući održivu budućnost. Kroz integraciju standarda u političke, industrijske i svakodnevne prakse, mogu se stvoriti okolinu koja je čista, zdrava i održiva za buduće generacije [5, 6].

3. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA I NALAZI U OBLASTI KVALITETA VAZDUHA - ANALIZA SLUČAJA

Sistematsko praćenje parametara zagađenja vazduha u Rumuniji počelo je početkom 2000-ih, počevši od Bukurešta, glavnog grada Rumunije, i postepeno se proširilo na ostatak zemlje. Pre 2000-ih, zagađenje vazduha je ispitivano u nekim fiksnim interesantnim mestima (pored industrijskih izvora, saobraćajnih žarišta, parkova, itd.) samo ručnim uzorkovanjem. Broj fiksnih tačaka za uzorkovanje zavisio je od grada i bio je promenljiv u vremenu (na primer, Bukurešt je imao između 14 i 5 tačaka uzorkovanja). Trend smanjenja broja tačaka bio je posledica tehničkih problema. Periodi od 30 min, a ponekad i 24 h su korišćeni kao periodi uzorkovanja za ukupne suspendovane čestice (Total Suspended Particles - TSP) i gasove NO₂, SO₂, CH₂O, NH₃ i O₃. TSP su ponekad selektivno analizirani na njihov sadržaj Pb, Cd, Zn i Cu, a korišćene eksperimentalne metode nisu prijavljene. Izmereni podaci su ukazivali na česta prekoračenja maksimalno dozvoljenih koncentracija (Maximum Admitted Concentrations - CMA) u to vreme. Na primer, između 1996. i 2000. godine u Bukureštu, nivoi TSP su se kretali od 150 do 350 µg/m³ (godišnji proseki), a CMA je bio 500 µg/m³. Ovde nisu analizirana zagađenja vazduha pre 2000. godine, jer su merenja rađena po lokalnim protokolima, a nametnuti pragovi su varirali u vremenu, bili su specifični za državu i nisu bili u korelaciji sa propisima širom sveta. Sve ovo čini poređenje registrovanih koncentracija zagađujućih materija u to vreme sa podacima iz drugih gradova veoma teškim i od veoma ograničene upotrebljivosti [7].

Danas, 143 nadzorne stanice svih tipova, saobraćajnih, industrijskih, urbanih, ruralnih i udaljenih područja, su u funkciji na nivou zemlje. U kontekstu praćenja kvaliteta vazduha u Evropi, izveštaji Nacionalne agencije za zaštitu životne sredine (vlasnik Nacionalne mreže za automatsko praćenje kvaliteta vazduha) fokusirani su samo na

usklađenost sa propisima Evropske unije koji prate prekoračenja graničnih vrednosti.

Najopsežniju preglednu sliku problema zagađenja vazduha u široj gradskoj oblasti Bukurešta objavili su 2015. godine Iorga et al. [8].

Ovde je fokus na PM10, PM2,5, NOx, SO2 i CO zagađivačima, kao primarnim gasovitim zagađivačima koji se akumuliraju u urbanoj atmosferi i značajno doprinose fotohemijskom formiranju ozona i drugih oksidanata i na deo čestica. Dodati su dnevni proseci O3 kako bi se videlo da li mogu biti od koristi da se bolje razumeju korelacije između čestica i primarnih gasovitih zagađivača.

Statističko ispitivanje vremenskih i prostornih varijacija koncentracija PM10 i PM2,5, kao i njihovih odnosa sa izmerenim gasovitim zagađivačima vazduha i meteorološkim vrednostima, obuhvata:

- korelacionu analizu, izraženu Pirsonovim koeficijentima (COR), statistički značajna na 95% intervalu poverenja,
- pojedinačnu i višestruku linearnu regresionu analizu, između dnevnih PM kao zavisne varijable i meteoroloških faktora i gasovitih zagađivača kao nezavisnih promenljivih, respektivno,
- analizu vremenskog trenda za otkrivanje i procenu monotonog godišnjeg i sezonskog trenda koncentracija zagađujućih materija u ambijentu, koja je izvršena korišćenjem neparametarskog Mann-Kendall-ovog testa i Senove metode korišćenjem softvera MAKESENS [10],
- koeficijent divergencije (COD), samonormalizujući parametar, primenjen je da bi se procenile razlike u prosečnim koncentracijama zagađivača na svakoj lokaciji za uparene sezone i da bi se uporedila mesta za praćenje. COD pruža informacije o stepenu ujednačenosti između stanica za praćenje i godišnjih doba. Na primer, očekuje se nizak COD i visok COR za lokacije na koje utiču slični izvori zagađenja. Vrednost COD između 0 i 0,2 ukazuje na uniformnost, a COD između 0,4 i 1 ukazuje na heterogenost. Koeficijent divergencije se izračunava kao: COD između 0,4 i 1 ukazuje na heterogenost. Koeficijent divergencije se izračunava kao:

$$COD_{jk} = \sqrt{\frac{1}{p} \sum_{i=1}^p \left(\frac{x_{ij} - x_{ik}}{x_{ij} + x_{ik}} \right)^2} \quad (1)$$

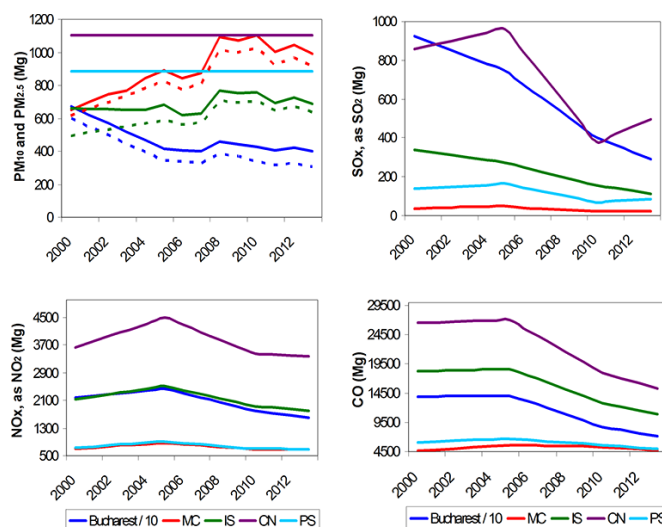
gde j i k predstavljaju dva godišnja doba koja se porede, p je broj istraženih komponenti i kij i kik predstavljaju prosečne masene koncentracije zagađivača i tokom godišnjih doba j i k; j i k označavaju različite lokacije kada je definicija COD primenjena na međulokacijska poređenja [9].

3.1. Emisija zagađivača vazduha

Lista emitera zagađivača vazduha je značajno poboljšana tokom proteklih nekoliko godina, posebno za glavne zagađivače, uključujući fine čestice i ozon. VebDab sadrži sve podatke o emisiji zvanično dostavljene sekretarijatu Konvencije o dugom dometu Prekogranično zagađenje vazduha (Konvencija LRTAP) od strane članica Konvencije.

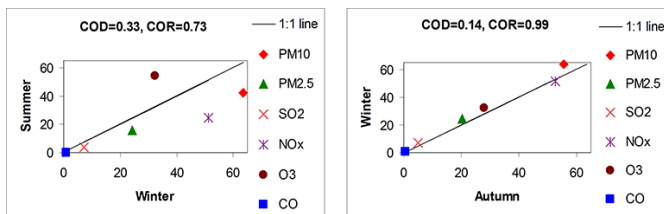
Rumunija je ažurirala svoje izveštaje u bazi podataka o emisijama VebDab EMEP-a 2015. Trendovi emisije zagađivača po lokaciji (Slika 4.3.1) su procenjeni korišćenjem mrežastih podataka iz VebDab za odgovarajući vremenski period ambijentalnih masenih koncentracija zagađujućih materija, zagađujućih materija, s obzirom na ukupne nacionalne privredne sektore [7-9].

Na slici je prikazana ukupna emisija gasovitih zagađujućih materija su smanjene za sve lokacije, posebno počevši od 2006. godine, dok emisije PM10 i PM2,5 pokazuju drugačiji obrazac: pozitivni trendovi za IS i MC i stabilne emisije za lokacije CN i PS. Čak i ako je emisija čestica u Bukureštu deset puta veće nego na svim drugim lokacijama, zbog implementacije mera zaštite životne sredine planom razvoja, Bukurešt je smanjio emisiju čestica sa oko 5970 Mg u 2000. do 3060 Mg u 2013. godini. Emisije PM čestica izgleda predstavljaju veliku brigu među zagađivačima u Rumuniji. Trend smanjenja gasovitih emisija prati opšti trend smanjenja emisija (SO2 smanjen za 58%, NOx i CO za oko 25%) na nivou EU, najveće smanjenje je za SO2 (raspon: 34% za MC, 66% za IS), a zatim CO (opseg: 1% za MC, 42% za CN).



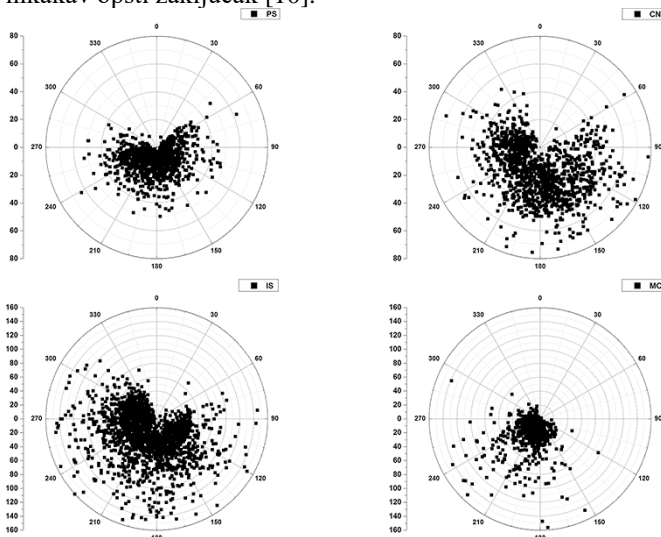
Slika 1. Trendovi emisije zagađujućih materija po lokaciji kao rezultat VebDab baze podataka o emisijama, za ukupni nacionalni ekonomski sektor. Isprekidane linije predstavljaju emisije PM2,5. Emisije iz Bukurešta su uključene za poređenje. Izvor [7]

Generalno, COR izračunat među lokacijama ukazuje na pozitivnu korelaciju među svim lokacijama što sugerise da sve pate od istih kategorija izvora zagađenja. Utvrđeno je da veoma slična situacija karakterise šire područje Bukurešta (COR varira od 0,55 do 0,88) i šire područje Atine u Grčkoj, gde COR varira od 0,55 do 0,84. Međutim, vrednosti COD razdvajaju se po lokacijama, pokazujući: zagađenje vazduha na udaljenoj lokaciji PS je veoma različito od one na svim drugim lokacijama; gradovi Iasi, Cluj-Napoka i Bukurešt su relativno slični, a zagađenje vazduha na regionalnoj ruralnoj lokaciji MC je relativno drugačije od ostalih. Najveći doprinos vrednosti COD uparenih PS-IS lokacija je PM10, a najveći doprinos COD za par MC-Bukurešt su NOx, PM10 i PM2,5.



Slika. 2 Koeficijenti divergencije između dve sezone za višesezonske prosečne koncentracije zagađivača za lokaciju Iasi. Izvor [7]

Ako se uporede meteorološki faktori koji utiču na koncentraciju čestica za gore navedene lokacije, dolazi se do toga da su najvažniji temperatura, brzina vetra, vlažnost i, na poslednjoj poziciji, atmosferski pritisak. Za Bukurešt se menja redosled: brzina vetra, temperatura, atmosferski pritisak i vlažnost. Istraživanja literature je otkrila da se čini da se brzina vetra, relativna vlažnost i temperatura takmiče za prvu poziciju, ali i njihovi termini na kvadrat i interakcije između njih igraju određenu ulogu [7-9]. U svakom slučaju, redosled važnosti uticaja meteoroloških varijabli na nivoe PM čestica u ambijentu je regionalne prirode i ne može se izvući nikakav opšti zaključak [10].



Slika 3. Masena koncentracije PM10 u odnosu na pravac vetra na svakoj lokaciji. PM2.5 pokazuje isti obrazac. Izvor [7]

4. ZAKLJUČAK

Ovo istraživanje doprinosi saznanjima o zagađenju vazduha u istočnoj Evropi, predstavljajući ažuriranu procenu prizemnih koncentracija glavnih zagađivača vazduha u različitim sredinama, od najviših do pozadinskih vrednosti, i koristeći podatke koji pokrivaju najduži raspoloživi vremenski period. Nivoi zagađenja ambijentalnog vazduha, njihova varijabilnost i trendovi se razmatraju u kontekstu statusa kvaliteta vazduha i trendova u Bukureštu, Evropi i širom sveta. Analiziraju se trendovi specifičnih zagađivača vazduha kako bi se pokazalo da li prate trend emisije zagađujućih materija.

Nalazi ovog istraživanja nedvosmisleno pokazuju značajan uticaj međunarodnih standarda na unapređenje kvaliteta vazduha. Osnovni zaključci izvedeni iz ovog istraživanja mogu se sažeti na sledeći način:

Međunarodni standardi su odigrali ključnu ulogu u podizanju svesti o štetnim efektima zagađenja vazduha na ljudsko zdravlje i životnu sredinu. Takođe su doprineli tome da se države smatraju odgovornim za svoje emisije i upravljanje kvalitetom vazduha.

Međunarodni standardi uspostavili su jasne smernice i dozvoljene limite za različite zagađivače vazduha, kao što su čestice (PM2,5 i PM10), azot-dioksid (NO2), sumpor-dioksid (SO2) i ozon (O3). Ovi standardi služe kao referentne tačke za vlade zemalja i industrije kako bi merili svoj napredak i identifikovali oblasti koje treba unaprediti.

Mnoge zemlje su uključile međunarodne standarde u svoje nacionalne regulative i politike kvaliteta vazduha. Ovi standardi služe kao osnova za razvoj domaćih mera za smanjenje emisija i unapređenje kvaliteta vazduha.

Zagađenje vazduha ne poznaje granice, i međunarodni standardi podstiču saradnju između zemalja u rešavanju regionalnih i globalnih problema kvaliteta vazduha. Zajednički naponi doveli su do smanjenja transgraničnih zagađivača vazduha, čime su i susedne zemlje ostvarile korist.

Pridržavanje međunarodnih standarda kvaliteta vazduha dovelo je do opipljivih koristi za javno zdravlje. Smanjena izloženost štetnim zagađivačima rezultirala je nižim stopama respiratornih bolesti, kardiovaskularnih oboljenja i prevremene smrtnosti u mnogim regionima.

LITERATURA

- [1] European Environmental Agency (EEA). Dostupno na internet stranici: <https://www.eea.europa.eu/en/about/who-we-are>
- [2] U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Dostupno na internet stranici: <https://www.epa.gov/>
- [3] International Energy Agency. International Energy Outlook 2011. Dostupno na internet stranici: <https://www.iea.org/>
- [4] International Standards Organization (ISO). Dostupno na internet stranici: <https://www.iso.org/popular-standards.html>
- [5] Agencija za zaštitu životne sredine. Dostupno na internet stranici: <http://www.amskv.sepa.gov.rs/>
- [6] Iorga G, Balaceanu-Raicu C, Stefan S. Supporting material of annual air pollution level of major primary pollutants in Greater Area of Bucharest. Atmos. Poll. Res. 2015; 6: S1-S18
- [7] Iorga G, Air Pollution Monitoring: A Case Study from Romania. Dostupno na internet stranici: <https://www.intechopen.com/chapters/52269>
- [8] EEA, 2015. European Environment Agency. European air quality database. Dostupno na internet stranici: www.Eea.Europa.Eu/data-and-maps/data/airbase-the-european-air-quality-database-1
- [9] Salmi T, Määttä A, Anttila P, Ruoho-Airola T, Amnell T. 2002. Detecting trends of annual values of atmospheric pollutants by the Mann-Kendall test and Sen's slope estimates - the Excel template application MAKESENS, Helsinki, Finnish Meteorological Institute.
- [10] EEA. Air Quality in Europe - 2015 Report. European Environment Agency. Dostupno na internet stranici: www.eea.europa.eu



OPTIMIZACIJA MERA OBNOVE STAMBENIH ZGRADA U CILJU POBOLJŠANJA ENERGETSKE EFIKASNOSTI PRIMENOM SOFTVERA "KnaufTerm2"

MEASURES OPTIMIZATION OF RESIDENTIAL BUILDING RENOVATION TO IMPROVE ENERGY EFFICIENCY USING THE SOFTWARE "KnaufTerm2"

Ana Mitrović, "Atelje AD", Jug Bogdanova 17, Niš.

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

Sadržaj - U ovom radu prikazane su razlike rezultata unakrsnih analiza energetske unapređenja stambenog objekta sa ciljem poboljšanja energetske razreda. Nakon izrade Elaborata energetske efikasnosti za postojeći objekat, višeporodičnu stambenu zgradu koja je izgrađena 1950. godine, koji tretiramo kao referentno rešenje - bez intervencija, kroz program "KnaufTerm2" su urađena još dva Elaborata energetske efikasnosti, alternativa "A" i alternativa "B" i u svakom od njih je promenjena različita pozicija termičkog omotača, koja utiče na poboljšanje energetske efikasnosti objekta.

Ključne reči: Energetska efikasnost. Stambene zgrade. Softver "KnaufTerm2".

Abstract - This paper presents the differences in the results of cross-analysis of the energy improvement of a residential building with the aim of improving the energy class. After the preparation of the Energy Efficiency Elaboration for the existing facility, a multi-family residential building built in 1950, which we treat as a reference solution - without interventions, prepared through the "KnaufTerm2" program, there are two more Energy Efficiency Elaborations, alternative "A" and alternative "B", and in each of them, a different position of the thermal envelope has been changed, which affects the improvement of the building's energy efficiency.

Key words: Energetic efficiency. Residential buildings. Software "KnaufTerm2".

1. UVOD

Stambene zgrade spadaju u grupu najvećih energetske potrošača u svetskoj ekonomiji, troše više od trećine ukupne korišćene energije i emituju približno 30% globalne emisije ugljenika. Iako su daleko manji potrošači energije i emiteri ugljen-dioksida u poređenju sa sličnim energetske intenzivnim sektorima, kao što su transport ili industrija, zgrade imaju veliku ulogu u bilo kojoj korporativnoj strategiji koja ima za cilj borbu protiv klimatskih promena.

Energetski efikasno projektovanje zgrada i stambenih zgrada razmatrano je u radovima [1] i [2], uticaj zaptivenosti fasadnih otvora na energetske bilans stambenih zgrada analiziran u radu [3], a optimizacija oblika zgrade i njene orijentacije, kao i primena geometrije u energetske efikasnoj arhitekturi opisivani su u radovima [4] i [5].

U ovom radu prikazane su razlike rezultata unakrsnih analiza energetske unapređenja na primeru konkretnog stambenog objekta. U programu "KnaufTerm2" izrađen je Elaborat energetske efikasnosti za postojeću višeporodičnu stambenu zgradu koja je izgrađena 1950. godine.

Prvo je izrađen Elaborat energetske efikasnosti i utvrđeno da za zadate pozicije, materijale, parametre i dr., predmetni objekat pripada "G" energetske razredu, što je daleko manje od današnjih zahteva pri izradi projekta za izgradnju

novih, kao i rekonstrukciju postojećih objekata, koji su određeni *Pravilnikom o uslovima i normativima za projektovanje stambenih zgrada i stanova iz 2012.god.* [6].

Nakon izrade Elaborata energetske efikasnosti za postojeći objekat, višeporodičnu stambenu zgradu koja je izgrađena 1950. godine, koji tretiramo kao referentno rešenje - bez intervencija, kroz program "KnaufTerm2" su urađena još dva Elaborata energetske efikasnosti, alternativa "A" i alternativa "B" i u svakom od njih je promenjena različita pozicija termičkog omotača, koja utiče na poboljšanje energetske efikasnosti objekta.

Analizom rezultata dobijenih promenom parametara, imamo uvid kako oni utiču na potrebnu količinu energije za grejanje objekta, odnosno energetske razred objekta a samim tim i na ekonomsku opravdanost uloženi sredstava.

Predmetni objekat za koji su rađeni Elaborati energetske efikasnosti, nalazi se u Beogradu u ul. Ljubomira Stojanovića br. 30, na k.p.br. 832, K.O. Palilula.

U pitanju je višeporodična, stambena zgrada, spratnosti Po+P+4+Pk.

Funkcionalno, zgrada se sastoji od podruma koji se nalazi ispod čitave površine objekta, prizemlja, četiri tipske etaže i potkrovlja koje je naknadno dograđeno. Objekat je sa tri ulaza i na svim etažama su stambene jedinice.

2. OPIS PROJEKTA

Objekat je izgrađen oko 1950. godine u ul. Ljubomira Stojanovića br. 30 u Beogradu na k.p.br. 832, K.O. Palilula a potkrovlje je dograđeno između 1955-1960. godine.

Prvobitno je objekat sa tri zasebna ulaza bio spratnosti Po+Pr+4+Pk sa zajedničkim prostorijama u potkrovnoj etaži i nadzidkom visine 140cm. Ceo objekat imao je četvorovodni krov pokriven crepom. Ispod celokupnog objekta nalazi se podrumka etaža a na svim ostalim etažama osim podrumke nalaze se stanovi.

Dogradnjom potkrovlja između 1955-1960. godine od zajedničkih prostorija potkrovne etaže formirane su nove stambene jedinice. Nadzidak je dograđen između osa 2 i 6 kao i 7 i 11 kako bi se dobila korisna spratna visina od 2,75m, te su na taj način u ulazima 1 i 3 formirane po tri stambene jedinice dok su u ulazu 2 formirane dve nove stambene jedinice u potkrovnoj etaži.

Krov dozidanog dela objekta iznad novoformiranih stambenih jedinica pokriven je pokrivačem od falcovanog lima, dok su dve novoformirane stambene jedinice na bokovima zgrade u ulazima 1 i 3, kod kojih se nije vršila dogradnja nadzidka, ostale pod starim krovom pokrivenim crepom.

Projekat dogradnje nije arhiviran u opštini o čemu svedoči potvrda izdata od strane nadležnog organa tako da je idejni projekat rađen na osnovu merenja i izjava stanara.

Konstrukcija objekta je masivna. Noseći zidovi su debljine 38cm zidani od pune opeke, što je karakteristika objekata iz tog perioda [7]. Međuspratne konstrukcije su sitno rebraste tavanice tip "Avramenko".

Pregradni zidovi su od opeke debljine $d = 6,5\text{cm}$ obostrano malterisani u cementnom malteru, zidani od pune opeke na kant. Zidovi između stanova su masivni od pune opeke, debljine $d = 38\text{cm}$, dok su zidovi centralno postavljenog stana prema negrejanom hodniku sastavljeni od dva zida od 6,5cm (puna opeka na kant) sa vazduhom između tako da je ukupna debljina 25cm. Bočni zidovi stepeništa su, kao i zidovi između stanova masivni debljine $d = 38\text{cm}$ i malterisani su krečnim malterom.

Fasadni zidovi su od pune opeke debljine 25cm dok su kalkanski debljine 38cm, spolja malterisani produžnim malterom.

Deo podrumke etaže iznad zemlje obrađen je veštačkim kamenom, pikovana polja i glatke pantljike kvadera.

Objekat je sa kosim krovom pokrivenim crepom na bokovima dok su dozidani delovi pokriveni falcovanim limom.

Spoljna stolarija, prozori i balkonska vrata, su drveni sa dvostrukim krilima, karakterističnim za period kada je predmetni objekat građen. U pojedinim stanovima su zamenjeni prozori i balkonska vrata novim od PVC profila. Fasada u delu stepeništa je ostakljena u okviru od betonskog rastera.

Na fasadi se uočavaju velika oštećenja. Na pojedinim mestima malter se odvojio od zida dok je na pojedinim otpao. Ova vrsta oštećenja je naročito izražena na ivicama balkona i bočnim fasadama. Elementi betonskog rastera zastakljenog stepeništa su oštećeni i na pojedinim mestima su se odvojili od primarne konstrukcije.

Fasadna boja je neravnomerno isprana tokom više od pedeset godina izlaganja atmosferskim uticajima.



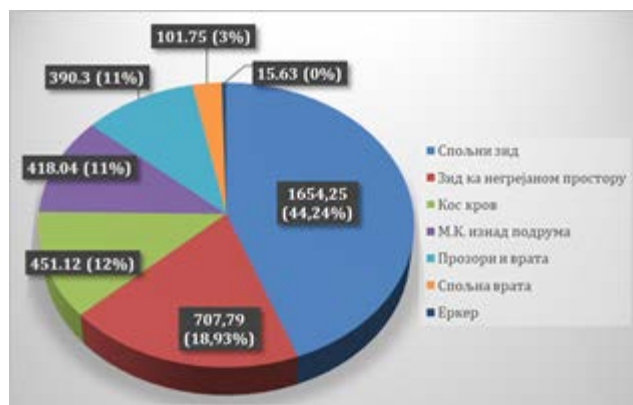
Slika 1. Izgled stambenog objekta sa severozapada.

3. FORMIRANJE PROJEKTNIH REŠENJA ZA ANALIZU

3.1. Opis referentnog rešenja – bez intervencije

Termički omotač predmetnog objekta čine spoljni zidovi, kos krov iznad grejanog prostora (stanova), fasadni otvori (prozori, krovni prozori i balkonska vrata), unutrašnji zidovi ka negrejanim hodnicima, međuspratna konstrukcija ka spoljnom prostoru (erker) i međuspratna konstrukcija ka negrejanom podrumu.

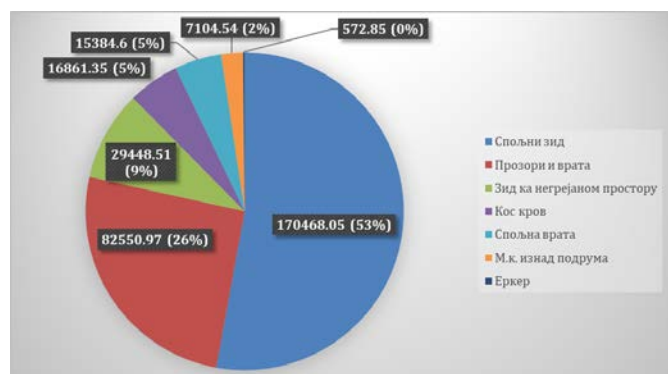
Za analizu, prvo je izrađen Elaborat energetske efikasnosti postojećeg stanja tj. referentnog rešenja - bez intervencija u softveru "Knauf Term2". Podaci o objektu, lokaciji i izloženosti vetru uneti su prema *Pravilniku o energetskej efikasnosti zgrada*, (tabele 3.3.4.1, 3.4.2.1, 3.4.2.2 i 6.3).



Slika 2. Površine sklopova i njihov udeo u ukupnoj površini omotača.

Izračunato je za referentni objekat kao u postojećem stanju, da potrebna godišnja potrošnja energije iznosi 186,65 kWh/m², što znači da objekat pripada "G" energetskom razredu. Takođe, dobijeno je da nijedna pozicija termičkog

omotača ne zadovoljava minimalne vrednosti zadate *Pravilnikom o energetskej efikasnosti objekata* [8].



Slika 3. Transmisioni gubici sklopova i njihov udeo u ukupnim gubicima omotača (postojeći objekat).

Kosi krov iznad grejanog prostora ne zadovoljava parametre letnje stabilnosti, dok period isušenja iznosi 67 dana što je manje od 90 dana propisanih *Pravilnikom o energetskej efikasnosti zgrada* [8].

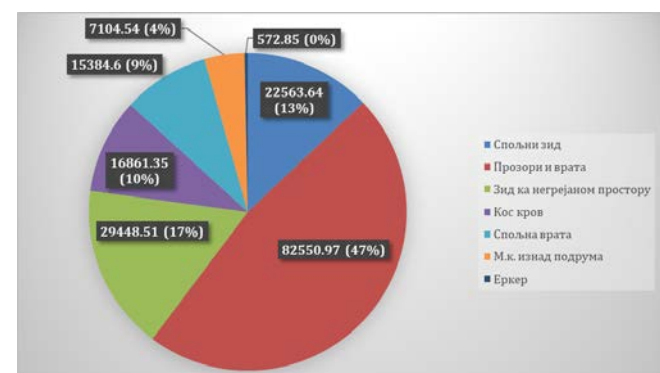
Transmisioni gubici kroz termički omotač predmetnog objekta pokazuju da više od polovine ukupnih transmisionih gubitaka (52.88%) su kroz spoljne zidove, dok četvrtinu ukupnih gubitaka čine gubici kroz fasadne otvore (25.61%).

Obzirom na navedene činjenice u ovom radu, urađene su dve projektne alternative promena pozicija termičkog omotača sa ciljem energetskog unapređenja objekta.

Izbor na osnovu količine transmisionih gubitaka kroz pojedine pozicije je da se u prvoj alternativu "A" izvede termoizolacija fasadnih zidova a u drugoj alternativu "B" promene fasadni otvori elementima boljih performansi.

3.2. Opis projektne alternative "A"

Alternativa "A" biće oblaganje fasadnih zidova termoizolacijom tj. kamenom mineralnom vunom tipa *Knaufinsulation FKD-S*, $d = 15\text{cm}$ i cementnim malterom $d = 2\text{cm}$.



Slika 4. Transmisioni gubici sklopova i njihov udeo u ukupnim gubicima omotača (alternativa „A“).

Iz primera projektne alternative "A" tj. postavljanjem termoizolacije od kamene mineralne vune u debljini od 15cm na postojeće fasadne zidove objekta, postignuto je da se transmisioni gubici kroz ovu poziciju znatno smanje od 170468,05 kWh, što je činilo 52,88% od ukupnih transmisionih

ih gubitaka, na 22 563,64 kWh tj. 12,93% koliko sada imaju udelu u odnosu na ukupne transmisione gubitke termičkog omotača.

Smanjenjem transmisionih gubitaka, došlo je do pozitivnih rezultata, odnosno smanjenja godišnje potrebne energije za grejanje koja je iznosila 393 217,50 kWh a nakon intervencije iznosi 245 313,10 kWh što znači da je umanjena potreba za 147 904,40 kWh na godišnjem nivou.

Na osnovu potrebne godišnje potrošnje umanjena je i specifična godišnja potreba energije za grejanje koja je iznosila 186,65 kWh/m², a sada iznosi 116,44 kWh/m² što je za 70,21 kWh/m² manje nego u referentnom primeru.

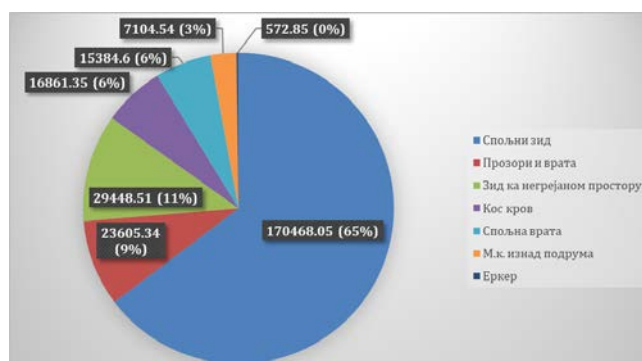
Tabela 1. Energija potrebna za grejanje za alternativu "A" – energetski razred objekta "E".

GODIŠNJA POTREBNA ENERGIJA ZA GREJANJE	Q _{h,nd} = 245.313,10 kWh
SPECIFIČNA GODIŠNJA POTREBNA ENERGIJA ZA GREJANJE PO m ²	Q _{h,an} = 116,44 kWh

Kao rezultat značajnog umanjnja potrebne energije za grejanje objekat iz alternativu "A" ima energetski razred "E" (Tabela 1.), što znači da je referentni objekat ovakvom intervencijom unapređen za dva energetska razreda.

3.3. Opis projektne alternative "B"

Alternativa „B“ biće promena fasadnih otvora tj. prozora, krovnih prozora i balkonskih vrata, novim, savremenijim elementima boljih performansi.



Slika 5. Transmisioni gubici sklopova i njihov udeo u ukupnim gubicima omotača (alternativa „B“).

Iz primera projektne alternative "B", što podrazumeva promenu elemenata fasadnih otvora tj. promena prozora, krovnih prozora i balkonskih vrata, dobija se da su transmisioni gubici kroz ovu poziciju znatno smanjeni od 82550,97 kWh što je činilo 25,61% od ukupnih transmisionih gubitaka, na 23 605,34 kWh tj. 9,17% koliko sada imaju udelu u odnosu na ukupne transmisione gubitke termičkog omotača.

Takođe, od velikog značaja jeste i dobra zaptivenost novih elemenata kao i njihove performanse, kvalitet stakala, karakteristike ramova i sl., tako da su ventilacioni gubici umanjani sa 134 762,53 kWh na 74 868,07 kWh, dok su solarni dobici upola smanjeni i to od 48 282,60 kWh na 21 123,60 kWh.

Smanjenjem navedenih gubitaka, kao i solarnih dobitaka, došlo je do pozitivnih rezultata, odnosno smanjenja godišnje

potrebne energije za grejanje koja je iznosila 393 217,50 kWh a nakon intervencije iznosi 295823,52 kWh, što znači da je umanjena potreba za 97 393,98 kWh.

Na osnovu potrebne godišnje potrošnje umanjena je i specifična godišnja potreba energije za grejanje koja je iznosila 186,65 kWh/m², a sada iznosi 140,21 kWh/m² što je za 46,44 kWh/m² manje nego u referentnom primeru.

Tabela 2. Energija potrebna za grejanje za alternativu “B” – energetski razred objekta “F”.

GODIŠNJA POTREBNA ENERGIJA ZA GREJANJE	Q _{h,nd} = 295.382,52 kWh
SPECIFIČNA GODIŠNJA POTREBNA ENERGIJA ZA GREJANJE PO m ²	Q _{h,an} = 140,21 kWh

Kao rezultat značajnog umanjivanja potrebne energije za grejanje, objekat iz alternative “B” ima energetski razred “F” što znači da je referentni objekat ovakvom intervencijom unapređen za jedan energetski razred.

4. ZAKLJUČAK

U ovom radu su prikazane uporedne analize za tri projektne alternative od kojih je jedna rađena za referentni objekat – bez investicija, dok su druge dve imale energetsko unapređenje predmetnog višeporodičnog stambenog objekta.

Iz proračuna Elaborata energetske efikasnosti kroz softver “KnaufTerm2”, pokazano je da predložene intervencije povoljno utiču na količinu potrebne energije za grejanje i samim tim i na unapređenje energetskog razreda predmetnog objekta.

Tako da intervencijom u alternativu “A” postavljanje termoizolacije od mineralne kamene vune debljine 15cm na fasadnim zidovima, možemo smanjiti potrebnu potrošnju energije za grejanje za 147904,40 kWh na godišnjem nivou i unaprediti objekat od energetskog razreda “G” u energetski razred “E”.

U drugoj investicionoj alternativu “B” planirana je zamena postojećih, drvenih fasadnih otvora tj. prozora, krovnih prozora i balkonskih vrata, novom PVC stolarijom sa šestokomornim profilom, troslojnim staklom i termo paketom 4+8+4+8+4.

Ovakva vrsta intervencije takođe se pokazala kao povoljna na energetsko unapređenje postojećeg objekta. Potrebna potrošnja energije za grejanje smanjena je za 97393,98 kWh,

a energetski razred postojećeg objekta je unapređen i nakon intervencije je “F”.

Obema alternativama ispunjeni su kriterijumi dati *Pravilnikom o energetske efikasnosti objekata za rekonstrukciju postojećih objekata* [8].

LITERATURA

- [1] R. Pacheco, J. Ordóñez, G. Martínez, “Energy efficient design of building: A review”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 16, Iss 4, pp.3559-3573, 2012.
- [2] D. M. Šumarac, M. N. Todorović, M. D. Đurović-Petrović, N. R. Trišović, “Energy efficiency of residential buildings in Serbia”, *Thermal Science* 14, p.p.97-113, 2010.
- [3] A. Mitrović, M. Protić: “Influence of the Sealing of Facade Openings on the Energy Balance of a Multi-Family Residential Building”, *42nd International Scientific Conference the Power of Knowledge*, vol. 60, 2023.
- [4] R. Fallahtafti, M. Mahdavinejad, “Optimisation of building shape and orientation for better energy efficient architecture”, *International Journal of Energy Sector Management*, Vol. 9, Iss 4, pp.593-618, 2015.
- [5] M. Cvetković, A. Mitrović, “Primena geometrije u energetske efikasnosti zgrada”, *Zbornik radova ATVSS Niš*, pp. 129-132, 2022.
- [6] *Pravilnik o uslovima i normativima za projektovanje stambenih zgrada i stanova* – “Sl. glasnik RS”, br. 58/2012, 74/2015 i 82/2015.
- [7] M. Jovanović Popović, D. Ignjatović, Lj. Đukanović, M. Nedić, B. Stanković, “Nacionalna tipologija stambenih zgrada Srbije građenih do 2013”, *Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu GIZ - Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit*, 2016.
- [8] *Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada*, “Sl. glasnik RS”, br. 61/2011.



ULOGA BIOREMEDIJACIJE U ŽIVOTNOJ SREDINI THE ROLE OF BIOREMEDIATION IN THE ENVIRONMENT

Tijana Milanović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, F. Filipovića 20, Vranje.*

Sadržaj - U ovom radu se govori o biološkim mehanizmima reciklaže otpada uz pomoć mikroorganizama, o procesu bioremedijacije. Mikroorganizmi mogu da uništavaju, smanjuju koncentracije ili da menjaju oblik opasnog otpada i omogućuje upotrebu drugim organizmima. Takvi tretmani su čistači zagađenih zemljišta, voda ili čak otpadnih tokova. Zahvaljujući sposobnosti adaptacije, mikroorganizmi opstaju na svim mestima u životnoj sredini, ali i nastaju u ekosistemu. Veliki problem sveta, danas, je zagađenje životne sredine, zagađenjem različitog porekla. Alternativno rešavanje ovog ozbiljnog problema jeste uz pomoć mikroorganizama. Zagađivači životne sredine, kao što su teški metali, nafta, pesticidi, ugljovodonici, degradiraju i transformišu ekologiju. Hemijske i fizičke opasne materije podležu procesu degradacije iz okoline pomoću enzima metabolizma mikroba.

Ključne reči: Bioremedijacija, biotički-abiotički faktori, zagađenje, životna sredina.

Abstract - This paper discusses the biological mechanisms of waste recycling with the help of microorganisms, the process of bioremediation. Microorganisms can destroy, reduce concentrations or change the form of hazardous waste and enable use by other organisms. Such treatments are cleaners of polluted soils, waters or even waste streams. Thanks to the ability to adapt, microorganisms survive in all places in the environment, but also arise in the ecosystem. A major problem in the world today is environmental pollution, with pollution of various origins. An alternative solution to this serious problem is with the help of microorganisms. Environmental pollutants, such as heavy metals, oil, pesticides, hydrocarbons, degrade and transform ecology. Chemical and physical hazardous substances undergo a process of degradation from the environment by the enzymes of microbial metabolism.

Key words: Bioremediation, biotic-abiotic factors, pollution, environment.

1. UVOD

Rasprostranjenost mikroorganizama u biosferi je velika, zahvaljujući njihovoj metaboličkoj sposobnosti da se adaptiraju ili opstanu pod uticajem abiotičkih i biotičkih faktora sredine. Ovom sposobnošću mikrobi aktivno pomažu degradaciji zagađivača u životnoj sredini, procesom bioremedijacije. Određeni mikroorganizmi pretvaraju, promene i iskoriste toksične zagađivače, stvaraju energiju i proizvode biomasu. Bioremedijacija je mikrobiološki dobro organizovana, proceduralna aktivnost, koja se primenjuje za uništavanje ili modifikaciju kontaminanata u manje toksične ili netoksične forme elemenata i jedinjenja. Biološki agensi koji se koriste za bioremedijaciju, u cilju čišćenja kontaminiranih mesta, jesu bioremedijatori (bakterije, arheje i gljive). Mikroorganizmi rešavaju i otklanjaju opasnost od mnogih zagađivača kroz biorazgradnju iz životne sredine. Mikroorganizmi deluju kao značajna faktori za uklanjanje zagađivača u vodi, zemljištu i sedimentima, obnavljaju prirodno okruženje i sprečavaju dalje zagađenje. Zagađenje zemljišta, podzemnih i površinskih voda, vazduha i sedimenata, toksičnim hemikalijama je jedan od glavnih problema sveta. Uspešna bioremedijacija zavisi od interdisciplinarnog pristupa, koji

uključuje takve discipline kao što su mikrobiologija, ekologija, geologija i hemija. [1].

2. FAKTORI KOJI UTIČU NA BIOREMEDIJACIJU

Bioremedijacija učestvuje u procesima degradacije, sanacije, menjanja, imobilizacije ili detoksikacije. Različitim hemikalijama i fizičkim otpadom u životnoj sredini, destruktivno delovanju bakterije, gljivice i biljake. Enzimi mikroorganizama deluju kao biokatalizatori i olakšavaju napredak biohemijskih reakcija koje razgrađuju određeni zagađivač. Mikroorganizmi deluju protiv zagađivača, kada imaju pristup raznim jedinjenjima materijala. Jedinjenja im pomažu da generišu energiju i hranljive materije za izgradnju više novih ćelija. Efikasnost bioremedijacije zavisi od koncentracije zagađivača, karakteristika životne sredine i njihovu dostupnost mikroorganizmima. Zbog neravnomerne raspoređenosti mikroorganizama i zagađivača u životnoj sredini, optimizacija i kontrola procesa bioremedijacije predstavljaju složeni proces. U kojoj meri će populacije mikroorganizama razgraditi zagađivače ili će populacije lako pronaći zagađivače u životnoj sredini, zavisi od vrste zemljišta, temperature, pH, hranljivih materija, prisustva kiseonika ili drugih akceptora elektrona. Degradacija organskih jedinjenja

nastaje uticajem abiotičkih faktora. Dolazi do nadmetanja između mikroorganizama za ograničene izvore ugljenika, antagonističke interakcije između mikroorganizama ili grabežljivost mikroorganizama od strane protozoa i bakteriofaga. Važnu ulogu ima i koncentracija zagađivača jer od nje neposredno zavisi i brzina reakcije i broj organizama sposobnih da metabolisu zagađivač, kao i količinu enzima koje proizvodi svaka ćelija. Interpretacija specifičnih enzima u ćelijama može povećati ili smanjiti brzinu degradacije zagađivača. Mutacija, horizontalni transfer gena, aktivnost enzima, interakcija, kao glavni biološki faktori, utiču dok se ne postigne rast kritične biomase, kao i veličina i sastav populacije. [2].

3. FAKTORI ŽIVOTNE SREDINE

Moguća interakcija tokim procesa degradacije zavisi od karakteristike mikroorganizama i fizičko-hemijska svojstva ciljanih zagađivača, kao i od uslova sredine na mestu interakcije. Na rast i aktivnost mikroorganizama utiču pH, temperatura, vlaga, struktura zemljišta, rastvorljivost u vodi, hranljive materije, karakteristike lokacije, redoks potencijal i sadržaj kiseonika, nedostatak obučanih ljudskih resursa u ovoj oblasti i fizičko-hemijska koncentracija zagađivača. Biorazgradnja se može desiti u opsegu pH vrednosti od 6,5 do 8,5, što predstavlja generalno optimalne uslove za biorazgradnju u većini vodenih i kopnenih sistema. [3].

4. DOSTUPNOST HRANLJIVIH MATERIJA

Balansiranje nutritijentima, posebno snabdevanje esencijalnim hranljivim materijama kao što su azot i fosfor, može poboljšati efikasnost biorazgradnje. Da bi preživeli i nesmetano nastavili sa svojim aktivnostima, mikroorganizmima je potreban niz hranljivih materija kao što su ugljenik, azot i fosfor. Povećanje metaboličke aktivnosti mikroorganizama postiže se dodavanjem odgovarajuće količine hranljivih materija, što je i povoljna strategija. Biorazgradnja u vodenoj sredini je takođe, ograničena dostupnošću hranljivih materija. [4].

5. TEMPERATURA, KONCENTRACIJA KISEONIKA, VLAGA I PH

Najvažniji fizički faktor, temperatura, određuje opstanak mikroorganizama i sastava ugljovodonika. Niska temperatura, ispod nula stepeni, uzrokuje zatvaranje transportnih kanala unutar ćelija mikroorganizama. Može doći i do zamrzavanja cele citoplazme, čineći tako većinu mikroorganizama metabolički neaktivnim. Biološki enzimi koji pomažu razgradnji imaju najčešće, optimalnu temperaturu i neće imati isto metaboličko dejstvo za svaku temperaturu. Takođe, razgradnja specifičnog jedinjenja zahteva i određenu temperaturu. Zadatak faktora temperature jeste da ubrzava ili usporava proces bioremedijacije, i kao takva utiče na fiziološka svojstva mikroorganizama. Brzina aktivnosti mikroorganizama raste sa povećanjem temperature, maksimum dostiže na optimalnoj temperaturi. Postoji veliki broj mikroorganizama kojima je neophodan kiseonik, takođe i veliki broj mikroorganizama koje ne zahtevaju kiseonik. Na osnovu svojih potreba olakšavaju brzinu biorazgradnje na što bolji način. Biološka degradacija se odvija u aerobnom i anaerobnom stanju, jer je kiseonik neophodan za većinu živih organizama u gasovitom stanju. Mikroorganizmima je potrebna

odgovarajuća količina vode da bi ostvarili svoj rast. Međutim, vlaga u zemljištu negativno utiče na sredstva za biorazgradnju. Na metaboličku aktivnost mikroorganizama, utiču pH jedinjenja koja su kiselog, bazičnog i alkalnog oblika, čime povećavaju ili smanjuju proces uklanjanja zagađenja. Metabolički procesi su veoma podložni nestabilnosti čak i pri malim promenama pH vrednosti. [5].

6. KARAKTERIZACIJA I IZBOR LOKACIJE

Potreban je detaljan plan sanacije, pre predloga leka za bioremedijaciju, da bi se na adekvatan način okarakterisala veličina i obim kontaminacije. Detaljnim planom se obezbeđuje: horizontalni i vertikalni obim kontaminacije, parametri i lokacije za uzorkovanje i obrazloženje za njihov nastanak, opiše metode koje će se koristiti za uzimanje uzoraka i analizu koja će se raditi.

7. TOKSIČNA JEDINJENJA

Kada su u visokim koncentracijama toksične prirode nekih zagađivača, mogu stvoriti toksične efekte na mikroorganizme i usporiti dekontaminaciju. Stepen i mehanizmi toksičnosti variraju u zavisnosti od specifičnih toksikanata, njihove koncentracije i izloženosti mikroorganizama.

8. PRINCIP BIOREMEDIJACIJE

Bioremedijacija je definisana kao proces u kome se organski otpad biološki razgrađuje u kontrolisanim uslovima do netoksičnog stanja, ili do nivoa ispod graničnih koncentracija. Mikroorganizmi su pogodni za zadatak uništavanja zagađivača jer poseduju enzime koji im omogućavaju da koriste zagađivače iz životne sredine kao hranu. Cilj bioremedijacije je da ih podstakne da rade snabdevanjem optimalnih nivoa hranljivih materija i drugih hemikalija bitnih za njihov metabolizam u cilju razgradnje supstanci koje su opasne po životnu sredinu i živa bića. Sve metaboličke aktivnosti dešavaju uz pomoć enzima. [6]

Mnogi enzimi imaju izuzetno širok kapacitet razgradnje zbog njihovog nespecifičnog i specifičnog afiniteta prema supstratu. Da bi bioremedijacija bila efikasna, mikroorganizmi moraju enzimski napasti zagađivače i pretvoriti ih u bezopasne proizvode. Efikasna bioremedijacija nastaje samo kada uslovi životne sredine dozvoljavaju rast i aktivnost mikroorganizama. Bioremedijacija se odvija prirodno i najčešće se podstiče uz dodatak živih bića i đubriva. Tehnologija bioremedijacije se uglavnom zasniva na biorazgradnji. Odnosi se na potpuno uklanjanje organskih toksičnih zagađivača u bezopasna ili prirodna jedinjenja kao što su ugljen-dioksid, voda, neorganska jedinjenja koja su bezbedna za ljude, životinje, biljke i vodeni život. Prirodan proces, za koji je potrebno malo vremena.

Mikroorganizmi su sposobni da razgrađuju zagađivač. Kada se zagađivač razgradi, biorazgradiva populacija opada. Eliminise se potreba za transportom otpada van lokacije i potencijalne pretnje po ljudsko zdravlje i životnu sredinu koje mogu nastati tokom transporta. Primenjuje se u isplativim procesima jer gubi manje od ostalih konvencionalnih metoda (tehnologija) koje se koriste za čišćenje opasnog otpada. Važan metod za tretman naftom kontaminiranih lokacija. Takođe pomaže u potpunom uništavanju zagađivača, mnoga opasna jedinjenja se mogu transformisati u bezopasne pro-

izvode, a ova karakteristika takođe eliminiše mogućnost buduće odgovornosti povezane sa tretmanom i odlaganjem kontaminiranog materijala. Ne koristi nikakve opasne hemikalije. Hranljive materije, posebno đubriva koja se dodaju da bi se omogućio aktivan i brzi rast mikroorganizama. Zbog bioremedijacije štetne hemikalije pretvaraju u vodu i bezopasne gasove, na taj način su štetne hemikalije su potpuno uništene. Zagađivači se uništavaju, a ne samo prenose u različite životne sredine. Efikasan način remedijacije prirodnog ekosistema od velikog broja kontaminira i deluje kao ekološki prihvatljive opcije. [7]

Ograničena je na ona jedinjenja koja su biorazgradiva. Nisu sva jedinjenja podložna brzom i potpunoj degradaciji. Biološki procesi su često veoma specifični. Važni faktori lokacije potrebni za uspeh uključuju prisustvo populacija mikroorganizama sa metaboličkim sposobnostima, pogodne uslove za rast u životnoj sredini i odgovarajuće nivoe hranljivih materija i zagađivača. Potrebno je detaljno istraživanje, da bi se razvile i konstruisale tehnologije bioremedijacije koje su prikladne za lokacije sa složenim mešavinama zagađivača. Zagađivači mogu biti prisutni kao čvrste materije, tečnosti i gasovi.

9. MIKROORGANIZMI I ZAGAĐIVAČI

Teški metali se ne mogu biološki uništiti, već se samo transformišu iz jednog oksidacionog stanja ili organskog kompleksa u drugi. Bakterije su takođe efikasne u bioremedijaciji teških metala. Mikroorganizmi su razvili sposobnosti da se zaštite od toksičnosti teških metala različitim mehanizmima: adsorpcijom, apsorpcijom, oksidacijom i redukcijom. Mikroorganizmi preuzimaju teške metale aktivno, bioakumulacijom i/ili pasivno, adsorpcijom.

10. KARAKTERIZACIJA I IZBOR LOKACIJE

Potreban je detaljan plan sanacije, pre predloga leka za bio-remedijaciju, da bi se na adekvatan način okarakterisala veličina i obim kontaminacije. Detaljnim planom se obezbeđuje: horizontalni i vertikalni obim kontaminacije, parametri i lokacije za uzorkovanje i obrazloženje za njihov nastanak, opiše metode koje će se koristiti za uzimanje uzoraka i analizu koja će se raditi. [8]

11. BIOAUGMENTACIJA

Jedan od mehanizama biorazgradnje. Dodavanje mikroorganizama koji razgrađuju zagađivače (prirodni/egzotični/proizvedeni) da bi se povećao biorazgradivi kapacitet autohtonih populacija mikroorganizama na kontaminiranom području, ovaj proces je poznat kao bioaugmentacija. Da bi se brzo povećao rast populacije prirodnih mikroorganizama i poboljšala degradacija koja se prvenstveno hrani na mestu zagađivača.

Mikroorganizmi se sakupljaju sa mesta sanacije, odvojeno kultivisu, genetski modifikuju i vraćaju na lokaciju. Svi esencijalni mikroorganizmi se nalaze na mestima gde su tlo i podzemne vode kontaminirane, tetrahloretilenom i trihloretilenom. Koristi se da bi se osiguralo da in situ mikroorganizmi mogu potpuno ukloniti i izmeniti ove zagađivače u etilen i hlorid, koji su netoksični. Bioaugmentacija je proces dodavanja konstruisanih mikroorganizama u sistem koji deluje kao abioremedijatori kako bi se brzo i potpuno eliminisali

kompleksni zagađivači. Modifikovani mikroorganizmi pokazuju i dokazuju da mogu da povećaju degradativnu efikasnost širokog spektra zagađivača životne sredine. Prirodne vrste nisu dovoljno brze da razbiju određena jedinjenja, tako da se moraju genetski modifikovati pomoću DNK manipulacije, da bi genetski modifikovani mikroorganizmi delovali kao razlagači zagađenja. Modifikovani mikroorganizmi su pokazali potencijal za bioremedijaciju zemljišta, podzemnih voda i aktivnog mulja, pokazujući povećane sposobnosti razgradnje široke pokrivenosti hemijskih i fizičkih zagađivača. Modifikovani mikroorganizmi su mikroorganizmi čiji je genetski materijal već promenjen primenom tehnika genetskog inženjeringa inspirisanih prirodom, inače veštačkom genetskom razmenom između mikroorganizama. [9] Ovakav umetnički rad i naučni postupak se uglavnom naziva rekombinantnom DNK tehnologijom. Genetski inženjering je unapredio korišćenje i eliminaciju opasnog neželjenog otpada u laboratorijskim uslovima stvaranjem genetski modifikovanih organizama.

Rekombinantni živi organizmi se mogu dobiti tehnikama rekombinantne DNK ili prirodnom razmenom genetskog materijala između organizama. Modifikovani mikroorganizmi su pokazali potencijal za primenu u bioremedijaciji u zemljištu, podzemnim vodama i okruženjima aktivnog mulja, pokazujući poboljšane degradativne sposobnosti koje obuhvataju širok spektar hemijskih zagađivača. Prednost modifikovanih mikroorganizama u bioremedijaciji: ubrzanje oporavka zagađenih lokacija otpadom, povećanje degradacije supstrata, pokazuje visokog katalitičkog ili upotrebnog kapaciteta sa malom količinom ćelijske mase, bezbedni i prečišćeni uslovi životne sredine dekontaminacijom ili neutralizacijom bilo kojih štetnih materija. Od nedostataka primenom modifikovanih mikroorganizama u bioremedijaciji navodi se neizvođenje u tradicionalnoj proceduri, u nekim slučajevima dolazi do smrti ćelija, uz izazove vezane za njihovo oslobađanje u okolinu.

Potreban je detaljan plan sanacije, pre predloga leka za bioremedijaciju, da bi se na adekvatan način okarakterisala veličina i obim kontaminacije. Detaljnim planom se obezbeđuje: horizontalni i vertikalni obim kontaminacije, parametri i lokacije za uzorkovanje i obrazloženje za njihov nastanak, opiše metode koje će se koristiti za uzimanje uzoraka i analizu koja će se raditi. [10]

ZAKLJUČAK

Biorazgradnja je veoma plodna i atraktivna opcija za tehniku sanacije, čišćenja, upravljanja i oporavka životne sredine, kao i za rešavanje zagađene sredine kroz mikrobiološku aktivnost. Brzina razgradnje neželjenih otpadnih materija određena je u konkurenciji sa biološkim agensima, neadekvatnim snabdevanjem esencijalnim hranljivim materijama, neprijatnim spoljašnjim abiotičkim uslovima, odnosno: aeraciji, vlazi, pH, temperaturi. Bioremedijacija može biti efikasna samo tamo gde uslovi okoline dozvoljavaju rast i aktivnost mikroorganizama. Bioremedijacija je korišćena na različitim lokacijama širom sveta sa različitim stepenom uspeha. Uglavnom, prednosti su veće od nedostataka. Generalno, različite vrste se istražuju sa različitim lokacija i one su efikasne u mehanizmu kontrole.

LITERATURA

- [1] L. P. Wackett, Brusseau, G A., Householder, R. S. Hanson, Survey of microbial oxygenases: trichloroethylene degradation by propane-oxidizing bacteria. *Appl. Environ. Microbiol.*, 55,2960-2964, 1989.
- [2] O. Yagi, and M. Nishimura, "Environmental biotechnology", The Japan perspective, p. 201-207. In Saylor, G S. (ed.), *Biotechnology in the sustainable environment*. Plenum Press, New York, 1997.
- [3] J.W. Moore, Ramamoorthy S, "Heavy metals in natural waters: Applied monitoring and impact assessment", Springer-Verlag, New York, NY, USA, 1984.
- [4] K. D. Cashman, "Calcium intake, calcium bioavailability and bone health", *British Journal of Nutrition*, Vol. 87(Suppl 2), 2002, S169-177.
- [5] B. Mihanović, I. Perina, *Fizikalno i kemijsko ispitivanje zagađenosti vode*. Zagreb, 1982.
- [6] S. Abdulsalamand, A.B. Omale, "Comparison of Biostimulation and Bioaugmentation Techniques for the Remediation of Used Motor Oil Contaminated Soil". *Brazilian Archives of biology and technology*. Vol.52, n. 3: pp. 747-754, 2009.
- [7] B. Adams, H. Castillo-Acosta, E. Escalante-Espinosa, J. Zavala Cruz, "Natural attenuation and phytoremediation of petroleum hydrocarbon impacted soil in tropical wetland environments", In: Torres LG, Bandala ER. (Eds). *Remediation of Soils and Aquifers*. pp 1-24. Nova Publishers, New York, 2011.
- [8] H. I. Atagana Compost, Bioremediation of hydrocarboncontaminated soil inoculated with organic manure. *African Journal of Biotechnology*, 7(10), 1516-1525, 2008.
- [9] C.B. Chikere, "Culture-Independent Analysis of Bacterial Community Composition during Bioremediation of Crude OilPolluted Soil". *British Microbiology Research Journal* 2(3): 187211, 2012.
- [10] M.F. Piehler, J.G. Swistak, J.L. Pinckney, and H.W. Paerl, Stimulation of Diesel Fuel Biodegradation by Indigenous Nitrogen Fixing Bacterial Consortia. *Microb Ecol*38: 69-78, 1999.



UPOREDNA ANALIZA EKONOMSKE ISPLATIVOSTI ENERGETSKOG
UNAPREĐENJA STAMBENOG OBJEKTA
COMPARATIVE ANALYSIS OF THE ECONOMIC PROFITABILITY OF THE
RESIDENTIAL BUILDING ENERGY IMPROVEMENT

Milica Cvetković, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Ana Mitrović, *“Atelje AD”, Jug Bogdanova 17, Niš.*

Sadržaj - U ovom radu prikazane su razlike rezultata unakrsnih analiza energetske unapređenja stambenog objekta sa ciljem da se utvrdi njihova ekonomska opravdanost. Analizom rezultata dobijenih promenom parametara, imamo uvid kako oni utiču na potrebnu količinu energije za grejanje objekta, odnosno energetske razred objekta a samim tim i na ekonomsku opravdanost uloženi sredstava. Takođe, u radu je obavljena analiza uštede energije za grejanje, alternativa “A” i alternativa “B” za tržište Savezne Republike Nemačke.

Ključne reči: Energetska efikasnost. Stambene zgrade. Ekonomska analiza energetske efikasnosti.

Abstract - This paper presents the differences in the results of cross-analysis of the energy improvement of a residential building with the aim of determining their economic justification. Analyzing the results obtained by changing the parameters, we have an insight into how they affect the required amount of energy for heating the building, that is, the energy class of the building, and thus the economic justification of the invested funds. Also, the energy savings analysis for heating of alternative “A” and alternative “B” for the market of the Federal Republic of Germany was carried out in the work.

Key words: Energetic efficiency. Residential buildings. Energy efficiency economic analysis.

1. UVOD

Barijere u energetske efikasnosti stambenih zgrada su: niski i često nevidljivi troškovi potrošnje energije zgrada u poređenju sa osnovnim procesima u transportu ili industriji, podele u podsticajima s jedne strane vlasnika a sa druge zakupaca stanova, neizvesnost u pogledu povraćaja investicija, konkurentni prioriteta, kao i opšti nedostatak svesti samih korisnika.

Pitanje koje se pri svakom energetske unapređenju postavlja je: Koliko investicija košta i šta se njom postiže?

Energetski efikasno projektovanje zgrada i stambenih zgrada razmatrano je u radovima [1] i [2], uticaj zap-tivenosti fasadnih otvora na energetske bilans stambenih zgrada analiziran u radu [3], a optimizacija oblika zgrade i njene orijentacije, kao i primena geometrije u energetske efikasnoj arhitekturi opisivani su u radovima [4] i [5].

U ovom radu, nakon izrade Elaborata energetske efikasnosti za postojeći objekat, višeporodičnu stambenu zgradu koja je izgrađena 1950. godine, koji tretiramo kao referentno rešenje - bez intervencija, kroz program “KnaufTerm2” urađena su još dva Elaborata energetske efikasnosti, alternativa “A” i alternativa “B” i u svakom od njih je promenjena različita pozicija termičkog omotača, koja utiče na poboljšanje energetske efikasnosti objekta, uštede energije, kao i uštedu sredstava.

Alternativa “A” biće oblaganje fasadnih zidova termoizolacijom tj. kamenom mineralnom vunom tipa *Knaufinsulation FKD-S*, $d = 15\text{cm}$ i cementnim malterom $d = 2\text{cm}$.

Alternativa „B“ biće promena fasadnih otvora tj. prozora, krovnih prozora i balkonskih vrata, novim, savremenijim elementima boljih performansi.

Analizom rezultata dobijenih promenom parametara, imamo uvid kako oni utiču na potrebnu količinu energije za grejanje objekta, odnosno energetske razred objekta a samim tim i na ekonomsku opravdanost uloženi sredstava.

Na konkretnom primeru višeporodične, stambene zgrade, spratnosti Po+P+4+Pk, u Beogradu u ul. Ljubomira Stojanovića br. 30, na k.p.br. 832, K.O. Palilula, koja se sastoji od podruma, koji se nalazi ispod čitave površine objekta, prizemlja, četiri tipske etaže i potkrovlja koje je naknadno dograđeno, urađena je uporedna analiza ekonomske opravdanosti energetske unapređenja još dve projektne alternative.

Takođe, u radu je obavljena analiza uštede energije za grejanje, alternativa “A” i alternativa “B” za tržište Savezne Republike Nemačke.

2. ULAZNI PARAMETRI ZA ANALIZU

Stopa aktuelizacije (discount rate) je indeks kojim se odražava vremenska dimenzija novca. Koristi se za konverziju

tokova novca (budućih vrednosti na današnje i obrnuto) u različitim trenucima na jedno zajedničko vreme.

U ovom radu usvojena je realna stopa realizacije od 5% kojom se pri određivanju troškova za analizirani objekat, u uporedive okvire, povezuju sadašnje i buduće vrednosti novca, bez uzimanja u obzir opšte stope inflacije, odnosno deflacije.

Period studije je vreme tokom kojeg se analiziraju troškovi veka upotrebe i ukupni troškovi projekta. Potrebno je da odabrani period bude dovoljno dugačak da bi se razumeli stvarni efekti donetih odluka. Za ovaj rad analiza je rađena za period studije od 20 godina.

Монетарно истраживање може бити номинално - да обухвата инфлацију, или реално – да инфлацију изоставља.

Za potrebe analize u ovom radu određena je realna stopa kojom se ne procenjuju budući troškovi i dobiti, već se oni računavaju u konstantnoj valuti u odabranoj nultoj godini (kraj 2022. god.)

Ovo izostavljanje pojedinih stopa rasta cena je nerealno pojednostavljanje, ali omogućava ravnopravno upoređivanje alternativa.

3. ANALIZA TROŠKOVA

Za predmetni objekat toplotna energija za grejanje obezbeđuje se putem daljinskog sistema grejanja JKP „Beogradske elektrane“. Kao energent se koristi prirodni gas.

Odlukom o ceni prirodnog gasa za javno snabdevanje JKP „Beogradske elektrane“ utvrđuje se cena prirodnog gasa za javno snabdevanje malih kupaca i domaćinstava javnog snabdevača prirodnog gasa [6].

Prodajna cena toplotne energije iz daljinskog sistema grejanja kojim upravlja JKP "Beogradske elektrane" za stambeni prostor prema zagrevnoj površini iznosi 1502,73 *din/m²*.

Po merilu količine toplotne energije, za instaliranu snagu $T_{sp} = -12,1^{\circ}C$, prodajna cena je 5 348,99 *din/kWh* godišnje, odnosno 568,63 *din/m²* godišnje. Utrošena energija iznosi 7,19 *din/kWh*. Za pripremu tople vode je cena 189,24 *din/m³*.

Kada stambeni objekat pređe na režim redovnog grejanja u toku grejne sezone, onda korisnici stambenog prostora do kraja obračunskog perioda plaćaju naknadu za toplotnu energiju po ceni dobijenoj svođenjem godišnje cene na grejni mesec, odnosno grejni dan. Cena za grejni mesec se dobija deljenjem godišnje cene sa šest meseci, a za grejni dan deljenjem mesečne cene sa 30 dana. Istekom tog obračunskog perioda i ulaskom u naredni obračunski period korisnici stambenog prostora plaćaju naknadu za toplotnu energiju po ceni dobijenoj deljenjem godišnje cene sa 12 meseci.

Na osnovu gore navedenog obrasca za plaćanje naknade za toplotnu energiju, kao i na osnovu Kalkulatora uporednog obračuna troškova po paušalu i po potrošnji sa mesečnim očitavanjem, za vlasnike stambenog prostora može se napraviti uporedna analiza cene grejanja za tri varijante projektnih rešenja.

U programu "KnaufTerm2" urađen je obračun za referentno rešenje u odnosu na dve alternative "A" i "B".

Na teritoriji Beograda, na osnovu prikazanih podataka (Tabela 1.), možemo zaključiti da je daljinsko grejanje na prirodni gas najekonomičnije tj. najisplativije rešenje za višepородične objekte.

Tabela 1. Godišnji troškovi energije za grejanje stambenog prostora (grejna sezona 2021-2022) prema vrsti ener.

	Ефикасност грејања, %	Годишња количина	Јединична цена	Годишњи трошак, ден.
Дрво, рефлексне	65	8,2 m ³	5 150 <i>din/m³</i>	42 400
Дрво, округле	55	9,7 m ³	7 050 <i>din/m³</i>	68 600
Пелет (дрво)	80	2,5 t	28 350 <i>din/t</i>	71 800
Угљь сирови пилет	55	6,4 t	8 100 <i>din/t</i>	51 900
Угљь Броси сирови	55	3,4 t	14 500 <i>din/t</i>	49 700
Угљь Бановићи	55	3,2 t	15 200 <i>din/t</i>	49 200
Природни гас	90	1 080 m ³	39,0 <i>din/m³</i>	42 100
Пропан бутан	85	820 kg	161,4 <i>din/kg</i>	133 800
Лак уље	80	1 149 lit	113,5 <i>din/lit</i>	130 300
Електроенергија ТА (укупно само неду)	91	9 900 kWh		55 900
Електроенергија ТА (допуњавање дну)	93	9 720 kWh		78 300
Електроенергија - грејна тела и котлови	100	9 000 kWh		141 500

Za predmetni objekat urađene su dve alternative energetskog unapređenja, tako da će i analiza cena elemenata opreme biti usmerena na građevinske radove za alternativu "A" postavljanje termoizolacije na fasadnim zidovima i za alternativu "B" promena elemenata fasadnih otvora.

3.1. Analiza troškova za alternativu "A"

Cene kamene vune i njenog postavljanja uslovljene su vrstom i strukturom objekta, njegovom kvadraturom i lokalitetom i variraju zavisno od proizvođača i izvođača radova. Za potrebe ovog rada i poziciju postavljanja termoizolacije od kamene mineralne vune debljine 15cm, sa svim prethodnim i završnim radovima, uzete su cene iz „eekalkulatora“ Nacionalne tipologije stambenih zgrada Srbije, dostupnog na: <http://eekalkulator.mgsi.gov.rs/>

Tabela 2. Cene ulaganja za alternativu „A“.

OPIS INTERVENCIJE	KOLIČINA	CENA	UK. CENA
Postavljanje termoizolacije od kamene vune, debljine 15 cm	1654,25 m ²	43,49 €	71.943,33 €
Izrada završnog fasadnog sloja malterom	1654,25 m ²	8,77 €	14.507,77 €
Montaža novih simsova od pocinkovanog lima	1654,25 m ²	1,80 €	2.977,65 €
Zamena postojećih i montaža novih olučnih vertikal	1654,25 m ²	1,95 €	3.225,79 €
UKUPNA VREDNOST INVESTICIJE „A“			92.654,54 €

3.2. Analiza troškova za alternativu "B"

Cene PVC stolarije i njenog postavljanja, takođe uslovljene su vrstom i strukturom objekta, njegovom kvadraturom i lokalitetom i variraju zavisno od proizvođača i izvođača radova.

Za potrebe ovog rada i poziciju ugradnje PVC stolarije šestokomorne, sa troslojnim staklima i termo paketom 4+8+4+8+4 uzete su cene iz „eekalkulatora“ Nacionalne tipologije stambenih zgrada Srbije, dostupnog na: <http://eekalkulator.mgsi.gov.rs/>

Tabela 3. Cene ulaganja za alternativu „B“.

OPIS INTERVENCIJE	KOLIČINA	CENA	UK. CENA
Demontaža postojećih prozora	390,30 m ²	10,00 €	3.903,00 €
Ugradnja PVC stolarije	1654,25 m ²	178,00 €	14.507,77 €
UKUPNA VREDNOST INVESTICIJE „B“			73.376,00 €

Na osnovu prikazanih Tabela 2 i 3 vidimo razliku u ceni koštanja radova za energetsko unapređenje predmetnog objekta, u slučaju alternative „A“, postavljanje termo izolacije kamenom mineralnom vunom debljine 15cm na fasadnim

zidovima postojećeg objekta, i alternative „B“, zamene postojeće drvene stolarije, PVC stolarijom, šestokomornih profila, sa troslojnim staklom i termo paketom 4+8+4+8+4.

Projektom alternativom „A“ predviđeno je postavljanje termoizolacije od mineralne kamene vune jer je pre svega građevinski materijal koji se dobija od prirodne sirovine. Sva njena pozitivna svojstva i karakteristike, garantovano su trajna i nepromenljiva tokom vremena. Veoma dugo zadržava toplotu u sebi, tako da (ako je pravilno postavljena i odgovarajuće debljine) odlično štiti, ne samo od hladnoće zimi, već i od preterane toplote ljeti, nezapaljiv je i paropropusan materijal. Pored toga što ima izuzetnu termoizolacionu moć, zbog vlaknaste strukture, dobar je i zvučni izolator.

Kada govorimo o termoizolaciji od mineralne kamene vune, proizvođač daje garanciju do 10 godina.

Zamena celokupne fasade može se planirati nakon 20 godina. Pretpostavka je da tokom garancije nije potrebno sanirati i održavati fasadu, ali nakon tog perioda je potrebno izvojiti 50 € godišnje za potrebe održavanja.

Za projektnu alternativu „B“ predviđena je zamena drvene postojeće stolarije, PVC stolarijom sa šestokomornim profilom, troslojnim staklom i termo paketom 4+8+4+8+4. Garancija na profile, okove i staklo zavisi od proizvođača, što naravno ima uticaj i na cene samih proizvoda.

Na tržištu se može naći velika paleta ponuda za ovakvu vrstu stolarije, za koju pojedini proizvođači daju garanciju od samo 5 godina, pa čak do pojedinih nemačkih proizvođača koji na svoje proizvode daju i do 25 godina garancije.

Činjenica je, da za ovakav tip investicije koji je velikog obima i podrazumeva ozbiljne intervencije, nije poželjno opredeliti se za nekvalitetne proizvode sa kratkim rokom garancije, dok sa druge strane, obzirom da se intervencija obavlja na višeporodičnom stambenom objektu, gde je neophodno usaglasiti veliki broj stanara tj. investitora, nemoguće je očekivati da se svi opredeleza najskuplje proizvode koji podrazumevaju i najduži rok garancije.

Iz tih razloga za potrebe ovog rada usvojena je vrednost od 20 godina garancije za PVC stolariju.

Pretpostavka je da u prvih deset godina nisu potrebne intervencije oko održavanja, ali nakon tog perioda očekuje se da je potrebno izdvojiti 50 € za održavanje i štelovanje stolarije do isteka garancije. Nakon 20 godina može se očekivati potreba za zamenom ove pozicije.

4. ANALIZA VEKA UPOTREBE

Aktuelizovani period isplativosti po projektom alternativama, za usvojeni period studije, vidljiv na osnovu kumulativnih neto ušteda, zavisi od sledećih parametara: početnih investicionih troškova, godišnjih ušteda, pretpostavljenih troškova za godišnje održavanje, zamene i popravke, neto ušteda i sadašnje vrednosti neto ušteda određenih diskontnom stopom.

Investicioni troškovi jesu ukupna vrednost svih početnih potraživanja vezanih za datu intervenciju, određena uzimanjem u obzir tržišne cene upotrebljenih materijala i cene njihove ugradnje. Za alternative „A“ i „B“, investicioni troškovi prikazani su *Tabelom 4*.

Tabela 4. Investicioni troškovi alternativa projektih rešenja u odnosu na postojeće stanje bez intervencije.

INVESTICIONI TROŠKOVI PROJEKTNE ALTERNATIVE „A“	92.654,54 €
INVESTICIONI TROŠKOVI PROJEKTNE ALTERNATIVE „B“	73.376,00 €

Godišnje uštede predstavljaju razliku troškova za grejanje u referentnom projektom rešenju bez intervencije i troškova grejanja u projektom alternativama „A“ i „B“.

Za proračun u ovom radu uzeti su podaci iz Analiza cene energenata, dobijeni na osnovu Kalkulatora uporednog obračuna troškova po paušalu i po potrošnji sa mesečnim očitavanjem za vlasnike stambenog prostora pomoću kog je urađena uporedna analiza cene grejanja za tri varijante projektih rešenja: referentno rešenje bez intervencije i dve alternative projektog rešenja.

Tabela 5. Godišnji troškovi po alternativama projektih rešenja prema obračunu za korisnike u sezoni sa 12-mesečnim obračunom.

PROJEKTNO REŠENJE	TROŠKOVI GREJANJA
REFERENTNO REŠENJE	5.964.993, 75 PCД (50.982,85 €)
TROŠKOVI GREJANJA PROJEKTNE ALTERNATIVE „A“	3.721.327, 53 PCД (31.806,22 €)
TROŠKOVI GREJANJA PROJEKTNE ALTERNATIVE „B“	4.480.865, 90 PCД (38.298 €)

Na osnovu razlika godišnjih troškova (*Tabela 5*), dobija se da godišnja ušteda alternative „A“ iznosi 19.176,63 €, a alternative „B“ je 12.684,85 €

Uz procenu ulaganja od po 50 € godišnje za obe alternative, dobija se neto ušteda za period od 20 godina, (*Tabela 6*).

Tabela 6. Neto ušteda projektih alternativna.

ALTERNATIVA	PERIOD	ULAGANJE
PROJEKTNA ALTERN. „A“	PRVIH 10 GOD. DRUGIH 10 GOD.	19.176,63 € 19.126,63 €
PROJEKTNA ALTERN. „B“	PRVIH 10 GOD. DRUGIH 10 GOD.	12.684,85 € 12.634,85 €

Sadašnja vrednost neto ušteda NS odgovarajuće projektne alternative u odnosu na usvojeno referentno rešenje, računa se prema sledećoj formuli:

$$NS = \sum (S_n - \Delta I_n) / (1+d)^n, \quad (1)$$

- S_n – uštede u n-toj godini u troškovima korišćenja koji mogu da se pripisuju projektnoj alternativu,
- ΔI_n – dodatni investicioni troškovi u n-toj godini, preko početnih investicionih troškova,
- d – usvojena diskontna stopa - stopa aktuelizacije (u ovom radu je 5%),
- n – redni broj godine, računat od početne u kojoj je izvedena intervencija (0-20 za ovaj rad),
- $(S_n - \Delta I_n)$ - neto uštede u n -toj godini,
- $1/(1+d)^n$ - indeks jednokratne sadašnje vrednosti, bez inflacije.

Aktuelizovani period isplativosti određuje se pomoću prethodno definisane formule kojom je potrebno pronaći minimalnu vrednost n za koju je ispunjen uslov:

$$\Sigma (S_n - \Delta I_n) / (1+d)^n \geq \Delta I_0 \quad (2)$$

- ΔI_0 – dodatni investicioni troškovi za datu alternativu.

Ukoliko je neto sadašnja vrednost neto ušteta, odnosno, vrednost kumulativne uštete na kraju analiziranog usvojenog perioda studije >0 , projektna alternativa se smatra opravdanom.

Analizom su dobijeni sledeći rezultati dati u Tabeli 7.

Tabela 7. Pregled ekonomskih parametara za predložene alternative.

PROJEKTA ALTERNATIVA	INVESTICIONI TROŠKOVI	NETO SADAŠNJA VREDNOST NETO UŠTEDA	INDEKS UŠTEDA / INTERVENCIJA	PERIOD POVRATA SREDSTAVA (god.)
“A“	92.654,54 €	146.091,65 €	146.091,65 € / 92.654,54 € = 1,57 > 1	6
“B“	73.376,00 €	84.468,26 €	84.468,26 € / 73.376,00 € = 1,15 > 1	7

5. ANALIZA SENZITIVNOSTI

Analiza senzitivnosti predstavlja uporednu analizu perioda isplativnosti sa alternacijom ulaznih podataka o cenama energenata, uzimajući u obzir cene energenata iz bližeg ili daljeg okruženja. Iz podataka preuzetih sa internet stranice „Eurostat“, gde su prikazane cene prirodnog gasa kao energenta za daljinsko grejanje stambenih prostora u Evropi, možemo videti da je cena ovog energenta u Srbiji izuzetno niža u odnosu na cene u ostalim evropskim državama.

Za analizu senzitivnosti, za potrebe ovog rada primenjeni su podaci cene daljinskog grejanja na prirodni gas u Saveznoj Republici Nemačkoj, koja je članica Evropske unije. Razlog zbog kog je analiza vršena u odnosu na Saveznu Republiku Nemačku je što su građevinski elementi, koji su analizirani i primenjeni u projektnim alternativama ovog rada, proizvedeni ili pak nose licence proizvođača iz ove zemlje.

Dobijeni rezultati pokazuju da za projektnu alternativu „A“ u kojoj je planirano postavljanje termoizolacije od mineralne kamene vune debljine 15cm na fasadnim zidovima, sa materijalom i svim radovima, na našem tržištu iznosi 56,01 €/m², dok u SR Nemačkoj ovakva intervencija iznosi 175 €/m², što je tri puta više nego u Republici Srbiji.

Za projektnu alternativu „B“ gde je planirana zamena postojeće drvene stolarije novom, PVC stolarijom sa šestokomornim profilima, troslojnim staklima i termo paketom, u Srbiji iznosi 188 €/m², dok u SR Nemačkoj ovaj tip investicije košta 350 €/m², što je dva puta više od cene uzete u obračun u prethodnim poglavljima.

6. ZAKLJUČAK

Iz proračuna Elaborata energetske efikasnosti kroz softver „KnaufTerm2“, pokazano je da predložene intervencije, tj. obe alternative jesu ekonomski efikasne, osim uštete potrebne energije za grejanje, indeks ušteta / intervencija je veći od 1 i period povraćaja sredstava je u prihvatljivom okviru.

Analizom senzitivnosti, došli smo do zaključka da je trenutno u Republici Srbiji najekonomičnije grejati se daljinskim grejanjem na prirodni gas.

Takođe, prikazane su razlike u cenama u zemljama Evrope za daljinsko grejanje stambenih prostora na prirodni gas, gde Rep. Srbija zauzima zavidno mesto sa jednom od najnižih cena grejanja.

Očekivano je da period povraćaja investicije bude kraći ukoliko je cena grejanja viša. Međutim, utvrđeno je i da cene građevinskih proizvoda i građevinskih radova imaju višestruko veću cenu u zemljama Evrope nego kod nas.

Analizom rezultata dobijenih za iste alternative intervencija na postojećem predmetnom objektu ali sa ekonomskim parametrima za SR Nemačku, dolazimo do zaključka da su takođe ekonomski efikasne.

Na osnovu dobijenih rezultata u ovom radu možemo doneti zaključak da su obe alternative energetskog unapređenja postojećeg višeporodičnog stambenog objekta, ekonomski opravdane.

Projektna alternativa “A“ povoljnije je rešenje i ima kraći period povraćaja sredstava.

Ono što stavlja alternativu “A“ na prvo mesto, jeste i pretpostavka da je lakše usaglasiti veći broj investitora tj. stanara da se složi za ovakvu vrstu investicije, ne samo zbog vremena povraćaja sredstava, već i zbog građevinskih radova koji se obavljaju sa spoljne strane objekta a ne u stanovima, čime ne bi bio ugrožen komfor stanara.

LITERATURA

- [1] R. Pacheco, J. Ordóñez, G. Martínez, “Energy efficient design of building: A review”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 16, Iss 4, pp.3559-3573, 2012.
- [2] D. M. Šumarac, M. N. Todorović, M. D. Đurović-Petrović, N. R. Trišović, “Energy efficiency of residential buildings in Serbia”, *Thermal Science* 14, p.p.97-113, 2010.
- [3] A. Mitrović, M. Protić: “Influence of the Sealing of Facade Openings on the Energy Balance of a Multi-Family Residential Building”, *42nd International Scientific Conference the Power of Knowledge*, vol. 60, 2023.
- [4] R Fallahtafti, M. Mahdavinejad, “Optimisation of building shape and orientation for better energy efficient architecture”, *International Journal of Energy Sector Management*, Vol. 9, Iss 4, pp.593-618, 2015.
- [5] M. Cvetković, A. Mitrović, “Primena geometrije u energetske efikasnosti zgrada”, *Zbornik radova ATVSS Niš*, pp. 129-132, 2022.
- [6] *Odluka o ceni prirodnog gasa za javno snabdevanje*, “Sl. glasnik RS”, br. 25/2023.

EKONOMSKI I EKOLOŠKI BENEFITI RECIKLAŽE PAPIRA ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL BENEFITS OF PAPER RECYCLING

Vojislav Stojanović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, Filipa Filipovića 20, Vranje.*

Sadržaj - U ovom radu biće prikazani postupci reciklaže papira i njihov značaj u smanjivanju papirnog otpada, kao i koji su ekonomski benefiti reciklaže papira. Jedan od značajnih vrsta otpada jeste papir koji izaziva veliki broj negativnih dejstva po životnu sredinu, reciklaža je proces koji u velikoj meri sprečava njegov negativan uticaj i pored toga omogućava i ekonomske benefite koji omogućavaju uštedu velikog broja resursa. Ekološki i ekonomski benefiti se prikazuju kroz proces reciklaže koji obuhvata: sakupljanje, prečišćavanje, prosejavanje, flotacija, pranje, tretman mulja, gde se na kraju vrši provera efikasnosti i kvaliteta koja na osnovu navedenih operacija može biti veća ili manja. Upravo se ovom analizom mogu odrediti krajnji benefiti reciklaže papira.

Ključne reči: Reciklaža, Flotacija, Otpad, Ekonomski benefiti, Ekološki benefiti.

Abstract - In this paper will present paper recycling procedures and their importance in reducing paper waste, as well as the economic benefits of paper recycling. One of the important types of waste is paper, which causes a large number of negative effects on the environment, recycling is a process that largely prevents its negative impact and, in addition, provides economic benefits that enable the saving of a large number of resources. Ecological and economic benefits are shown through the recycling process, which includes: collection, purification, sieving, flotation, washing, sludge treatment, where at the end efficiency and quality are checked, which may be higher or lower based on the mentioned operations. It is through this analysis that the ultimate benefits of paper recycling can be determined.

Key words: Recycling, Flotation, Waste, Economic benefits, Ecological benefits.

1. UVOD

Proizvodnja papira ima ogromne efekte na životnu sredinu. Korišćenje i proizvodnja sirovih materijala u oblasti papirne industrije ima mnogo negativnih uticaja na životnu sredinu.

Potražnja komercijalnih proizvoda od papira samo povećava ogromne i neodržive troškove zaštite životne sredine. Tehnologija koja je najviše u ekspanziji i može da umanjuje negativan uticaj proizvodnje papira na životnu sredinu je reciklaža papira, kojom se takođe dobija i pozitivan ekonomski efekat. Reciklaža označava pretvaranje otpadnog materijala u novi proizvod i njegovo ponovno korišćenje. [1]

U ovom radu biće prikazani podaci koji ukazuju na moguće ekološke i ekonomske benefite reciklaže papira. Kao i procesi koji poboljšavaju same benefite kroz reciklažu.

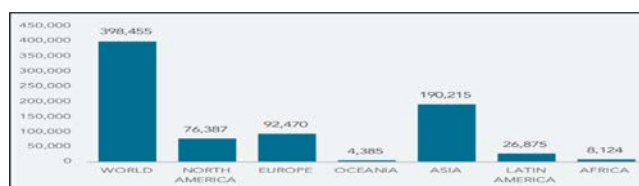
2. OSNOVNE KARAKTERISTIKE I RECIKLAŽA PAPIRA

Papir predstavlja material na kome se može pisati, štampati, crtati. Najkvalitetniji je onaj čija vlakna sadrže veliki procenat celuloze. Pored isprepletenih vlakni celuloze dobi-

jenih iz biljnih ili sekundarnih sirovina, u papiru se mogu naći i sporedni sastojci, odnosno nečistoće. [2]

Generalno posmatrano, proizvodnja papira se izvodi na sledeći način. Suspenzija biljnih vlakana u vodi se izliva na sito na kome dolazi do odvajanja suspenzije, povezivanja vlakana vodoničnim vezama i formiranja lista papira. Formirani listovi se zatim presuju u cilju uklanjanja najvećeg dela vode, preostale odvodnjavanjem na situ, u cilju boljeg povezivanja vlakana i na kraju suše. Sve ove operacije koje su se nekad radile ručno, danas se izvode potpuno automatizovano. [2]

Upotreba papira raste svake godine i njegova upotreba se učtverostručila u odnosu na pre pedeset godina. Od 2014. godine globalna prosečna proizvodnja papira iznosi 400 miliona tona po godini [3].



Slika 1. Potrošnja papira po regionima Sveta

Reciklaža papira podrazumeva ponovno korišćenje starog i neupotrebljenog papira u iste svrhe ili zarad dobijanja sekundarnih sirovina. Sve što može da se ponovno iskoristi a da se ne baci jeste reciklaža. [1]

Detaljan opis reciklaže papira neophodan je u sagledavanju ekonomskih i ekoloških benefita, zbog toga se prolazi kroz sve faze reciklaže.

Sakupljanje papira, papir je najbolje sakupljati u unapred odloženim i za to predviđenim kontejnerima. Pri odlaganju papira veoma je bitno da se u spremnike za odlaganje papira ne baca druga vrsta otpada. Sakupljanje se vrši ručno ili određenim automatizovanim vozilima koja prednjače u ovom sektoru. Poseban akcenat u ovom delu stavlja se na odvajanje različitih vrsta papira, dok su glavni izvori za sakupljanje: trgovački centri, hoteli, bolnice, štamparije...

Dezintegracija kao prva faza reciklaže papira predstavlja ključni korak jer direktno određuje veličinu oslobođenih čestica nečistoća i boja i od nje zavise sve ostale faze u tehnološkom postupku, uređaj koji se koristi naziva se dezintegrator. [4]



Slika 2. Laboratorijski dezintegrator.

Prečišćavanje, u toku ove faze iz suspenzije se izdvajaju nečistoće kao što su mole, metali, glina, boja... Sama efikasnost prečišćavanja zavisi, pored veličine čestica, i od njihove težine jer se prečišćavanje vrši u polju gde se javljaju centrifugalne sile i centrifugalni prečišćivači. [5]

Prosejavanje, karakteriše ga izdvajanje nečistoća koje su krupnije od vlakana celuloze u suspenziji. Na taj način krupne čestice ostaju na situ dok, vlakna zajedno sa tečnim fluidom prolaze kroz otvore na situ. Sito otvora 7-8 mm, može se naći na izlazu iz uređaja za dezintegraciju, dok sito otvora 2 mm, nalazi se nakon faze prečišćavanja. [6]

Flotacija u procesu reciklaže predstavlja složen fizičko – hemijski proces prilikom kojeg dolazi do uklanjanja hidrofobnih suspendovanih, koloidnih i delom rastvorenih čestica, uz pomoć mehurića gasa. Na samoj površini tečnosti dolazi do formiranja pene koja se kontinualno odvodi skimerima. Kod flotacije je zastupljen sistem tečno-čvrsto-gas, tako da se dešava veliki broj fizičko hemijskih procesa. Da bi proces flotacije bio efikasan potrebno je da svojstva kvašljivosti prisutnih čestica budu promenjena sa polarno nepolarnim molekulima uz pomoć površinski aktivnih hemikalija. Molekuli se na taj način apsorbiraju na površinu hidrofilnih čestica tako što se ugljovodonični deo molekula orjentiše prema zapremini tečnosti čineći tako nastale komplekse hidrofobnim. [7]



Slika 3. Proces flotacije.

Pranje, u zavisnosti od veličine sčobodnih čestica koje su generisane u fazi dispergacije, često se sekundarna faza može kombinovati sa fazom pranja. Faza pranja je mehanički proces uklanjanja čestica sitnijih od 15 μm koje se nisu izvile u fazi sekundarne flotacije. Pranje podrazumeva ispiranje suspenzije na situ većih otvora od prečnika čestica nečistoće. U tom slučaju na situ u nadrešetnom proizvodu ostaju prečišćena vlakna, a nečistoće zajedno sa prekraćenim vlaknima prolaze kroz otvore na situ. [7]

Tretman mulja, u fazama prosejavanja i prečišćavanja nastaje otpad koji generalno ima sledeći sastav: 40-50 % sraslaci vlakna i boje, 20-40 % plastika, do 6 % staklo, keramika, pesak, do 2% metalni delovi, do 3% ostale nečistoće. Mulj (flotaciona pena) koji nastaje u fazama primarne i sekundarne flotacije uglavnom se sastoji od: 40-60 % mineralni punioci kao što su kaolin, kalcijum karbonat, kreč i dr., 20-40 % prekraćena vlakna, do 8 % sraslaci vlakno i čestice boja. Takođe, nakon tretiranja otpadnih voda stvara se određena količina mulja čiji sastav zavisi od vrste tretmana koji može biti mehanički, hemijski ili biološki. Sve vrste muljeva se ugušćuju do koncentracije 1-2 % čvrstog, suše do odstranjivanja 50 % vlage i zatim se spaljuju ili odlažu na deponijama. U nekim zemljama se mulj koristi kao kompost, za razliku od zemalja EU gde zakonski propisi to ne dozvoljavaju zbog mogućnosti prisustva teških metala [8].

Da bi se procenila efikasnost procesa reciklaže vrši se testiranje karakteristika recikliranih celuloznih vlakana. Kontrola papira vrši se u zavisnosti od toga za šta je papir namenjen nakon reciklaže dajući jasne pokazatelje kvaliteta. Generalno posmatrano, u zavisnosti od tipa celuloze, načina i tehnologije recikliranja papira, uticaj pojedinih faza u procesu reciklaže na kvalitet sekundarne celuloze je manji ili veći. [8]

3. EKONOMSKI BENEFITI RECIKLAŽE PAPIRA

Ekonomski benefiti u oblasti reciklaže su uglavnom vezani za uštedu troškova korišćenjem recikliranih materijala pri obavljanju nekog tehnološkog procesa. Takođe, ekonomski benefiti su usko povezani sa cirkularnom ekonomijom.

Danas se primarna vlakna koriste samo za one papire gde je potrebno ostaviti odgovarajući kvalitet i specifične karakteristike papira. Sa sve većim razvojem novih tehnologija za reciklažu, kao i primenom adekvatnih hemikalija, danas gotovo da ne postoji papirni proizvod za koji se ne može iskoristiti 20 – 100% stari papir, kao osnovna sirovina. Predviđanja su takva da se od sadašnjeg učešća od 50% u ukupnim sirovinama, ide na 60%, a da će u narednih 15 godina to učešće povećati na 65%. Znači da će se 2024. godine koristiti 370 miliona tona starog papira, kao sirovina, što je npr. 2005. godine bila ukupna proizvodnja papira i kartona [9].

Врста папира	Производња	Рециклажа	%
Графички папир	2.06 милиона тона	1.62 милиона тона	78 %
Папир за паковање	1.84 милиона тона	1.69 милиона тона	92%
Специјални папир	0.30 милиона тона	0.21 милиона тона	70%
Укупно	4.20 милиона тона	3.5 милиона тона	80 %

Slika 4. Однос производње и рециклаже и остваривање учешћа старог папира у производњи.

Značaj korišćenja starog papira kao osnovne sirovine, sa stanovišta štednje energije prikazano je na modelu proizvodnje kraft liner papira, flutinga, test linera i kartona proizvedenog od primarnih vlakana i starog papira, prikazan je na slici 3. [9]

	Крафт линер	Тест линер	Разлика у односу на крафт линер	Примана влакна – картон	Решклирана влакна – картон	Разлика у односу на примарна влакна – картон
Вода m ³ /t	15 – 25	0 – 9	15	8 – 15	0 – 9	7
Ел. енергија MWh/t	1,0 – 1,5	0,7 – 0,8	0,5	2,3 – 2,8	0,9 – 1,0	1,6
Водена пара GJ/t	14,0 – 17,5	6,0 – 6,5	9,5	3,5 – 13,0	8,0 – 9,0	0,0

Слика 5. Уштеде и енергију коришћењем старог папира као сировине у производњи папира.

Iz slike 5. jasno se uočava ušteda vode, električne energije i toplotne energije, što nam nedvosmisleno govori da je ispravniji postupak reciklaže.

Recikliranje papira stvara nekoliko mogućnosti za posao u bilo kojoj zemlji gde postoje centri za reciklažu. Veliki broj ljudi može naći posao u sektoru reciklaže papira i na mestu gde se proizvode materijali i proizvodi od recikliranog papira. Ovaj sektor je veoma povoljan za radne mogućnosti za ljude srednje klase i one sa ograničenim obrazovanjem. Poslovi u reciklaži papira poznati su kao zeleni poslovi zbog pozitivnog uticaja na životnu sredinu. Ovakav vid poslova je od suštinske važnosti za ekonomiju i unapređenje životnog standarda ljudi. Primer zapošljavanja radne snage može se videti na konkretnom primeru jedne male firme u Srbiji koja se pored reciklažom plastičnog otpada bavi i reciklažom papirnog otpada. Tako, na primer, u ovoj firmi je nakon otvaranja pogona za reciklažu otpadnog papira koji će raditi punim kapacitetom neophodno bilo zaposliti radnu snagu koja je prikazana na slici 3.2. [10]

Назив радног места	Степен стручне спреме	Квалификације	Број потребних радника
Директор одсека за рециклажу папира	ВСС	Дипломирани инжењер машинства	1
Руководилац послова	ССС	Машински техничар	1
Административни радник	ССС	Економски техничар	1
Возач	КВ	Б и Ц категорија	2
Радник	КВ	/	6
Хигијеничарка	/	/	1
УКУПНО			12

Слика 6. Запошљавање потребне радне снаге у фирми рециклаже отпадног папира

Unapređenje ekonomskog statusa lokalnih zajednica, Kada se otpadni papir reciklira na lokacijama koje su od društvenog i ekonomskog značaja za lokalnu zajednicu, to znači više poslova za ljude koje su plaćeni za prerađivanje recikliranog papira. To jača lokalnu ekonomiju i stvara bolju budućnost za lokalno stanovništvo. Na ovakav način se privlače radnici iz okolnih mesta, pa čak iz inostranstva, a

samim tim oni pospešuju potrošačke aktivnosti u lokalnoj zajednici koja na ovaj način ostvaruje korist. Pored toga, otvaraju se nove mogućnosti za razvoj novih preduzeća u lokalnoj zajednici, kao što su prikupljanje, transport, obrada proizvoda, pakovanje i prodaja recikliranih proizvoda. [15]

4. EKOLOŠKI BENEFITI RECIKLAŽE PAPIRA

Smanjivanje količine čvrstog otpada, činjenica je da preusmeravanjem papira u postrojenja za reciklažu, umesto njihovog odlaganja na deponije, pomaže prerađivačima otpada da izbegnu izgradnju novih deponija na kojima se pojavljuju ispuštanja štetnih metanskih gasova i drugih toksina. Pored toga što mogu nastati toksični gasovi na samoj deponiji, ovaj vid odlaganja papira može biti opasan po floru i faunu. Naime pravilnije deponije podrazumeva narušavanje reljefa, degradaciju zemljišta, a samim tim i biljnih ekosistema. Takođe, iznad deponija se sakuplja veliki broj ptica koje papirni otpad mogu raznositi na velikim rastojanjima.

Smanjenje globalnog zagrevanja, iako je u negativne efekte navedeno da se tokom procesa reciklaže mogu javiti gasovi sa efektom staklene bašte, naročito kod zastarelih tehnologija reciklaže, neophodno je napomenuti da reciklaža može imati uticaj i na smanjenje ovih gasova. Naime, smanjenjem toka otpada minuzuje se ispuštanje metana i drugih загађивача које настају разградњом материјала на депоњима.

Reciklaža i smanjenje krčenja šuma, da bi se potrebe populacije zadovoljile za papirnom robom vrši se seča 14% šuma I uništava 4,1 miliona hektara šume godišnje. Zbog svega navedenog u korist reciklaže idu sledeće činjenice: jedno stablo se spašava svaki put kada se recikliraju novine od 54kg, svaka tona recikliranog papira uštedi seču 17 stabala, sačuvano stablo proizvodi kiseonik za tri osobe, papir proizveden od recikliranog papira troši 64% manje energije od one proizvedene od drvenih vlakana. [11]

Smanjenje загађивања воде савременом технологијом рециклирања, pored pomenutih problema koje mogu nastati usled primene zastarelih tehnologija reciklaže u vidu загађених отпадних вода, рециклажа уз примену савремене технологије може имати за утицај и смањење отпадних вода. Naime, primenom reciklaže u odnosu na izradu papira od novih proizvoda stvaraju se otpadne vode sa nižim nivoom загађивача.

Уопштено посматрајући може се доћи до логичног закључка да рециклажна производња папира за разлику од производње готовим материјала, има много мање утицаја на животну средину.

	1 тона папира за копирање добијен од сирових материјала	1 тона папира који је потпуно рециклиран	Смањени утицај на животну средину рециклажом
Дрвеће	24 дрвета	0 дрвета	100%
Енергија	33 милиона џула	22 милиона џула	33%
Гасови са ефектом стаклене баште	2,63 килограма	1,31 килограма	37 %
Отпадне воде	22,853 галона	11, 635 галона	49%
Чврст отпад	0, 9 килограма	0,45 килограма	39%

Слика 7. Производња папира насупрот рециклираног папира

5. ZAKLJUČAK

Na osnovu iznetih podataka i činjenica u samom radu može se doći do zaključka da ključ za održivo snabdevanje papira zavisi od minimiziranja otisaka papira u proizvodnji što je moguće brže i brže. Samo recikliranje i kupovina papira sa recikliranim sadržajem može sveobuhvatno umanjiti najviše zahteve životne sredine u isto vreme. Dakle, korišćenje recikliranog sadržaja proizvodi najbrže i sveobuhvatnije smanjenje otiska proizvodnje papira na životnu sredinu.

Ekonomski benefiti u procesu reciklaže papira se ogledaju u smanjenju troškova za potrebnu energiju, smanjenju troškova nabavke sirovina, kao i u stalnom zapošljavanju radne snage u reciklažnim industrijama.

Ekološki efekti reciklaže papira imaju znatne benefite. Reciklažom papira se čuva drveće, štedi voda i energija, prostor na deponijama se sporije popunjava, a smanjuje se upotreba hemikalija i zagađenje reka. Pored direktne uštede i očuvanja drveća, značajno se smanjuje zagađenje, koje nastaje u procesu proizvodnje energije potrebne za proizvodnju papira. Preradom papira smanjuje se emisija štetnih gasova, čime se smanjuje zagađenje vazduha.

Dakle, kroz prikazane činjenice i uporednu analizu proizvodnje papira reciklažom i drugim tehnologijama, može se doneti zaključak da je jedino reciklaža ekonomski i ekološki opravdani proces proizvodnje papira.

LITERATURA

- [1] Bjorklund, A., Finnveden, G., Recycling revisited - life cycle comparisons of global warming impact and total energy use of waste management strategies, *Resources, Conservation and Recycling*
- [2] Крговић М., Јовановић С., “ Стање и правци развоја у светској производњи влакана и папира“, Технолошко металуршки факултет, Београд, 2004.
- [3] Martin J., Haggith M., New Challenges and Opportunities for Forests, People and Climate, The state of the global paper industry, https://environmentalpaper.org/wp-content/uploads/2018/04/StateOfTheGlobalPaperIndustry2018_FullReport-Final-1.pdf, јул 2019.
- [4] <https://vasa-enciklopedija.blogspot.com/2014/02/istorija-papira-i-kako-se-proizvodi.html>, јул 2019.
- [5] Merriman, K., (1993) Cleaning for contaminant removal in recycling – fiber systems, in *A secondary fiber recycling*, Ed. Spanenberg, R.J., TAPPI Press, Atlanta, 101–122.
- [6] Borchardt, J. K., The use of surfactants in deinking paper for paper recycling, *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 1997, 2, 402-408. Bliss, T., Screening, I., (1993) *A secondary fiber recycling*, Ed. Spanenberg, R.J., TAPPI Press, Atlanta, 125 – 140.
- [7] Sarja, T., (2007) Measurement, nature and removal of stickies in deinked pulp, *Dissertations. OULU University*, Paper 79.
- [8] Presta, M. S., (2006) *Estudi fonamental i aplicat de l’etapa d’eliminacio de tinta per flotacio*, Dissertation, Universitat de Girona, Girona, 325.
- [9] Крговић М., Ботоњић Ш., Белић В., Кришкапа М., Сировине, енергија и екологија – интегрални процес у производњи папира, Технолошко металуршки факултет, Београд, 2011.
- [10] Михајловић С., Израда и анализа бизнис плана у индустрији рециклаже, Машински факултет, Београд, 2012.
- [11] <https://paperontherocks.com/2018/11/28/environmental-impact-of-deforestation-paper-production/>, јул 2019.



UTICAJ GRAĐEVINSKOG OTPADA NA ŽIVOTNU SREDINU THE IMPACT OF CONSTRUCTION WASTE ON ENVIRONMENT

Jelena Bijeljić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija Niš*
Dušan Kocić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija Niš*

Sadržaj - *Raspoloživost resursa postaje jedan od rastućih problema u svetu. Shodno tome javlja se potreba kako za reciklažom, tako i za upravljanjem čvrstim otpadom u koji, između ostalog, spada i građevinski otpad. Efektivno upravljanje građevinskim otpadom se smatra suštinskim za postizanje ciljeva kao što su očuvanje prostora za deponije, smanjenje uticaja na životnu sredinu, prilike za stvaranje novih radnih mesta i smanjenje troškova projekta. Rad se, iz perspektive otpada od rušenja, bavi mogućnostima odlaganja i ponovne upotrebe komponentnih materijala, a sve u cilju smanjenja građevinskog otpada koji se odlaze na deponije.*

Ključne reči: Otpad. Otpad od rušenja. Tehnologije tretmana. Analiza generatora.

Abstract - *Resource availability is becoming one of the growing problems in the world. Consequently, there is a need for both recycling and solid waste management, which includes, among other things, construction waste. Effective management of construction waste is considered essential to achieving goals such as conserving landfill space, reducing environmental impact, creating new job opportunities and reducing project costs. The work, from the perspective of demolition waste, deals with the possibilities of disposal and reuse of component materials, all with the aim of reducing construction waste that is disposed of in landfills. On the basis of what has been presented in the paper, current management options in the field of construction waste should be chosen.*

Key words: Waste. Demolition waste. Technology of treatments. Analysis of generators.

1. UVOD

Zagađenost životne i radne sredine, neprestano povećanje zagađenja nastalog širenjem urbanog prostora, nekontrolisano odlaganje otpada i dr. samo su neki od problema čije se rešenje što pre mora naći. Praksa u upravljanju otpadom u Srbiji i drugim balkanskim zemljama je na niskom nivou, pa je za sprovođenje konkretnih mera neophodno najpre postaviti strateške ciljeve, prioritete kao i mehanizme za rešavanje ovog problema.

Bližu 90% otpada nakon primene odgovarajućih tehnologija može povratiti svoju tržišnu vrednost trebala bi da dovede do porasta ekološke svesti stanovništva. Rehabilitacija postojećih divljih deponija, izgradnja regionalnih deponija i transfer stanica samo su neki od načina za održivost prirodnih resursa [1].

2. NASTANAKA OTPADA

Osnovna podela otpada je prema mestu nastanka (i tada se otpad deli na: komunalni, industrijski, građevinski, medicinski, ambalažni, poljoprivredni, baštenski i dr.).

Problem pri upravljanju otpadom koji se javlja u našoj zemlji je taj da se otpad pri odlaganju najčešće ne selektuje, te nije redak slučaj da se u komunalnom otpadu nađe i građevinski. Razumevanje ovog problema, i shvatanje da nepravilno selektovan i ne tretiran otpad može da ugrozi

podzemne i površinske vode, atmosferu, utiče na društvo da traži bezbednije načine za upravljanje otpadom [2].

Razvoj industrije građevinskog materijala podstakao je veću proizvodnju energije i emisiju štetnih gasova ali i upotrebu prirodnih resursa.

Građevinarstvo koje se u najvećoj meri temelji na upotrebi kompozitnih i elementarnih građevinskih materijala, jedan je od najvećih potrošača prirodnih resursa. U prirodne resurse u najvećoj meri mogu se uvrstiti glina, drvo, kamen, pesak i voda. Korišćenje ovih resursa u kombinaciji sa veštački dobijenim nuzproduktima, nakon isteka veka trajanja, ima za posledicu rušenje objekata, ili dela objekta, i nastanka velikih količina građevinskog otpada [3].

Svakodnevno, građevinski otpad može nastati [4]:

- prilikom potpunog ili delimičnog rušenja, rekonstrukcije, revitalizacije, adaptacije... građevinskih objekata,
- izgradnjom novih objekata visokogradnje ili infrastrukturnih objekata (ambalaža, višak boje, neupotrebljeni materijal i dr.),
- gradnjom i popravkom infrastrukture, tokom proizvodnje gotovih proizvoda,
- zemljani materijal, kamen i rastinje koje je potrebno ukloniti prilikom izvođenja pripremnih radova,
- nakon vremenskih nepogoda i prirodnih katastrofa (zemljotresa, poplave, erozije zemljišta i td.).

3. GRAĐEVINSKI OTPAD OD RUŠENJA

Pod rušenjem podrazumeva se svaki postupak kojim se delimično ili u potpunosti mehanički uništavaju konstruktivni delovi objekta. Ovakvi postupci najčešće se sprovode zbog stvaranja prostora za nove energetske efikasne objekte ili prenamene prostora. Navedeni razlozi odnose se najčešće na objekte koji se nalaze u gradskom jezgru. Za sprovođenje postupaka uklanjanja građevinskih objekata najčešće je neophodno izvršiti:

- izmeštanje opreme,
- rušenje,
- odlaganje iskoristivog građevinskog otpada,
- deponovanje neiskoristivog otpada.

Pod iskoristivim otpadom smatra se onaj otpad koji je moguće reciklirati. U pripremnim fazama važno je sprovesti postupke sortiranja i odlaganja, i na ovaj način izvršiti selektovanje otpada koji u zatečenom obliku ima upotrebnu vrednost. Nakon pravilno sprovedenog postupka selektovanje, otpad se drobi, usitnjava i prosejava.

Na taj način vrši se izdvajanje pojedinih frakcija materijala. Ovakvi postupci karakteristični su za inertan građevinski otpad [4].

3.1. Uticaj građevinskog materijala i građevinskog otpada na životnu sredinu

Svako odlaganje građevinskog otpada na deponiju koja nije projektovana za deponovanje ove vrste otpada nanosi višestruku štetu društvu. U tom slučaju se umesto recikliranja i ponovne upotrebe građevinskih proizvoda (u vidu proizvoda od recikliranog materijala) kod novih objekata koristi novi prirodni materijal iz uglavnom neobnovljivih izvora [4].

Da bi postupak reciklaže bio ekonomski isplativ, ovi postupci moraju biti planski i sistematično sprovedeni tako da budu uključeni naredni postupci:

- mašinsko rušenje,
- priprema otpada (odvajanje i selekcija po vrstama),
- tretman otpada u vidu reciklaže i sprovođenje postupaka tehnologija tretmana (drobljenje, usitnjavanje, prosejavanje i dr.),
- ponovna upotreba materijala (nastalog nakon primene tehnologija tretmana) [4].

Pri proizvodnji najkorišćenijeg građevinskog materijala - cementa dolazi do velike emisije CO₂. Neki statistički podaci dokazuju da približno 7% ukupne emisije CO₂ nastaje kao posledica proizvodnje cementa. Činjenica da je u periodu od 1990. do 1999. godine prosečni porast emisije CO₂ bio 1,3% godišnje umesto sadašnjih 3,3% godišnje čini se katastrofalnom. S toga je važno da se pri odabiru materijala za građenje koriste alternativna rešenja koja imaju za cilj smanjenje štetnog uticaja na okolinu. Pri proizvodnji građevinskog materijala potrebno je detaljno razmotriti sve ulazne i izlazne parametre, potrošenu energiju, transport ali i štetni uticaj otpada koji nastaje tokom proizvodnje.

Prilikom odabira sirovina za spravljanje građevinskog materijala treba razmotriti:

- upotrebu materijala iz obnovljivih izvora,
- korišćenje materijala čija priprema, ugradnja i održivost ne podstiče emisiju CO₂,
- korišćenje manjih količina materijala,

- ponovnu upotrebu materijala,
- upotrebu recikliranog otpada nastalog tokom spravljanja materijala,
- upotrebu materijala čija je reciklaža moguća [3].

3.2. Podela građevinskog otpada

Drveni otpad koji nastaje u svim fazama pripreme drvnog materijala za potrebe graditeljstva različit je po svom sastavu, kvalitetu i kvantitetu, i kao najpoželjniji izbor u upravljanju ovom vrstom otpada je smanjenje otpadnih sirovina ovog tipa na samom mestu nastanka. Prema standardu o drvnom otpadu, ovaj tip otpada moguće je podeliti po više osnova i to:

- prema mestu korišćenja,
- prema mestu nastanka,
- prema fizičkim i ekonomskim mogućnostima upotrebe,
- prema fizičkim osobinama [5].

Prema dosadašnjim iskustvima, drveni otpad varira zavisno od kvaliteta ulazne sirovine, opreme za pripremu proizvoda, vrste krajnjeg proizvoda ali i od klasifikacije ulaznih i izlaznih sirovina, iskustva i motivacije zaposlenih.

Prema nekim podacima, u fazi seče šuma kao prvog koraka u proizvodnji građevinskog drvnog materijala i početne faze pripreme proizvoda, ostaje otpad od oko 46% ukupne seče. U fazi primarne prerade gubici su još veći jer kao krajnji proizvod izađe 20 – 70% od ulazne sirovine.

Problem koji nastaje pri selektovanju drvnog otpada u građevinarstvu je da on najčešće nije homogen zbog raznolikosti poslova koje obuhvata ova delatnost. U fazi izgradnje novih objekata otpad nastaje od različitih odsečaka konstruktivnog drveta (kod tesarskih radova), iskorišćenih oplata, pomoćnih skela i td.

Pored potrebe da se u fazi projektovanja izvrši smanjenje drvnog otpada, od velike je važnosti i dodatno obrazovanje radnika i izvođača radova. Drveni otpad koji nastaje pri rušenju i rekonstrukciji starih zgrada takođe je jedan od većih izvora drvnog otpada na deponijama.

U skorije vreme, mali procenat otpadnog drveta počeo je da se koristi kao dekorativni malč za ulepšavanje javnih površina, ali i sprečavanje nastajanja baštenskog otpada kroz smanjenje rasta korova i drugih neželjenih biljaka [8].

Asfaltni otpad – Asfaltna mešavina sastoji se iz mineralne mešavine i veziva. Mineralno vezivo, u čiji sastav ulaze kameno brašno, pesak i kamena sitnež čine oko 90 – 97% sastava asfaltno mešavine.

Do nedavno se pod održavanjem kolovoznih konstrukcija smatrala izrada novih i habajućih slojeva od asfalta. Verovalo se da se raspolaže neograničenim količinama materijala za izgradnju i održavanje kolovoza. U skorije vreme postalo je jasno da je neophodno težiti sačuvanju resursa dok se ne obezbede dovoljne količine koje bi zadovoljile buduće potrebe korisnika. Pri proizvodnji asfalta 48% energije potroši se za mešanje i vađenje agregata, a 40% za proizvodnju asfalta. Neki od podataka su da je upotrebom recikliranog agregata moguće je smanjiti potrošnju energije za 23% [3][6].

Otpad na bazi gline – Očuvanje prirodnih materijala značajno je za ekološki odgovorno i održivo građenje koje je ujedno i finansijski prihvatljivo. Ponovna upotreba opearskih

proizvoda u iste ili slične svrhe, jedno je od ekološki najprihvatljivijih rešenja. Reciklirani agregat od opeke na bazi gline može se upotrebiti pri proizvodnji novih betonskih proizvoda, kao sirovina za nove proizvode, pri proizvodnji glinene opeke ili crepa, kao materijal za izradu nasipa i tampona i dr.

Današnji princip gradnje zahteva upotrebu ekoloških i jeftinih materijala koji nakon upotrebe nemaju štetan uticaj na okolinu. Ekološki odgovoran i održiv način gradnje podrazumeva postizanje potpuno zatvorenog ciklusa upotrebe materijala. Zatvoreni ciklus u ovom slučaju obuhvata recikliranje materijala i dobijanje novih sirovina za novi proizvod (npr. beton sa recikliranim agregatom), ponovno dobijanje izvornih proizvoda (npr. glinene opeke ili crepa) njihovim rušenjem i termičkom obradom [3][7].

4. ZAKLJUČAK

Količina koja se meri ukupnom masom otpada jedan je od izravnih pokazatelja razvijenosti svesti određenog društva, dok je s druge strane jedan od ključnih ciljeva europskih politika u vezi s održivosti, kružnom ekonomijom i uticajem na okolinu pretvaranje otpada u resurs. Koncept cirkularne ekonomije polazi od pretpostavke zamene linearnih dugoročno održivih sistema koji neće uništavati, već održavati resurse dostupnima za iduće generacije.

Upravljanje građevinskim otpadom u Niškom regionu (i Republici Srbiji) je bitno pitanje na koje je neophodno što pre naći efikasan odgovor. Svi smo svesni da je velika količina otpada smeštena na za to nenamenjena mesta, jer kod nas namenjena mesta gotovo da ni ne postoje. Građevinski otpad je otpad koji bi uz dobru organizaciju, stručnu primenu i podršku Ministarstva građevinarstva i drugih vladinih organizacija mogao biti vraćen u materijalni promet.

Za dalja istraživanja u ovoj oblasti neophodna je edukacija generatora otpada, vlasti i stanovništva uopšte, o posledicama i ekonomskoj koristi koju ova vrsta otpada može da donese.

LITERATURA

[1] Bačun, D., Matešić, M. i Omazić, M. A. (2012). Leksikon održivog razvoja. Zagreb: Hrvatski poslovni savjet za održivi razvoj

[2] Ciliberti, F., Pontrandolfo, P. i Scozzi, B. (2008). Investigating corporate social responsibility in supply chains: a SME perspective. *Journal of Cleaner Production*, 16(15): 1579-1588

[3] Europska komisija (2019b). Commission Staff Working document – Corporate Social Responsibility, Responsible Business Conduct, and Business and Human Rights: Overview of Progress. SWD(2019) 143 final, Bruxelles, 20. ožujka 2019. URL: <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/34482/attachments/1/translations/en/renditions/native> (28.04.2020.)

[4] „Statistika okoliša, građevinski otpad i otpad od rušenja okoliša“, RD 02, Radni dokument ISSN 1840-474X, Sarajevo, Novembar 2013.

[5] M. Mikić Milosavljević, V. Mihailović „Vrste drvnog otpada, mesta nastanka i mogućnosti njihove primene“, UDK 630*839.8, *Stručni rad „Prerada drveta“ br.14*

[6] D. Drndarski: "Recikliranje postojećih asfaltnih kolovoza", *Institut za puteve A.D. Beograd*

[7] I. Kesegić, D. Bjegović, I. "Upotreba reciklirane opeke kao agregata za beton", *Građevinar* 61, 2009, 15-22str.

[8] Omazić, M. A. (2008). Društvena odgovornost poduzeća i korporativno upravljanje. U: Tipurić, D. (ur.), *Korporativno upravljanje* (str. 323-360). Zagreb: Sinergija nakladništvo

[9] Štirmer, N., Baričević, A. i Lovinčić Milovanović, V. (2017). Gospodarenje građevnim otpadom – izazovi i prilike. U: Lakušić, S. (ur.), *Izazovi u graditeljstvu 4* (str. 176200). Zagreb: Hrvatski savez građevinskih inženjera

[10] Štirmer, N. i Škreb, K. A. (2017). Procjena količina građevnog otpada i potencijala za njegovo korištenje. Poboljšanje toka i kvalitete podataka o građevnom otpadu i otpadu od istraživanja i eksploatacije mineralnih tvari u Republici Hrvatskoj, Aktivnosti 1.4, 3.2 i 3.3. Zagreb: HAOP i Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.



SVOJSTVA RECIKLIRANOG BETONA NA BAZI FLOTACIJSKE JALOVINE PROPERTIES OF RECYCLED CONCRETE BASED ON FLOTATION TAILINGS

Milan Protić, Akademiya tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.

Sadržaj - U cilju očuvanja životne sredine i rešavanja problema odlaganja otpadnih industrijskih materijala vršena su istraživanja karakteristika svežeg i očvrstlog betona u kome je deo cementa ili deo agregata zamenjen otpadnim materijalom. U pojedinačnom ispitivanju mešavina sa flotacijskom jalovinom (5% dodatka u odnosu na masu cementa) i vodocementnim faktorom (w/c) 0,57 postigla je za oko 10 – 20% veće čvrstoće u odnosu na kontrolni uzorak (bez dodatka ili zamenjena), a mešavina (10%) i w/c 0,50 postigla je najveću otpornost na abraziju i potrese. U uporednim ispitivanjima mešavina (30%) sa silikatnom prašinom postigla je veću čvrstoću na pritisak za oko 16 – 32% od mešavine sa flotacijskom jalovinom i od kontrolnog uzorka, a mešavina sa flotacijskom jalovinom veću čvrstoću na zatezanje savijanjem za oko 96% od kontrolnog uzorka. Primena je moguća, uz vršenje prethodnog ispitivanja konkretnog otpadnog materijala i doziranja radi postizanja željenih performansi.

Ključne reči: Flotacijska jalovina, beton, čvrstoća, reciklaža.

Abstract - In order to preserve the environment and solve the problem of disposal of waste industrial materials, research was carried out on the characteristics of fresh and hardened concrete in which part of the cement or part of the aggregate was replaced by waste material. In an individual test, the mixture with flotation tailings (5% addition in relation to the mass of cement) and a water-cement factor (w/c) of 0.57 achieved about 10-20% higher strength compared to the control sample (without addition or replacement), and the mixture (10%) and w/c 0.50 achieved the highest resistance to abrasion and shocks. In comparative tests, the mixture (30%) with silicate dust achieved a higher compressive strength by about 16-32% than the mixture with flotation tailings and the control sample, and the mixture with flotation tailings achieved a higher bending tensile strength by about 96% than control sample. Application is possible, with prior testing of the specific waste material and dosing to achieve the desired performance.

Key words: Flotation tailings, concrete, strength, recycling.

1. UVOD

U poslednjih nekoliko decenija sve se više pažnje obraća na ekološke probleme koji su posledica brzog tehnološkog i industrijskog razvoja. Neki od problema su:

- globalno zagrevanje zbog,
- zagađivanje vazduha,
- zagađivanje vode i zemlje.

U cilju nalaženja rešenja ovakvih problema vrše se razna istraživanja, od, u neizbežnim slučajevima, bezbednijih načina skladištenja, do, ukoliko je moguće, upotrebe nusprodukata (koji se često štetni) u drugim industrijskim procesima – reciklaže.

Kao jedan od načina za reciklažu došlo se na ideju integracije čvrstih industrijskih nusprodukata u beton. U zavisnosti od svojstava čvrste materije u betonu mogu zameniti deo agregata, ali i biti dodatak cementu (ukoliko reciklažni materijal poseduje pucolanska svojstva), tako da mogućnost njihove primene može da bude široka. S obzirom na to da postoje betoni različitih namena, a samim tim i različitih zahteva u pogledu svojstava, pravac istraživanja koja

se bave ovom problematikom mogao bi da bude utvrđivanje da li bi, i sa kojim udelom reciklažnih materijala, beton ostao u granicama željenih svojstava.

Proces prerade mineralnih sirovina je jedan od najsloženijih procesa u rudarstvu. Sastoji se od više potprocesa: drobljenja, mlevenja, flotiranja, odlaganja flotacijske jalovine. Tom prilikom najčešće se oslobađa velika količina toplote i izvesna količina nusprodukata ili otpadnih materijala. U zavisnosti od kompleksnosti i kompletnosti procesa, različiti su hemijski sastavi otpadnih materijala. Sa jedne strane mogu biti potpuno inertni koji ne mogu dalje da se obrađuju ili reaguju sa okolinom i, sa druge strane, reaktivni čije odlaganje može da predstavlja opasnost po okolinu, a mogu se iskoristiti u drugim industrijskim procesima – reciklirati.

Flotacijska jalovina je otpadni materijal koji u sebi sadrži neka jedinjenja koja se takođe nalaze i u cementu. U ovom preglednom radu biće analizirana ranija ispitivanja upotrebe flotacijske jalovine u proizvodnji betona, i vršeno poređenje sa drugim reciklažnim materijalima koji se tako mogu upotrebiti: silikatna prašina, leteći pepeo i mleveni otpadni crep.

2. FLOTACIJSKA JALOVINA

Flotacijska jalovina nastaje u procesu flotiranja rude bakra. Kao otpadni materijal i veliki zagađivač odlaže se na posebno određeno mesto. Ona se mogu nalaziti u industrijskom krugu, ili na određenoj udaljenosti. Mesto odlaganja postaje izvor zagađivanja jer se vremenom degradira zbog prisustva jalovine, zbog podizanja prašine koja zagađuje vazduh i raznosi se na okolno zemljište, zbog spiranja flotacijskog materijala putem kiše, zbog prodora zagađene vode i njenog odvođenja u vodotokove. Degradirana područja moraju se rekultivisati, što je dugotrajan i skup proces, jer podležu zakonskoj regulativi iz oblasti rekultivacije degradiranih površina iz Zakona o rudarstvu [1]. Prema tome odlagališta za smeštaj jalovine imaju određene kapacitete, i kada dođe do njihovog zasićenja, potrebno je obezbediti nova, što sa sobom nosi zagađenje druge oblasti, odnosno uništavanje drugog ekosistema u prirodi.

U okviru Rudarsko-topioničarskog basena u Boru postoji veći broj odlagališta (jalovišta), čiji će kapaciteti biti napunjeni za nekoliko godina, tako da se ovaj gigant suočava sa ozbiljnim problemom. Takođe radi se na obezbeđivanju postojećih jalovišta da je veter ne raznosi [2].



Slika 1. Kop Rudarsko-topioničarskog basena Bor.

U svetu se 98% nove jalovine koja se proizvede odlaže u obliku paste. Svetske poznate firme iz SAD, Kanade, Australije i Evrope bave se pravljenjem paste od jalovine i njenim odlaganjem. Preko 48 postrojenja u svetu danas, koja se bave odlaganjem jalovine, koriste tehnologiju zgušnjavanja jalovine i odlaganja u obliku paste [3].

Flotacijska jalovina je bogata oksidima gvožđa i silikatima, tako da je pogodna za proizvodnju betona i maltera. Može da se koristi i kao zamena za sitnije čestice agregata, i kao dodatak cementu. Time se rešava malopre pomenuti problem odlaganja, i smanjuje zagađenje životne sredine koje je neophodno za proizvodnju odgovarajuće količine materijala koji flotacijska jalovina može da zameni [4].

3. FIZIČKO-MEHANIČKE KARAKTERISTIKE I PRIMENA

S obzirom na to da flotacijska jalovina sadrži jedinjenja zahvaljujući kojima ima pucolanska svojstva, njena upotreba u proizvodnji betona, a samim tim i reciklaža, veoma je popularna tema. Na osnovu toga vršeno je mnogo istraživanja, od kojih su neka ovde navedena sa svojim rezultatima.

U svom istraživanju Obina i Ozgur [5] vršili su ispitivanje mehaničkih karakteristika betona sa dodatkom flotacijske

jalovine. Jalovina je vazdušno osušena i prosejana sitom od 600 μm , a sitna i krupna frakcija agregata dobijene od lokalne drobljene krečnjačke stene. Sastavi komponenata dati su u tabeli 1. Spravljane su dve serije uzoraka, jedna sa vodocementnim faktorom 0,57, druga sa 0,50. Iz svake serije pravljen su mešavine sa udelom flotacijske jalovine od 0% (kontrolni uzorak bez dodatka jalovine), 5% i 10% u odnosu na masu cementa, a redom su označavane C0, C5 i C10. Udeli komponenata u mešavinama dati su u tabeli 2. Za svaku mešavinu napravljeno je 6 kocki stranice 150 mm za ispitivanje čvrstoće na pritisak i 6 cilindara prečnika 100 mm i dužine 200 mm za ispitivanje čvrstoće na zatezanje cepanjem na 28 i na 90 dana. Urađeno je i dodatnih 4 cilindra navedenih dimenzija i 6 prizmi dimenzija 100 \times 100 \times 500 mm od svake mešavine. Devedesetog dana iz 4 cilindara isečeni su kolotovi iz sredina debljine 52 mm za test na poroznost, dok je 12 kocki stranice 50 mm dobijeno od prizmi za test na abraziju i otpornost na potrese. Nakon 1 dana u kalupu izvađeni su i ostavljeni u prostoriju na temperaturi $23 \pm 2^\circ\text{C}$ i vlažnosti vazduha $85 \pm 5\%$.

Tabela 1. Neke komponente i fizička svojstva cementa i flotacijske jalovine.

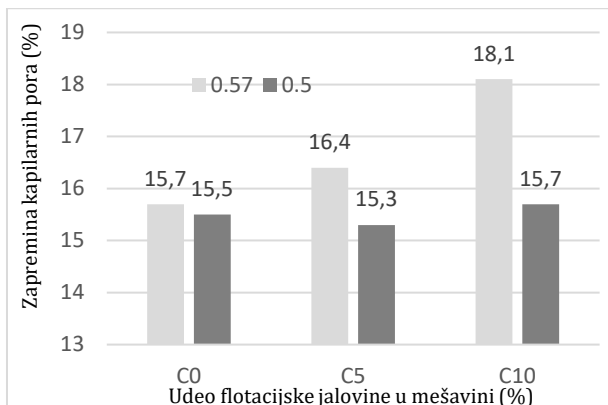
Komponenta	Komponente										Zapr. masa		
	Hemijski sastav (%)							Sadržaj teških metala (mg/kg)					
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Cl	Cu	Zn	Pb		Cr	Cd
Cement (CEM III/A (Klasa 32,5N))	29,15	7,34	2,42	50,04	3,99	1,97	0,01	-	-	-	-	-	2,96
Flotacijska jalovina	11,20	-	85,30	-	-	-	-	2284	402	60	12	0,86	4,29

Najmanje sleganje izmereno je kod uzoraka sa najvećim udelom jalovine. Ovo se objašnjava izraženijom apsorpcijom vode kod jalovine zbog grube strukture čestica, za razliku od cementa. Ovo za posledicu može imati smanjenje obradivosti i poroznu i nepravilnu strukturu.

Tabela 2. Udeli komponenata u mešavinama.

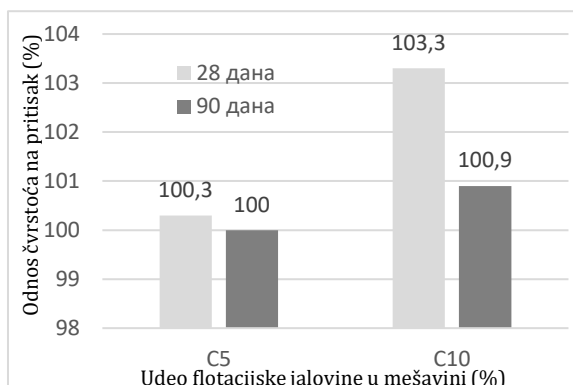
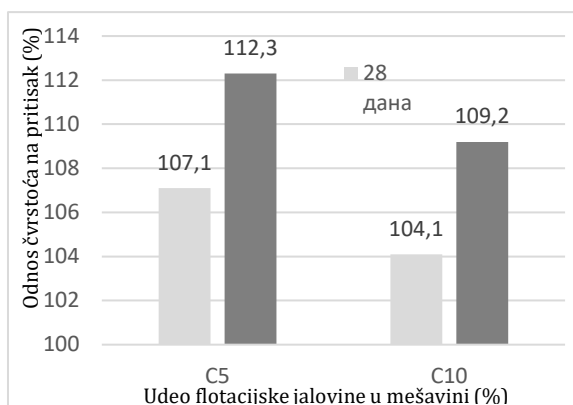
Vo-docementni faktor	Mešavina	Udeo jalovine (%)	Količine (kg)					Sleganje (mm)
			Voda	Cement	Jalovina	Sitna frakcija	Krupna frakcija	
0,57	C0	0	225	395	0	810	950	150
	C5	5	225	395	20	810	950	80
	C10	10	225	395	40	810	950	50
0,50	C0	0	225	450	0	818	887	140
	C5	5	225	450	22	818	887	75
	C10	10	225	450	45	818	887	50

U pogledu kapilarnih pora, nakon 90 dana starosti rezultati su dati na Grafiku 1. Primetno je da je mešavina poroznija sa povećanjem udela jalovine. To se može pripisati poroznoj i gruboj strukturi čestica jalovine. Međutim veći sadržaj pora ne znači da je i veća propusnost zato što fine čestice jalovine mogu da popune kanale kojima su pore povezane. Postojanje pora bi moglo da ukaže na to da bi ovakvi betoni sporije provodili toplotu i zvuk, i samim tim bi mogli da nađu primenu u uslovima gde bi to moglo da bude od značaja.



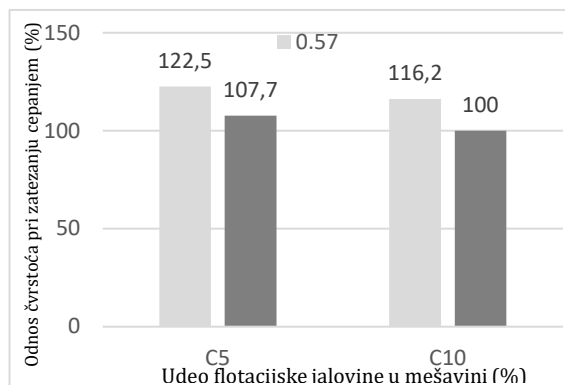
Grafik 1. Zapremina kapilarnih pora.

Na grafiku 2 prikazan je odnos čvrstoće na pritisak mešavina prema kontrolnom uzorku u zavisnosti od udela jalovine. Prema dobijenim rezultatima merenja, mešavine sa vodocementnim faktorom 0,57 imale su veću čvrstoću na pritisak od kontrolnog uzorka, s tim što su uzorci starosti 90 dana postigli veću vrednost od uzoraka starih 28 dana, a mešavine sa 5% dodatka jalovine dostigli nešto veću vrednost nego one sa 10% dodatka. U slučaju vodocementnog faktora 0,50 jedini uzorak koji je postigao приметnu razliku je mešavina sa 10% jalovine starosti 28 dana. Jedna pretpostavka koja objašnjava postizanje većih čvrstoća kod mešavina sa vodocementnim faktorom 0,57 bi mogla da bude zbog apsorpcije vode poroznih čestica jalovine, a druga da su fine čestice jalovine preuzele ulogu filera i time poboljšale čvrstoću na pritisak. Što se tiče neznatno većih čvrstoća kod mešavina sa vodocementnim faktorom 0,50 u odnosu na kontrolni uzorak, pretpostavlja se da su zrna imala manju poroznost i da je zbog toga bilo potrebno manje filera.



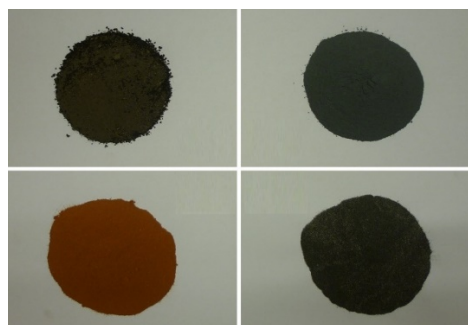
Grafik 2. Odnos čvrstoće na pritisak mešavina sa vodocementnim faktorom: gore – 0,57 i dole – 0,50 prema kontrolnom uzorku.

Grafik 3 prikazuje odnos čvrstoća na zatezanje cepanjem uzoraka prema kontrolnom uzorku u zavisnosti od udela jalovine. Uzorci stari 90 dana, sa vodocementnim faktorom 0,57, imali su приметno veće čvrstoće od kontrolnog. Mešavine sa vodocementnim faktorom 0,50 i sa 5% dodatka jalovine imale su nešto veće čvrstoće od kontrolnog uzorka, dok su mešavine sa 10% dodatka postigle istu čvrstoću. Pretpostavlja se da su više čvrstoće postignute zbog pojačane veze između agregata i cementne paste zbog porozne strukture i malih čestica jalovine.



Grafik 3. Odnos čvrstoće na zatezanje cepanjem mešavina sa vodocementnim faktorom 0,57 prema kontrolnom uzorku.

Grupa istraživača na čelu sa Sašom Marinkovićem vršila je poređenje ponašanja svežeg i čvrstoće očvrstlog samougrađujućeg betona sa dodatkom elektrofilterskog pepela (EF), silikatne prašine (SP), mlevenog otpadnog crepa (MO) i flotacijske jalovine (FJ) posebno [6]. Izmereni podaci mešavina upoređeni su sa kontrolnim uzorkom, koji je vibrirani beton. Korišćen je cement marke Holcim CEM I 52,5R, tri frakcije rečnog agregata (0/4, 4/8 i 8/16 mm). Na slici 2 prikazane su navedene sirovine u obliku fine prašine.



Slika 2. a) silikatna prašina, b) elektrofilterski pepeo, v) mleveni otpadni crep i g) flotacijska jalovina.

U tabeli 3 dat je hemijski sastav sirovina. Od hemijskih dodataka korišćeni su plastifikatori Sika 3077 Viscocrete za vibrirani beton (kontrolni) i TTK srpenica Cementol Hiperplast 463 za samougrađujuće.

Tabela 3. Procentualni udeo jedinjenja u cementu i sirovinama

Komponente (%)	Portland cement	Elektrofilterski pepeo	Mrvljeni otpadni crep	Flotacijska jalovina	Silikatna prašina
SiO ₂	21,62	53,84	56,18	40,80	93,60
CaO	60,16	5,15	6,36	7,36	0,05
MgO	2,34	3,00	2,14	0,86	0,05

Al ₂ O ₃	7,00	30,29	15,14	5,90	0,27
Fe ₂ O ₃	2,60	3,60	5,57	41,72	0,21
K ₂ O	0,66	0,83	2,18	1,20	0,50
SO ₃	2,55	1,86	-	-	0,80
Na ₂ O	0,33	0,51	1,08	0,35	0,23

U tabeli 4 dati su sastavi svih korišćenih mešavina. Za svaku mešavinu napravljeno je po 9 kocki stranice 15 cm za testiranje čvrstoće na pritisak i po 3 prizmi dimenzija 10 × 10 × 40 cm za testiranje čvrstoće na zatezanje savijanjem i smicanjem.

Tabela 4. Sastav betonskih mešavina za 1 m³.

Mešavina	Agregat (kg)				Cement (kg)	Mineralni dodaci (kg)				Plastifi-kator (kg)	Voda (kg)	Vodocemen-tni faktor
	0-4 mm	4-8 mm	8-16 mm	16-20 mm		EF	MO	FJ	SP			
Kontrolna	825	308	587	398	-	-	-	-	3,20	169,0	0,433	
EF	762	286	540	395	118	-	-	-	5,64	183,7	0,369	
MO	770	288	547	403	-	121	-	-	2,82	210,0	0,406	
FJ	794	297	563	416	-	-	125	-	2,91	208,0	0,390	
SP	742	278	526	389	-	-	-	116	5,44	214,0	0,434	

U tabeli 5 dati su rezultati ispitivanja. Najveću zapreminsku masu u svežem stanju imala je mešavina sa flotacijskom jalovinom i to se može objasniti manjom apsorpcijom vode i manjim učešćem plastifikatora. Najveću čvrstoću na pritisak imala je mešavina sa silikatnom prašinom, što objašnjava najveći procenat SiO₂, koji ima najizraženija pucolanska svojstva. Najveću čvrstoću na zatezanje savijanjem imala je mešavina sa flotacijskom jalovinom, pretpostavka je da se zbog zamene filera mineralnim dodatkom smanjuje poroznost, a sitne čestice dodatka koje ispunjavaju pore su dodatna jezgra hidratacije, što dovodi do boljeg očvršćavanja cementne paste, a samim tim i čvrstoće na zatezanje u odnosu na kontrolni uzorak.

Tabela 5. Karakteristike svežih betonskih masa i čvrstoće očvrsljih.

Mešavina	Zapr. masa svežeg betona γ _{sv,bet.} (kα/m ³)	Sleganje (mm)	Rasprostiranje	Temperatura	Zapr. masa očvrsllog betona	Čvrstoća na pritisak (MPa)			Čvrstoća na zatezanje (MPa)	
						2 dana	7 dana	28	Savijanje	Cepanje
Kontr.	2290	150	-	21,5	2293	28,8	40,9	48,4	3,3	5,0
EF	2290	-	650	24,2	2292	35,4	44,6	60,9	5,1	4,4
MO	2341	-	680	21,1	2338	33,8	51,1	52,8	6,3	4,3
FJ	2405	-	655	22,5	2407	33,8	44,2	55,3	6,5	3,7
SP	2270	-	630	21,7	2270	32,9	52,4	64,2	5,0	3,3

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu vršenih istraživanja betoni sa dodatkom flotacijske jalovine sa procentom 5% u odnosu na masu cementa i vodocementnim faktorom 0,57 postigli su najbolje rezultate i oko 10% veću čvrstoću na pritisak i 20% veću čvrstoću na zatezanje cepanjem u odnosu na kontrolni uzorak. Poređenjem betona sa flotacijskom jalovinom, silikatnom prašinom, mrvljenim otpadnim crepom i elektrofilterskim pepelom pokazalo se da je mešavina sa silikatnom prašinom imala najveću čvrstoću na pritisak (oko 16% veću od mešavina sa flotacijskom jalovinom i oko 32% veću od kontrolnog uzorka), dok je kontrolni uzorak imao najveću čvrstoću na zatezanje cepanjem (oko 37% veću od mešavine sa flotacijskom jalovinom), a mešavina sa flotacijskom jalovinom imala najveću čvrstoću na zatezanje savijanjem (oko 96% veću od kontrolnog uzorka). Beton sa 10% jalovine i vodocementnim faktorom 0,57 imao je najveću zapreminu kapilarnih pora (oko 3% više od kontrolnog uzorka), a pošto sve šupljine nisu povezane poroznost je još veća, što bi moglo da ukaže na to da bi se ovakvi betoni mogli pokazati kao slabiji toplotni i zvučni provodnici. Moguće je navedeni otpadni materijal upotrebiti u proizvodnji betona. Njegovo prisustvo menja karakteristike betona tako da je u određenim intervalima pre i u toku upotrebe (zbog promenljivog sastava) potrebno izvršiti ispitivanja kako će otpadni materijal, uticati na karakteristike betona i prema tome odrediti da li će se i u kojoj meri zamene komponenta betona koristiti. S obzirom da je u pitanju otpadni materijal koji ima štetan uticaj na životnu sredinu, od namene betona zavisi da li će se otpadni materijali koristiti, i na koji način zaštititi (premazom) da štetne komponente betona ne dođu u kontakt sa korisnicima i infrastrukturom objekta.

LITERATURA

- [1] J. Lilić, V. Filipović, M. Grujić, Miodrag Žikić, S. Stojadinović, „[Rekultivacija brane 3A flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj](#)“, *Zaštita materijala broj 2*, 49, str 57-62, 2008.
- [2] R. Lekovski, M. Mikić, D. Kržanović, „[Impact of the Flotation Tailing Dumps on the Living Environment of Bor and Protective Measures](#)“, *Mining And Metallurgy Institute Bor*, vol 2, pages 97-116, 2013.
- [3] <https://serbia-energy.eu/sr/odlaganje-flotacijske-jalovine-u-rudnicima-rtb-bor-grupe/> (9. 11. 2012.).
- [4] C. Shi, C. Meyer, A. Behnood, „[Utilization of Copper Slag in Cement and Concrete](#)“, *Resources, Conservation and Recycling*, vol 52, pages 1115-1120, 2008.
- [5] O. Onuaguluchi, O. Eren, „[Copper tailings as a potential additive in concrete: Consistency, strenght, and toxic metal imobilizator](#)“, *Indian Journal of Engineering and Materials Sciences*, vol 19, pages 79-86, 2012.
- [6] S. Marinković, M. Protić, S. Paunović, I. Nešović, J. Bijeljčić, „[Application of Industrial By-Products as Mineral Admixtures for Self-Compacting Concrete](#)“, *Građevinar*, pages 31-38, 2018.



PRIMENA EKOLOŠKIH PRINCIPA U KONTEKSTU PROJEKTOVANJA ZGRADA APPLICATION OF ECOLOGICAL PRINCIPLES IN BUILDING DESIGN

Marija Mihajlović, *Ministarstvo građevinarstva, saobraćaja i infrastrukture Republike Srbije, Nemanjina 22-26*
Ljiljana Stošić Mihajlović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje,*
Filipa Filipovića 20, Vranje.

Marko Mihajlović, *Građevinski fakultet Univerziteta u Nišu.*

Sadržaj - U ovom radu su analizirani razlozi primene ekoloških principa u kontekstu zgrada tokom vremena. Naročito je istražena pozicija izgrađenih sistema u okvirima savremenih koncepta održivosti, cirkularnosti, otpornosti i regeneracije. Utvrđene su i razmatrane aktuelne projektantske barijere, i predloženi trenutno raspoloživi načini za njihovo prevazilaženje. Zaključno je predloženo nekoliko opštih koraka ka budućoj široj primeni bioloških principa u kontekstu projektovanja zgrada. Danas je poznato da su zgrade među najvećim potrošačima i zagađivačima na planeti. Međutim, nastanak ekološki ispravne arhitekture u modernom smislu, kako je to prikazano u ovom radu, manjim je delom podstaknut prvim zahtevima za smanjenje negativnog pritiska na životno okruženje a većim delom težnjom da se obezbedi kontinuitet u snabdevanju resursima. Tek kada je u drugoj polovini 20. veka svest o stanju životne sredine i o negativnom ljudskom doprinosu dovoljno sazrela, ideja o projektovanju ekološki ispravnih zgrada je počela da se razvija i usložnjava. Postepeno je projektovanje ekološki ispravnih zgrada preraslo u skup različitih strategija i mera čiji je cilj smanjenje negativnog ekološkog uticaja, kroz usklađivanje konvencionalnih projektantskih zahteva sa njihovim ekološkim značajem. Uspostavljanjem veze između efikasnog korišćenja prirodnih resursa i smanjenja ekoloških uticaja zgrada, ovaj rad se bavi pregledom sadašnjih trendova i izazova u pogledu upotrebe energije, materijala, vode i zemljišta, te promišljanjem mogućih scenarija efikasne budućnosti u kojoj bi šire socijalne i ekonomske sheme postale relevantnije za uspešno projektovanje ekološki ispravnih zgrada.

Ključne reči: Projektovanje zgrada. Savremeni koncepti. Održivost. Izazovi.

Abstract - This paper analyzes the reasons for the application of ecological principles in the context of buildings over time. In particular, the position of built systems within the framework of modern concepts of sustainability, circularity, resistance and regeneration was investigated. Current design barriers were identified and discussed, and currently available ways to overcome them were presented. In conclusion, several general steps towards the future wider application of biological principles in the context of building design are proposed. Today, it is known that buildings are among the biggest consumers and polluters on the planet. However, the emergence of ecologically correct architecture in the modern sense, as shown in this paper, was motivated to a lesser extent by the first requirements to reduce the negative pressure on the living environment and to a greater extent by the desire to ensure continuity in the supply of resources. Only in the second half of the 20th century, when the awareness of the state of the environment and the negative human contribution matured enough, the idea of designing environmentally sound buildings began to develop and become more complex. Gradually, the design of environmentally sound buildings grew into a set of different strategies and measures aimed at reducing the negative environmental impact, through the harmonization of conventional design requirements with their ecological importance. By establishing a link between the efficient use of natural resources and the reduction of the environmental impacts of buildings, this paper reviews current trends and challenges in the use of energy, materials, water and land, and considers possible scenarios for an efficient future in which wider social and economic schemes become more relevant to successful design of ecologically correct buildings.

Key words: Building design. Contemporary concepts. Sustainability. Challenges.

1. INTRODUCTION

Humans possess the innate tendency to focus on life and lifelike processes [1]. Complex human relation with life and

nature is based on biological, cultural, psychological and ethical bonds [2]. An essential need to worship nature [3] stretches back to the early examples of human creativity. Ar-

chitectural artifacts of different historical periods repeatedly demonstrate the imitation of natural shapes applied to ornamental surfaces or the three-dimensional elements. First notable examples involving biological principles in the function of achieving both the innovation and the usefulness [4] belong to the sphere of invention. Pioneering biologically inspired and deliberated design solutions emerged as a result of the research of living species' abilities and their translation to designed objects. Leonardo da Vinci, for example, examined biomechanics of flying animals, muscle forces and the functions of joints, and attempted to apply biological features in his technical inventions. Matthew Baker studied the flow-optimized form of fishes to enhance the performance of his new galleon-type ship [5]. The use of biological principles in various fields and in a reasoned way was largely made possible during the 19th century. At that time, natural sciences became more mature, and communicated fund of knowledge from newly emerged disciplines enlarged significantly. In the 19th century architecture, however, the application of biological principles was rather a topic for debate than a design inspiration or a research subject. While some notable representatives of this period believed that the ultimate beauty of nature should simply continue to be imitated, others, like Viollet-le-Duc, argued for the architecture that does not copy the nature, but instead emulates its laws [6]. The later design approach was a stimulus for more thoughtful analogies with biological systems that aimed to derive technically usable solutions based on natural abstraction [5].

The works of Antonio Gaudi show that such approach also leads to a unique aesthetic result. Particular scarcity of biology-inspired architectural design concepts in the second half of the 19th century [7] represents a consequence of the emergence of new technical knowledge and technical experimentation. During the first half of the 20th century, technological and industrial progress and the overall societal shifts were used as a base of modern design philosophy, and the ideas of past were neglected together with the relation to nature and its forms, due to "conceptual barrier erected between nature and culture" [8]. Nevertheless, some theoretical discourses from this time, such as those written by Honzik or Keisler [9], aimed to draw analogy between technology and nature. By the middle of the past century, alternative theories and concepts started to emerge. In Metabolism, a building was compared to an organism, and, therefore, it had to be adaptive and able to grow. In the 1950ies, Peter Collins discussed the idea of 'Biological Analogies', and Otto Schmitt coined the term 'Biomimetics', referring to the mix of biology and technology. Since its first introduction, different definitions and the contexts of use of biomimetics have been emerging. According to Dollens [10], for example, biomimetics represents a "design where properties, elements and systems from nature are viewed, researched and extrapolated from in order to apply natural functions and attributes to architectural structures, materials, systems, spaces and aesthetics." In the 1960ies, Frei Otto and Johann-Gerhard Helmcke together founded the 'Biology and Building' research group that promoted collaboration between architects, engineers and biologists in research and experimentation [11], [12]. With that, the connections between golden ratio, Fibonacci sequence and architecture were strengthened, although proportions based on inorganic, geometric rules have been applied since ancient times. Following progress in biological science, geometry of nature and the analogy with art and architecture

were explored by Zeising, G.L. Raymond, S. Colman, T.A. Cook, B. Fuller, G. Doczi, I. Ševelev, Z. Pađan, and others. Over the last decades of the 20th century, experiments on natural models [13] were surpassed by digitization and experimentation with the new design media [14] such as animations of morphological transformations, deformations, or movement through time [15].

Together with parametric modelling and generative techniques for design and manufacture of building products [16], including 3D printing, these tools allowed for the development of very complex design concepts like the pattern design. At the same time, the bond between design and ecology was becoming firmer, and the role of biological systems in building context was again redefined (e.g. the works of Hunderwasser). In 1997, Janine Benyus introduced the term 'biomimicry revolution' to describe new "era based not on what we can extract from nature, but on what we can learn from her" [17]. In the 21st century, the application of biological principles in the building context is seen as a contribution to the universally relevant frameworks: sustainability, circularity, resilience and regeneration.

2. BIOLOGICAL PRINCIPLES IN CONTEMPORARY FRAMEWORKS

In 2016, the European Commission has included nature-based solutions among focus areas for research and innovation on environment, and provided the following definition: Nature-based solutions are "solutions that are inspired and supported by nature, which are cost-effective, simultaneously provide environmental, social and economic benefits and help build resilience. Such solutions bring more, and more diverse, nature and natural features and processes into cities, landscapes and seascapes, through locally adapted, resource-efficient and systemic interventions" [18]. Nature-based solutions addressing social, economic and environmental challenges have also been promoted in the global policy contexts, by science-based organizations, the World Bank, and the United Nations [19]. However, nature-based solutions at the building scale have not been particularly emphasized in policy frameworks.

Analogies with living organisms, applied to the system of an environmentally sustainable building and possibly connected with intelligence component as well as underlying design concept, aim to support efficient use of natural resources and the reduction of negative environmental impact. Biological principles may be applied to achieve energy efficiency of a building, i.e. to reduce energy demand (e.g. through the adoption of methods for wise energy use by living organisms) and to generate energy (e.g. by introducing solar panels based on photosynthesis). Some bio-based measures are multi-beneficial: facades with integrated algae, for example, capture carbon, produce oxygen and generate renewable energy [20]. A particular contribution of living systems to water efficiency is recognized in the domains of water harvesting and wastewater recycling (e.g. living machine installations). Similarly, living organisms can contribute to organic waste decomposition in situ. Nevertheless, the greatest progress in the application of biological principles in contemporary building context has so far been achieved in the field of materials. The experimental and research work of Frei Otto in the field of minimal surfaces and their analogies with natural principles could today be compared with the optimal use of building materials encompassed by sustaina-

bility and circularity concepts. Next to that, there is a wide range of bioinspired building materials whose modified features ultimately result in bettered ecological quality, from improved durability (e.g. self-healing materials [21]), to enhanced interaction with surroundings (e.g. color changing surfaces, or intelligent glass that reacts to temperature or light changes), to carbon storing, e.g. [22], etc. Green movements that were emerging from the 1970ies shed a new light on materials of plant and animal origin, and raised awareness about their ecological advantages, including: abundance, renewability, low embodied energy and CO₂, low ecotoxicity and toxicity, provision of good indoor air quality, biodegradability, recyclability, etc. In the 21st century, the application of bio-based solutions became an integral part of sustainability and circularity schemes, and the matter of biological origin an optimal raw material. Particularly interesting nowadays are the materials made of agricultural waste, such as wheat straw, hemp shiv, flax shiv, or corn pith, and active bio-based materials with integrated living organisms – the ‘living materials’ – such as bricks, concrete and textiles with living bacteria. State-of-the-art research focuses on optimization of performance of biobased materials (e.g. increased resistance to molds, and fire, or improved durability), reduction of negative ecological impact of composite materials representing a mix of natural and artificial ingredients (e.g. bio-plastics), and the development of bio-based insulation materials that contribute to both material and energy efficiency. In addition to material features alone, functional circularity schemes emphasize their bonds within building components and systems, altogether known as design-for-disassembly approach. It is being foreseen that the analogies supporting circularity and sustainability concepts could in future be extended from individual organisms to ecosystems, their cycles of matter and energy transfer [22], [23].

One of the basic functions of a building is to protect its users from variable external conditions such as climate. Examples from different historical periods point at the multitude of measures applied for this purpose as well as the shifting character of barrier separating indoor from outdoor space. These variations – ranging from isolation and independence to responsiveness and adjustment – are well observable in the 20th-century building design. The designers who took later approach were in particular interested in exploring the potential for dynamic response to climate patterns, and biological principles were often used as role models. In 1964, Andrija Mutnjaković developed the Homobil – a vision of the house behaving as an organism-machine thanks to its flowerlike form that opens and closes depending on external circumstances [24]. By changing functions, properties and behavior over time, adaptive building skins are aimed at improving the overall sustainability-related building performance [25]. In spite of increasing number of examples, however, the use of biological principles in design and construction of adaptive building envelopes should be developed further. Possible directions include diversification of applied biological characteristics, accomplishment of multifunctionality [25], development of systemic solutions [26] and, in that regard, development of building skins that perform well under the impact of climate change manifestations. “The pursuit of resilience adds another dimension to design projects, gives additional challenges to architects, and redefines the complexity of the design process and methodology, by requiring transdisciplinary and a systemic approach, as well as the inclusion of var-

ious correlating agents that determine the future behavior of a building subjected to climate change” [27].

The application of principles of the living world in the context of building resilience is yet to be studied. At the root of current scarcity of building design theories and examples lies the so far modest body of work dealing with the effects of climate change on living organisms and their responses to gradual (long-term) changes and sudden surprises. According to some authors, the notion of climate resilience in the built environment extends beyond the boundaries of individual buildings. In such a conceptual approach, a building is not only an independent object, but also part of an ecosystem in which diversity and redundancy are present, which results in a greater ability for adaptation. The introduction of biological entities into design is believed to represent a significant agent in the integration process”. [28]

3. CHALLENGES AND CURRENT RESPONSES

In spite of recent progress, the implementation of biological principles in building design is still under development [29]. Exceptional complexity of living systems and their possible analogies, variety of baselines from which analogy definitions can be derived, present flexible use of umbrella terms, and, consequently, overlaps in their meaning, jointly impede the accuracy of potential typologies. Simple systematizations of application of biological principles in the building context can be made according to:

- Type of living organisms;
- Characteristics of individual living organisms or whole ecosystems, e.g. regarding contents, structures, forms, functions, or processes;
- Analogy scope: from mono-characteristics to systemic solutions;
- Analogy type: reasoned transfer of biological characteristics or actual introduction of living organisms into the building context;
- Analogy hierarchy: materials, components, or structures; and other.

Biological studies of living organisms are encompassed by several interrelated biological branches: external morphology or bionomy that studies external appearance of living beings; anatomy (internal morphology); and physiology. Anatomic studies are divided on microscopic anatomic research of structural units small enough to be seen only with a microscope, and macro-anatomic studies of those body structures (forms) that are large enough to be examined without the help of magnifying devices [30]. Physiology, on the other hand, is the study of functions in living organisms and their constituent parts – tissues and cells. These functions include: metabolism, transport, information transfer, and regulation [31]. Therefore, studies of forms and functions can be carried out at different scales of living organisms. Therefore, the application of biological principles in contemporary building context requests “a transfer of knowledge from biology and ecology into architectural design in a way that transcends poorly understood and applied analogies or metaphors” [32]. Establishment of cross-disciplinary design and research teams.

4. DIRECTIONS

Lack of classifications, differing interpretations of key terms, insufficient knowledge from biological science, and scarce evidence concerning sustainability-, circularity-, resilience-, and regeneration-related advantages aggravate the designer’s perception of possibilities for the application of biological principles in building design. Likewise, there is a need

to develop evidence-based databases that could confirm the concrete benefits of applied biology-related measures in building context. When the benefits of biological principles application are justified by sufficient number of realized cases, pre- and post-build assessment systems can be developed, and their criteria and indicators established. Having on mind the level of specialization involving biology and building science, there is a need to promote the development of cross-disciplinary research units, to enhance experimental work, and to connect these labs both with education and practice.

5. CONCLUSION

Awareness of the outcomes of human activities is the basis for reduction environmental pollution and degradation. Type and scope of reduction actions harmful environmental effects depend on the field of action. In architectural design, knowledge of the ecological dimension is fundamental for defining technical, social and economic measures. In this respect, this paper establishes a platform of facts needed for understanding progressive anthropogenic impact on the environment, he explains the genesis and development of ecologically correct buildings in wider social conditions and takes a detailed look at the segments that are currently the most developed. The work continues deals with the main challenges in contemporary architectural design from the aspect of consumption of natural resources: water, land, energy and material, and at the same time elaborates possible scenarios for resource efficient future.

LITERATURE

- [1] E.O. Wilson, *Biophilia: The human bond with other species*. Harvard University Press, 1984.
- [2] S.R. Kellert "Introduction" in *The biophilia hypothesis*. Eds. Island Press, 1993, pp. 20-29.
- [3] I. Mazzoleni, *Architecture follows nature: biomimetic principles for innovative design*. CRC Press, 2013.
- [4] P. Sarkar and A. Chakrabarti, *Assessing design creativity*, Design studies, vol. 32(4), pp. 348-383, 2011.
- [5] W. Nachtigall and A. Wisser, *Bionics by examples: scenarios from classical to modern times*. Springer, 2015.
- [6] M. Zbašnik-Senegačnik and M. Kitek-Kuzman, Interpretations of organic architecture, *Prostor*, vol. 22(2), pp. 291-302, 2014.
- [7] A. Zakharchuk, Bionics in Architecture, *Challenges of Modern Technology*, vol. 3(2), pp. 50-53, 2012.
- [8] Rubedo: L.P. Robert and V. Petresin Robert, Destructuring utopias. *Architectural Design*, vol. 79(5) (Special Issue: Architectures of the Near Future), pp. 42-49, 2009.
- [9] W.W. Braham and J.A. Hale, *Rethinking technology. A reader in architectural theory*. New York: 2007.
- [10] D. Dollens, Architecture as nature: A Biodigital Hypothesis. *Leonardo*, vol. 42(5), pp. 412-420, 2009.
- [11] P. Steadman, *The evolution of designs. Biological analogy in architecture and the applied arts*. A revised edition. London and New York: Routledge, 2008.
- [12] D. Kozlov, Architectural bionics: From living nature to architecture, in Conference Proceedings Kine[SYS]tem *From Nature to Architectural Matter*, June 19-20, 2017, Lisbon, Portugal, 2017, pp. 102-110.
- [13] Lj. Folić, Formiranje prostora prirodni oblicima, *Gradjevinar*, vol. 9, pp. 355-363, 1986.
- [14] A.J. Nocek, Biomedia and the pragmatics of life in architectural design, *Inflexions*, vol. 8(7), pp. 8-58, 2014.
- [15] G. Lynn, *Animate Form*. New York: Architectural Press, 1999.
- [16] M. Zbašnik-Senegačnik and Lj. Koprivec, Biomimetika v arhitekturi prihodnosti, *Architecture, Research*, vol. 2009(1), pp. 40-49, 2009.
- [17] J.M. Benyus, *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*. Harper Perennial, 2002.
- [18] European Commission, *Policy topics: Nature-Based Solutions*.
<https://ec.europa.eu/research/environment/index.cfm?pg>
- [19] N. Faivre, M. Fritz, T. Freitas, B. de Boissezon and S. Vandewoestijne, Nature-Based Solutions in the EU: Innovating with nature to address social, economic and environmental challenges, *Environmental Research*, vol. 159, pp. 509-518, 2017.
- [20] KH. Kim, "A feasibility study of an algae façade system", in Conference SB13 Seoul. *Sustainable Building Telegram toward Global Society*, 2013, pp. 7-10.
- [21] S. van der Zwaag, *Self-Healing Materials. An Alternative Approach to 20 Centuries of Materials Science*. Dordrecht: Springer, 2007.
- [22] M. Pedersen Zari, Biomimetic design for climate change adaptation and mitigation, *Architectural Science Review*, vol 53(2), pp. 172-183, 2010.
- [23] C.J. Kibert, J. Sendzimir and G.B. Guy, Defining an ecology of construction, in *Construction Ecology. Nature as the basis for green buildings*, London and New York: Spon Press, 2002, pp. 7-28.
- [24] R. Margaretić Urlić, Arhitektonski nestašluci u enformelističkom društvu – razgovor s Andrijom Mutnjakovićem, *Život umjetnosti*, vol. 82(1), str. 52-65, 2008.
- [25] A. Kuru, P. Oldfield, S. Bonser and F. Fiorito, Biomimetic adaptive building skins, *Energy and Buildings*, vol. 205, 109554, 2019.
- [26] K.M. Al-Obaidi, M.A. Ismail, H. Hussein and A.M.A. Rahman, Biomimetic building skins, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 79, pp. 1472, 2017.
- [27] S. Kosanović, B. Folić and A. Radivojević, Approach to design for resilience to climate change, in *Sustainable and Resilient Building Design: Approaches, Methods and Tools* Eds. Delft: TU Delft Open, 2008, pp. 37-48.
- [28] A. Johnson, S. Zheng, A. Nakano, G. Schierle and J-H. Choi, Adaptive kinetic architecture and collective behavior: A dynamic analysis for emergency evacuation, *Buildings*, vol. 9(2), 44, 2019.
- [29] E.O. Wilson, *Biophilia and the conservation ethics in The biophilia hypothesis.*, Eds. Island Press, 1993, pp. 31-41.
- [30] M. Padersten Zari, *Regenerative Urban Design and Ecosystem Biomimicry*. Oxon and New York: Routledge, 2018.
- [31] A. Roetzel, R. Fuller and P. Rajagopalan, Integral sustainable design - Reflections on the theory and practice from a case study. *Sustainable Cities and Society*, 28, pp. 225-232, 2017.
- [32] M. Stamenković, C. Zappulla and S. Kosanović, Biological entities and regeneration by design, in *Sustainable and Resilient Building Design: Approaches, Methods and Tools*. Eds. Delft: TU Delft Open, 2008, pp. 249-271.



TAČNOSTI GEODETSKOG SNIMANJA UZ KORIŠĆENJE BESPILOTNIH LETELICA *ACCURACY OF GEODETIC SURVEYING USING UNMANNED VEHICLES*

Zoran Ilić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*
Vladica Krstić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*
Aleksandar Ilić, *Univerzitet „Union Nikola Tesla“ Cara Dušana 62-64, Beograd*
Darko Kuželka, *Geodetski biro „Geoinženjering“ 1. Oktobra 49, Bela Crkva*

Sadržaj - U radu je prikazan geodetski premer - snimanje, korišćenjem bespilotnih letelica sa sistemom GNSS premera, kao i primena metode detaljnog nivelmana u računanju visina kontrolnih tačaka. U okviru eksperimenta izvršena je analiza tačnosti geodetskog snimanja sa aspekta različitih visina leta i broja kontrolnih tačaka.

Ključne reči: Bespilotne letelice, GNSS, Detaljni nivelman

Abstract - The paper presents geodetic survey using unmanned aerial vehicles with a GNSS survey system, as well as the application of the detailed leveling method in calculating the heights of control points. As part of the experiment, the accuracy of the geodetic survey was analyzed in terms of different flight heights and the number of control points..

Key words: Unmanned aerial vehicles, GNSS, Detailed leveling

1. UVOD

Istraživanje u ovom radu odnosi se na Analiza tačnosti digitalnog modela terena (eng. Digital Terrain Model - DTM) koji je dobijen metodom geodetskog snimanja primenom digitalnog fotogrametrijskog premera uz korišćenje bespilotne letelice. Analizirana su dva ključna parametra koji utiču na tačnost DTM primenom digitalne fotogrametrijske metode geodetskog snimanja. Prvi parametar se odnosi na visinu leta, spajanje snimaka sa nekoliko visina leta bespilotne letelice, dok se drugi parametar odnosi na broj kontrolnih tačaka koji je korišćen u postupku georeferenciranja modela. Osnovni cilj rada je određivanje tačnosti pomenutih parametara uz kreiranje DTM .

2. FOTOGRAMETRIJA

Fotogrametrija je veština, nauka i tehnologija dobijanja pouzdanih kvantitativnih informacija o fizičkim objektima na Zemlji i okolini, procesom beleženja, merenja, analiziranja i interpretacije fotografskih snimaka i prikaza elektromagnetnog zračenja dobijenih senzorskim sistemima [1]. Akvizicija i analiza geoprostornih podataka pomoću fotogrametrijske metode se ne vrši na samom objektu, već iz daljine, shodno tome polje njegove primene je široka [2]. U geodeziji, aerofotogrametrija (snimanje iz vazdušnog prostora) značajno ubrzava i olakšava snimanje zemljišta i izradu karata, dok se u inženjerstvu koristi u trasiranju puteva, u hidrotehnici, urbanizmu i prostornom planiranju. Nove digitalne procedure su značajno proširile njenu primenu [2]. Putem digitalne fotogrametrije, obradom digitalnih fotografija dobijaju se različite topografske podloge, poput DTM, digitalnog modela površi (eng. Digital Surface Model – DSM), digitalnog modela visina (eng. Digital Elevation Model

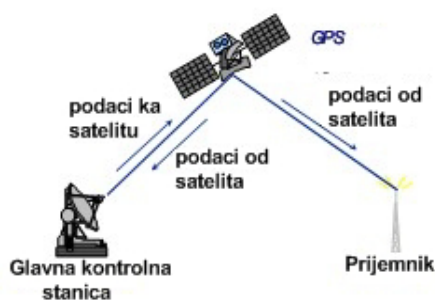
– DEM), i slično. 3D modeli imaju razne primene, izdvojili bih planiranje, izgradnju i upravljanja projektima. Razvojem tehnologije bespilotnih letelica i softvera za mapiranje umnogome je olakšan postupak dobijanja DTM, mapa, i 3D modela [3].

Bespilotne letelice se često nazivaju i dronovima. To su sistemi kojim upravlja pilot na zemlji. Sistem uključuje sam dron, odnosno bespilotu letelicu, zatim kontrolni sistem, zemaljsku i satelitsku opremu, komunikacione veze i operatere koji su potrebni za efikasan i bezbedan rad letelice. Termin bespilotna letelica u drugim aplikacijama takođe može da se odnosi na bilo koju opremu koja radi nezavisno od ljudske kontrole [4]. Kada ih uporedimo sa uređajima koji se koriste za klasičnu fotogrametriju, oni imaju znatno nižu cenu i mogu se koristiti u visokorizičnim situacijama i nepristupačnim predelima. Akvizicija geoprostornih podataka pomoću bespilotnih letelica odvija se kroz tri faze. U prvoj fazi potrebno je izvršiti pripremu leta, definisati područje snimanja, rezoluciju snimanja i detalje leta. Preduslov za kalibraciju dobijenih podataka i njihovo smeštanje u odgovarajući koordinatni sistem je određivanje kontrolnih tačaka na terenu ili korišćenje bespilotnih letelica sa GNSS/RTK/PPK prijemnikom koji vrši snimanje u realnom vremenu. Postupak određivanja kontrolnih tačaka i kalibracija predstavljali bi drugu fazu u akviziciji geoprostornih podataka. Treća faza se odnosi na procesuiranje dobijenih podataka, generisanje oblaka tačaka, DSM, DTM, DEM i slično. Bespilotne letelice mogu proizvesti guste oblake tačaka (gustina tačaka je takva da je rastojanje između bliskih tačaka i do nekoliko centimetara) pomoću algoritma SfM (eng. Structure from Motion - SfM) [5].

Structure from Motion (SfM) je relativno nov fotogrametrijski pristup koji dobija široku upotrebu za generisanje proizvoda za mapiranje slika visoke rezolucije (tj. oblaka tačaka i ortoslika) dobijenih jeftinim kamerama za potrošače sa dovoljnim završnim i bočnim preklapom (generalno, 75-80%) [6]. Obrada počinje automatskim pronalaženjem ključnih karakteristika sa snimaka [7, 8, 9, 10]. Izdvojene karakteristike su opisane u višedimenzionalnim deskriptorima koji se poklapaju sa ekstrahovanim karakteristikama na osnovu višedimenzionalne maksimalne verovatnoće deskriptora i kriterijuma odbacivanja van granica. Procedura je praćena prilagođavanjem paketa da bi se istovremeno rešili unutrašnji i spoljašnji parametri orijentacije kamere i da bi se generisao retki oblak tačaka [7, 8, 11]. Rekonstruisani model se transformiše u realni koordinatni sistem korišćenjem kontrolnih tačaka sa poznatim koordinatama ili tačnom pozicijom bespilotne letelice koja je određena pomoću GNSS prijemnika. Progušćivanje oblaka tačaka se može obaviti putem algoritma koji se naziva stereopar sa više prikaza. Koristeći pogušćeni oblak tačaka, mogu se generisati proizvodi kao što su: DTM, DSM i ortomozaici. Pored toga, ovaj algoritam određuje nagib i unutrašnje parametre kamere. [6].

3. GLOBALNI NAVIGACIONI SATELITSKI SISTEMI

Pozicioniranje bespilotne letelice i njena navigacija predstavljaju najveći izazov u prikupljanju prostornih podataka navigacijom. U današnje vreme dva osnovana integrisana senzora svake bespilotne letelice su INS (Inercijalni Navigacioni Sistem) i GNSS. Usavršavanjem letelica, dodavanjem većeg broja senzora čime im je proširena upotreba. GNSS predstavlja jedan od najrasprostranjenijih navigacionih satelitskih sistema koji obezbeđuje korisnicima, kontinualnu informaciju o trodimenzionalnoj poziciji, brzini kao i sinhronizaciju svih korisnika u GNSS sistemskom vremenu. GNSS vreme obezbeđuju atomski časovnici koji se nalaze na satelitima. GNSS sistem podeljen je u tri segmenta: kosmički, kontrolni i korisnički segment.



Slika 1. Kontrola GPS sistema i komunikacija sa korisnikom.

Kosmički segment čine sateliti koji su raspoređeni u 3 orbitalne ravni, kontrolni segment predstavljaju 5 zemaljskih kontrolnih stanica, koje prate rad satelita, vrše njihovu sinhronizuju i otklanjaju sve probleme u vezi njihovog rada. Korisnički servis čine korisnici sistema. Konstalacija, odnosno raspred satelita je takav da u svakom trenutku sa bilo kog mesta na zemlji putem GPS prijemnika mogu se dobiti podaci sa minimalno 4 satelita. Tokom rada sa GNSS roverom - prijemnikom, važno je da antena ima čist prijem sa najmanje 4 satelita, odnosno da uređaj nije zaklonjen nekom preprekom. Upotreba GPS uređaja nije moguća u zatvorenim prostorijama,

takođe nije moguće korišćenje GPS uređaja u uzdanim delovima gradova i šumama, zbog nedostatka GPS signala sa satelita. Inercijalni navigacioni sistem je integrisan i vremenski usaglašen sa GPS i on služi za navigaciju u momentu gubljenja GPS signala.

Postoji nekoliko različitih GNSS metoda merenja, a neke od njih su: statička, brza statička, Real Time Kinematic (RTK), Post Processed Kinematic (PPK), Precise Point Positioning (PPP). RTK metoda koristi internet konekciju za transmisiju satelitskih podataka iz referentnog prijemnika u rover. To omogućuje da koordinate budu sračunate i prikazane u realnom vremenu, tokom samog merenja na terenu. RTK metoda je veoma efikasna za snimanje detalja budući da su rezultati prezentovani tokom samog rada. Tačnost RTK metode je između 1-5 cm [6].

Globalni geocentrični sistem zasnovan je na elipsoidu koji je 1979. prihvaćen je od strane IUGG i nazvan Geodetski referentni sistem GRS80 (eng. Geodetic Reference System 1980). Uz neznatne korekcije GRS80 je 1984. godine preinačen u Svetski geodetski sistem WGS84 (eng. World Geodetic System 1984). WGS84 je naziv elipsoida koji se koristi kao referentni koordinatni system. Za potrebe prikazivanja i definisanja površine zemlje mogu se primeniti različiti matematički definisane površi ili elipsoidi. Elipsoid koji koristi GNSS je poznat pod nazivom WGS84 (eng. World Geodetic System 1984) [12].



Slika 2. Određivanje ortometrijskih visina- Visine merene GNSS sistemom [12].

Priroda GNSS takođe utiče na merenje visina. Sve visine merene sa GNSS su date u odnosu na površ WGS84 elipsoida. Te visine su poznate kao elipsoidne visine. Postojeće visine su obično ortometrijske visine merene u odnosu na srednji nivo mora. Srednji nivo mora odgovara površi poznatoj kao geoid. Geoid može biti definisan kao ekvipotencijalna površ, najbolji primer je sila gravitacije koja je konstantna u bilo kojoj tački na geoidu. Geoid ima nepravilan oblik i ne odgovara nijednom elipsoidu. Grafički prikaz predhodno navedenih visina je prikazan na slici 2 [13].

Sa slike 2. možemo zaključiti da je:

$$h = H + N \quad (1)$$

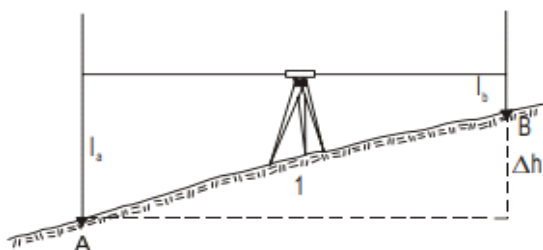
gde je: h – elipsoidna visina, H – ortometrijska visina, N – geoidna undulacija [13].

4. NIVELMAN

Nivelman predstavlja skup terenskih i kancelarijskih radova, čiji je krajnji cilj određivanje nadmorskih visina geodetskih i detaljnih tačaka. Razlike apsolutnih visina (nadmorskih visina) predstavljaju relativne visine (visinske razlike). Visinska razlika može biti pozitivna ili negativna, tj. pokazuje koliko je jedna tačka viša ili niža od druge. Apsolutne

(nadmorske) visine se određuju računskim putem tako što se početnoj tački čija je visina poznata dodaje relativna visina (visinska razlika) sa pozitivnim ili negativnim predznakom. [14].

Postupak merenja visinskih razlika geometrijskim nivelmanom je vrlo jednostavan. Ako se meri visinska razlika između tačaka A i B onda se na tim tačkama postavljaju letve, tako da nule letava leže na tačkama A i B. Pomoću centričnih libela koje su ugrađene na njima, letve se dovode u vertikalnu. Letve za vreme merenja treba stalno držati vertikalno. Zatim se nivelir postavlja na približno istom rastojanju od letava i horizontira pomoću libele i kompenzatora [14]. Postupkom generalnog nivelmana se određuju visinske razlike (Δh) između repera u nivelmanskim vlačima, odnosno nivelmanskim mrežama. Tako da se na osnovu njih određuje apsolutna (nadmorska) visina repera. Čitanjem vrednosti podele na letvama i njihovim oduzimanjem dobija se visinska razlika. Slika 3 prikazuje položaj nivelira, horizontalnu vizuru, letve na tačkama A i B, kao i geometrijski način dobijanja visinske razlike Δh [7].



Slika 3. Prikaz metode geometrijskog nivelmana.

Visinska razlika se dobija kao:

$$\Delta h_{AB} = l_a - l_b \quad (2)$$

gde je: l_a - čitanje podele letve na tački A (zadnja letva), l_b - čitanje podele letve na tački B (prednja letva), Δh_{AB} - visinska razlika između tačaka A i B.

Kad su poznate kote repera, onda se u okolini repera mogu određivati kote objekata i terena, takav način određivanja visina terena naziva se detaljni nivelman. Detaljna tačka je karakteristična tačka na terenu koja reprezentuje teren u visinskom smislu. Kod generalnog nivelmana sa jedne stanice se meri samo jedna visinska razlika, dok se kod detaljnog nivelmana sa jedne stanice mere visinske razlike između više tačaka i repera, pa se dodajući visinske razlike koti repera dobijaju kote tačaka objekata i okolnog terena [14].

5. EKSPERIMENT

U ovom radu izvršena je analizirana tačnosti DTM, koji je dobijen geodetskim snimanjem upotrebom bespilotne letelice (dronom). U eksperimentu prilikom snimanja menjali smo dva parametra, visinu leta bespilotne letelice (spojeni su snimci podužnog smera leta letelice tri različite visine zasebno), a drugi se onosio na broj kontrolnih tačaka koji se koristio za georeferenciranje modela. Pre početka geodetskog snimanja definisan je smer leta bespilotne letelice i postavljeni su markeri za georeferenciranje, s obzirom da se radi o geodetskom snimku postojećeg puta za potrebe projektovanja. Geodetski premer izvršen je bespilotnom letelicom DJI Phantom 4, sa tri visine leta (60 m, 80 m i 100 m). U cilju što

tačnije analize dobijenih rezultata definisano je tri različitih varijanti snimanja koje su prikazane u tabeli 1. U postupku obrade prikupljenih podataka korišćen je klasičan način georeferenciranja pomoću kontrolnih tačaka. Koordinate kontrolnih tačaka su određene GNSS/RTK metodom premera, a definitivne visine kontrolnih tačaka metodom geometrijskog nivelmana. Analiza tačnosti DTM bazirana je na upoređivanju vrednosti određenih piksela DTM i kontrolnih tačaka. Rezultati dobijeni u ovoj studiji su prikazani grafički i numerički. Primarni cilj rada je optimizacija pomenutih parametara kako bismo dobili što tačniji DTM, uz minimalno utrošeno vreme za obradu i akviziciju podataka.

Područje gde je vršeno geodetsko snimanje bespilotnom letelicom koje je analizirano u ovom radu nalazi se na području opštine Bela Crkva, K.O. Bela Crkva. Na slici 4 prikazano je područje istraživanja. Površina snimanja iznosi 4ha, a izvršeno je geodetsko snimanje koridora lokalne saobraćajnice za potrebe projektovanja. Period snimanja se odnosi na mart 2021 godine. Visinska razlika je mala, između najniže i najviše tačke na analiziranom području iznosi oko 1,7m (najniža nadmorska visina je 131,2 m, dok je najviša 132,9 m).

Tabela 1. Varijante u zavisnosti od visine leta.

Broj	Varijanta
I	60m Podužno
II	80m Podužno
III	100m Podužno

Pripremni radovi odnosili su se na postavljanje kontrolnih tačaka. Udaljenost između dve susedne kontrolne tačke je oko 50m. Za eksperiment postavljeno je 22 kontrolne tačke. Kontrolne tačke su materijalizovane markerima kružnog oblika prečnika 30cm, koji su napravljeni od debele šperploče, obojeni crnom bojom. Raspored kontrolnih tačaka je prikazan na slici 4.

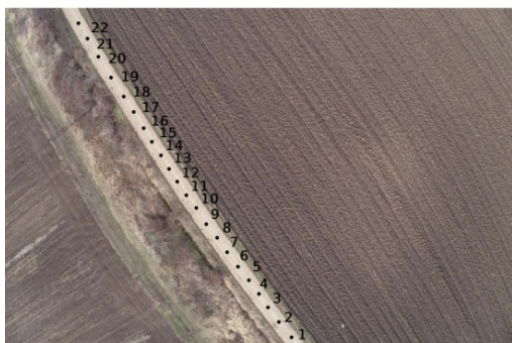


Slika 4. Područje istraživanja prikazano na karti.

Postavljeni markeri (kontrolne tačke) su snimljeni položajno primenom GNSS/RTK metode, tako da smo dobili koordinate kontrolnih tačaka. Prilikom geodetskog snimanja korišćen je prijemnik Trimble R6 sa visinom nosećeg štapa od 2 m. Elipsoidne visine snimljenih kontrolnih tačaka su transformisane na ortometrijske visine korišćenjem zvaničnog algoritma transformacije Republičkog geodetskog zavoda u okviru aplikacije Grider. Ključni nedostatak primene GNSS/RTK metode premera u izradi geodetskih podloga za potrebe projektovanja saobraćajnica, a i u opšte, jeste ograničena tačnost određivanja visina. U eksperimentu visine kontrolnih tačaka odredili smo metodom geometrijskog

nivelmana. Istrument koji je korišćen jeste digitalni nivelir Sokkia DS50. Plan leta je definisam pomoću programa Dronedeploy. Pomoću softverskog paketa Pix4 Dmapper je urađen postupak obrade i kreiranje modela, kao što su: oblak tačaka, DSM i DTM.

U cilju određivanja tačnosti geodetskog snimanja uz primenu bespilotnih letelica, analizirane su različite kombinacije snimanja. Kako bi se na što bolji način odredila tačnost, celokupno snimanje smo odradili u više varijantni snimanja. Izabrane varijante su prikazane u tabeli 1.



Slika 5. Prikaz-pozicija kontrolnih tačaka.

Pored navedenih varijanti, kao jedan od parametara tačnosti je i broj kontrolnih tačaka koji se koristi za georeferenciranje modela. U razmatranje su uzeti modeli sa 6, 10, 15 i 20 kontrolnih tačaka. Prilikom određivanja kontrolnih tačaka posebna pažnja je bila usmerena na što ravnomernijem odabiru tačaka u smislu same geometrije tačaka. Tačnost Digitalnog modela terena određena je pomoću izraza (3), naizmenično za svaku kombinaciju i varijantu.

$$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^n \Delta h_i^2 / n} \quad (3)$$

gde je Δh_i - greška po h osi na tački i , a $RMSE_h$ - standardna devijacija po osi h .

U datoj tabeli izvršeno je poređenje tačnosti u zavisnosti od varijante iz tabele 1 (redovi) i broja kontrolnih tačaka uzetih u postupku georeferenciranja (kolone). Vrednosti su prikazane u centimetrima. Ono što uočavamo u ovoj tabeli jeste da se najmanja vrednost standardne devijacije pojavljuje u dva slučaja (varijanta II sa 10 kontrolnih tačaka i varijanta I sa 15 kontrolnih tačaka).

Tabela 2. Prikaz standardnih devijacija dobijenih DMT modela.

	6	10	15	20
I	2.8	2.4	1.9	1.6
II	3.6	1.5	2.8	3.3
III	2.2	3.1	2.8	2.2

Najveću vrednost standardne devijacije ima varijanta II sa 6 kontrolnih tačaka, dok je odmah uz nju kolona II sa 20 kontrolnih tačaka.

6. ZAKLJUČAK

Analizom dobijenih rezultata možemo konstatovati da najbolje rezultate daje varijanta čiji je rezultat standardne devijacije (1,5 cm). U pitanju je varijanta II sa 10 kontrolnih tačaka, a odma iza nje po tačnosti je i varijanta I sa 20

kontrolnih tačaka. Budući da prva varijanta ima manji broj kontrolnih tačaka, smatra se da je ova varijanta u potpunosti daje najbolje rezultate i da je najtačnija.

S obzirom na potrošeno vreme, opremu, obradu podataka, ljetstvo, tačnost i slično, najoptimalnija varijanta je sa visinom leta od 100 m sa 6 kontrolnih tačaka. U ovoj varijanti je postignuta tačnost od 2.2 cm što je zanemarljivo u odnosu na najprecizniju varijantu.

LITERATURA

- [1] [https://sr.wikipedia.org/sr-el/fotogrametrija\(08.12.2023.\)](https://sr.wikipedia.org/sr-el/fotogrametrija(08.12.2023.))
- [2] [https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=20257\(6.12.2023\)](https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=20257(6.12.2023))
- [3] [https://enterprise-insights.dji.com/blog/lidar-vs-photogrammetry\(6.12.2023\)](https://enterprise-insights.dji.com/blog/lidar-vs-photogrammetry(6.12.2023))
- [4] Grayson, W. How drones and UAVs are already affecting construction jobsites today, [https://bpb-us-w2.wpmucdn.com/sites.gatech.edu/dist/6/336/files/2016/02/Equipment-World-October-2014.pdf\(06.12.2023.\)](https://bpb-us-w2.wpmucdn.com/sites.gatech.edu/dist/6/336/files/2016/02/Equipment-World-October-2014.pdf(06.12.2023.))
- [5] D.Vasić, "Model geodetskog premera savremenim akvizicionim tehnologijama", Doktorska disertacija Novi Sad, 2017
- [6] F. Javadnejad, "Small unmanned aircraft systems (UAS) for engineering inspections and geospatial mapping", doktorska disertacija, Oregon State University, 2018
- [7] Snavely, N.; Seitz, S. M.; Szeliski, R. Modeling the World from Internet Photo Collections. Int. J. Comput. Vis. 2008, 80, 189–210
- [8] Szeliski, R. Computer Vision: Algorithms and Applications; 1st ed.; Springer-Verlag New York, Inc.: New York, NY, USA, 2010
- [9] Harris, C.; Stephens, M. A COMBINED CORNER AND EDGE DETECTOR. Alvey Vis. Conf. 1988,
- [10] Lowe, D. G. Object recognition from local scaleinvariant features. In Computer vision, 1999. The proceedings of the seventh IEEE international conference on; 1999; Vol. 2, pp. 1150– 1157
- [11] Crandall, D. J.; Owens, A.; Snavely, N.; Huttenlocher, D.P. SfM with MRFs: Discrete Continuous Optimization for Large-Scale Structure from Motion. IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell. 2013,
- [12] N. Vušović, I. Svrkota, Z. Vaduvesković, Postorni referentni sistemi, Rudarski radovi br.3, 2012, 149-150
- [13] [http://polj.uns.ac.rs/~geodezija/merenja/GNSS_basic_kraci.pdf\(06.12.2023.\)](http://polj.uns.ac.rs/~geodezija/merenja/GNSS_basic_kraci.pdf(06.12.2023.))
- [14] [https://www.pof.ues.rs.ba/Ostalo/glava%2009.pdf\(06.12.2023.\)](https://www.pof.ues.rs.ba/Ostalo/glava%2009.pdf(06.12.2023.))
- [15] [https://www.ucg.ac.me/skladiste/blog_23196/objava_43478/fajlovi/Osmo%20predavanje%20geodezija%20%20gra%C4%91gevinarstvo.pdf,\(07.12.2023.\)](https://www.ucg.ac.me/skladiste/blog_23196/objava_43478/fajlovi/Osmo%20predavanje%20geodezija%20%20gra%C4%91gevinarstvo.pdf,(07.12.2023.))



IDEJNO REŠENJE BLOKA SOCIJALNOG STANOVANJA CONCEPTUAL DESIGN OF A SOCIAL HOUSING BLOCK

Dušan Janjić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, A. Medvedeva 20, Niš,*
Aleksandra Marinković, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, A. Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj - U ovom radu predstavljeno je idejno rešenje socijalnog stanovanja kroz formiranje poluotvorenog bloka sa četiri objekta, od kojih su tri namenjena višeporodičnom stanovanju u kombinaciji sa komercijalnom namenom (A, B i C) dok objekat D ima samo poslovno-komercijalnu namenu. Neizgrađeni prostor unutar bloka je predviđen kao zajednički otvoreni prostor za stanare bloka a uz to svaka stambena jedinica koja se nalazi u prizemlju ima po celoj svojoj širini dvorište dubine 10,00 m. Unutar preostalog otvorenog prostora predviđeno je formiranje prostornih celina različitih namena od prostora za sedenje i dečijih igrališta do platoa i povrtnih bašti. Objekti A, B i C su spratnosti P+4, sa kombinacijom stambenih jedinica za različite tipove stanara i poslovno/komercijalne namene. Zgrada D je koncipirana kao prizemna struktura (P+0) kako bi prirodna svetlost osvetljavala dvorište bloka i dopirala do dvorišta stanova u prizemlju.

Ključne reči: Poluotvoreni blok. Socijano stanovanje. Inkluzija. Raznovrsnost stanova.

Abstract - In this paper, a conceptual solution for social housing is presented through the formation of a semi-open block with four buildings, three of which are intended for multi-family housing in combination with commercial use (A, B and C), while building D is for business-commercial use. The undeveloped space inside the block is intended as a common open space for the tenants of the block, and in addition, each residential unit located on the ground floor has a 10.00 m deep yard along its entire length. Within the remaining open space of the block, the formation of spatial entities of various purposes is planned, from seating areas and children's playgrounds to plateaus and vegetable gardens. Buildings A, B and C are P+4 floors, with a combination of residential units for different types of tenants and business/commercial purposes. Building D was conceived as a ground structure (P+0) so that natural light illuminates the yard of the block and reaches all the way to private yards of the apartments on the ground floor.

Key words: Semi-closed block. Social housing. Inclusion. Diversity of apartments.

1. UVOD

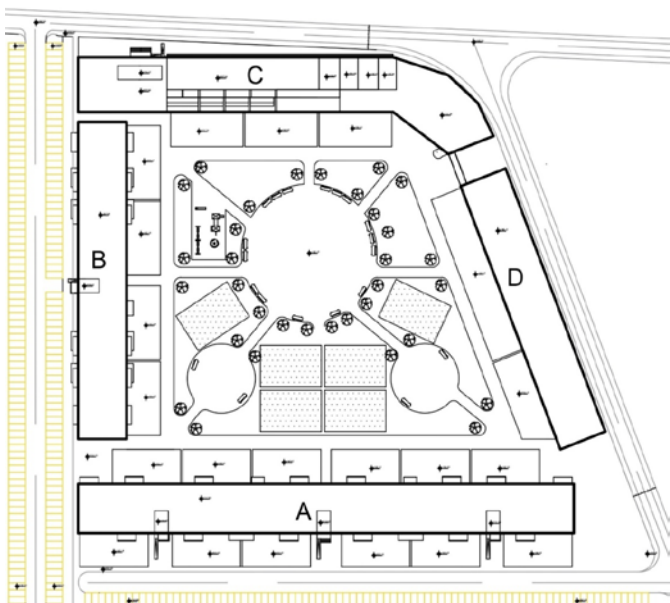
U ovom radu prikazuje se idejno rešenje socijalnog stanovanja kroz formiranje poluotvorenog bloka sa četiri objekta, nastalo kao rezultat izrade završnog rada [1] iz predmeta Projektovanje objekata visokogradnje. Projektom zadatkom su tri postojeće parcele spojene u jednu sa površinom od 2,2 ha. Tri objekta su namenjena višeporodičnom stanovanju u kombinaciji sa komercijalnom namenom (A, B i C) dok objekat D ima samo poslovno-komercijalnu namenu. Zgrade su projektovane primenom važećih inostranih [2, 3, 4] i domaćih [5, 6] standarda projektovanja stambenih zgrada. U poglavlju 2 analizirano je i obrazloženo idejno rešenje bloka dok su u poglavljima 3-6 prikazana idejna rešenja tipskih etaža zgrada A, B, C i D kao i karakteristični delovi etaža, u poglavlju 7 je sintezno izveden zaključak.

2. OBRAZLOŽENJE IDEJNOG REŠENJA BLOKA

Bloku se pristupa dvema postojećim ulicama, sa severne i istočne strane dok je rešenjem predviđeno formiranje parking

prostora sa 243 parking mesta, na zapadnoj i južnoj strani bloka. Stanice javnog prevoza nalaze se na udaljenosti pogodnoj za pešake pa je projektovan minimalan broj parking mesta u odnosu na broj stambenih jedinica. Objekat A je najveća zgrada površine 2079,76 m² i smeštena je u južnom delu bloka. Objekat B ima površinu od 1303,87 m² i zauzima zapadnu stranu bloka. Objekat C ima površinu od 1958,66 m² i nalazi se na severnoj strani bloka. Objekat D ima površinu od 1253,12 m² i lociran je duž istočne strane bloka, pod uglom u odnosu na objekat A, prateći regulacionu liniju ulice. Podrumski prostor za svaku od stambenih jedinica i komercijalnih prostora nalazi se ispod cele površine prizemne etaže zgrade u kojoj je ta jedinica. Podrumu se iz zgrade A, B i C pristupa stepeništem i liftom.

Neizgrađeni prostor unutar bloka je predviđen kao zajednički otvoreni prostor za stanare bloka a uz to svaka stambena jedinica koja se nalazi u prizemlju ima po celoj svojoj širini privatno dvorište dubine do 10,00 m. Unutar preostalog otvorenog prostora predviđeno je formiranje prostornih celina različitih namena, od prostora za sedenje i dečijih igrališta do platoa i povrtnih bašti.



Slika 1. Situacioni prikaz konceptualnog rešenja.

	Zgrada A	Bir. ind. pr. oso.	Zgrada B	Bir. ind. pr. oso.	Zgrada C	Bir. ind. pr. oso.
Stambena jedinica 1		16 5-7		6 5-7		3 5-7
Stambena jedinica 2		20 5		7 3		1 5
Stambena jedinica 3		34 2		18 2		1 4
Stambena jedinica 4		2 4		14 2		1 4
Stambena jedinica 5		12 4		14 2		1 5
Stambena jedinica 6		4 2		2 2		3 4
Stambena jedinica 7		4 1-2				1 5
Stambena jedinica 8						1 5
Stambena jedinica 9						6 2
Stambena jedinica 10						2 1-2
Stambena jedinica 11						4 2
Σ		92 328		59 149		26 80

Slika 2. Različiti tipovi stambenih jedinica koji su primenjeni u stambenim zgradama.

3. IDEJNO REŠENJE OBJEKTA A

Zgrada A ima tri zasebna ulaza sa južne strane i jedan sa severne, koji vodi do unutrašnjeg dvorišta bloka. Ulazi u prizemni deo zgrade su preko vetrobrana koji je kod sva tri ulaza dimenzija 300,00 x 200,00 cm. Prizemni deo zgrade A ima 12 stambenih jedinica predviđenih za porodice sa 5-7 stanara (Sl. 3, a, d, e). Stanovi sa južnom orijentacijom imaju dvorišta dimenzija 20,16 x 7,0 m dok stanovi sa severnom orijentacijom imaju dvorišta dimenzija 20,16 x 10,0 m. Svaka stambena jedinica ima površinu od 105,23 m². Pored dnevnog boravka i kuhinje, stanovi imaju tri dečije sobe sa

zajedničkim kupatilom. Roditeljska soba je sa pripadajućim kupatilom. Pored stambenih jedinica, u prizemnoj etaži zgrade predviđena su i 2 lokala površine 47,5 m².

Na prvom i drugom spratu zgrade A koji su istovetno organizovani, uvrštene su različite opcije stambenih jedinica za stanare i porodice sa različitim strukturama i stambenim potrebama (Sl. 3, b, d, e). Na svakom od ova dva sprata nalaze se 2 stana identična onima u prizemlju. Sadržaj 9 stambenih jedinica, za 5 stanara, na ovim etažama oslanja se na raspored stanova u prizemlju ali bez jedne dečije sobe i kupatila. Pored toga 4 manje stambene jedinice namenjene su za stanovanje jedne osobe (npr. studenata) ili mladih/starijih parova, i sastoje se od dnevnog boravka sa kuhinjom, spavaće sobe i kupatila kojem se pristupa iz spavaće sobe. Stambena jedinica sa trostranom orijentacijom ima veću površinu dnevnog boravka i sadrži dve spavaće sobe, od kojih je svaka sa pripadajućim kupatilom. Orijehtacija spavaćih soba je različita, jedna izlazi na jugoistočnu uličnu fasadu, a druga na severnu fasadu i ima vizure ka unutrašnjem dvorištu bloka.

Treći i četvrti sprat zgrade A takođe su istovetno organizovani (Sl. 3, c, d, e), sa po 13 manjih stambenih jedinica predviđenih za stanovanje jedne osobe ili mladih/starijih parova. Dve stambene jedinice na ovim etažama su iste kao one na nižim etažama. Preostalih 12 stambenih jedinica su projektovane tako da mogu da se kriste za smeštaj odraslih osoba bez sopstvenih primanja a neki od njih se mogu koristiti i kao hostelske sobe – 6 stanova imaju po 4 kreveta sa ormarom i stolom i jednim zajedničkim kupatilom. A uz njih su predviđene i 2 prostorije sa funkcijom dnevne sobe i 2 jedinice sa namenom trpezarije uz koje je predviđena i kuhinja, sve orijentisane prema dvorištu bloka. Na ovim etažama postoje i 2 jedinice sa po 2 kreveta i kupatilom, kao i jedna zasebna soba sa kupatilom, nalik hotelskoj sobi. Sve ovo pruža manji ili veći stepen privatnosti i može se koristiti kao hostelske sobe za smeštanje turista ili kao privremeni ili stalni smeštaj.

a)



b)



c)



d)



e)



Slika 3. Stambene jedinice tipskih osnova zgrade A (a, b, c) i prikaz rasporeda različitih tipova stambenih jedinica u karakterističnim presecima kroz središnji hodnik zgrade (d, e).

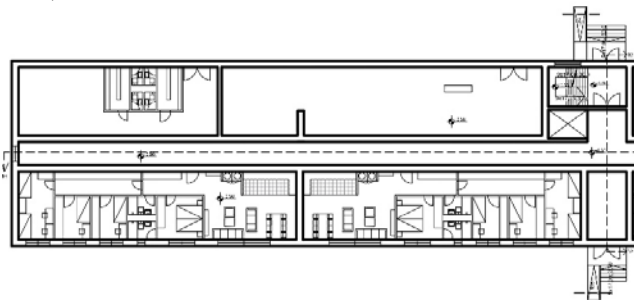
4. IDEJNO REŠENJE OBJEKTA B

Objekat B ima sličan koncept kao i objekat A, sa ukupno pet stambenih etaža (Sl. 4, a, d). U prizemlju objekta B nalaze se četiri lokala duž zapadne fasade. Planirani su za različite namene, uključujući igraonicu, kafić, teretanu i školu stranih jezika. Sa istočne strane prizemlja nalaze se 4 stana, svaki namenjen za 5-7 osoba, a svaki od njih ima privatno dvorište ka unutrašnjem otvorenom prostoru bloka. Glavna razlika ovih stambenih jedinica u odnosu na stanove u prizemlju objekta A je u postojanju dva sanitarna bloka kod stanova u zgradi B, dok su u objektu A stambene jedinice rešene sa po tri sanitarna bloka.

Prvi i drugi sprat imaju identičan raspored (Sl. 4, b, d), sa ukupno 8 stanova, za 5 osoba, koji imaju isto organizaciono rešenje prostorija kao stanovi na etaži prizemlja, sa razlikom od jedne dečije sobe manje. Takođe, na ovim spratovima postoji i 7 jedinica sa po 2 kreveta i zasebnim kupatilima.

Treći i četvrti sprat imaju nešto drugačiji raspored (Sl. 4, c, d) sa 15 stanova za do 2 osobe, od kojih svaki ima dnevni boravak, spavaću sobu i kupatilo. Pored ovih stanova, postoji i 1 jedinica projektovana po principu hotelske sobe sa 2 kreveta i kupatilom. Jedinice na ove dve etaže mogu se koristiti kao apartmani za izdavanje a mogu biti i za privremeni ili stalni boravak.

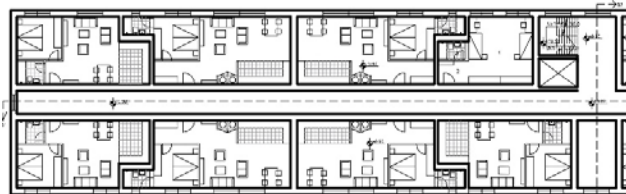
a)



b)



c)



d)



Slika 4. Stambene jedinice tipskih osnova zgrade B (a, b, c) i prikaz rasporeda različitih tipova stambenih jedinica u preseku kroz središnji hodnik zgrade (d).

5. IDEJNO REŠENJE OBJEKTA C

Objekat C je višeporodična zgrada sa komercijalnim prostorima u bočnim delovima, po svim etažama. Zgrada je rešena galerijski, zbog toga što se oslanja na jaku saobraćajnicu, pa se u komercijalne prostore ulazi sa ulice a većina stanova ima južnu orijentaciju, sem krajnjih stanova u istočnom delu zgrade. Ti stanovi su trostrane orijentacije i, budući da je zgrada terasasto rešena – sa povlačenjem etaža po visini, dobijene su prostrane terase. Na prizemnoj etaži (Sl. 5, a, f) po južnoj strani nalaze se 3 stana, identična onima na prizemlju objekta B. Svaki od ovih stanova ima svoje dvorište. Sa ulične strane prizemne etaže ove zgrade nalaze se lokali.

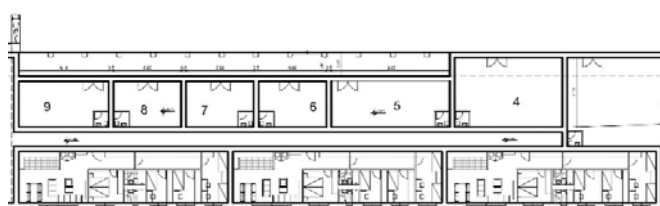
Na prvom spratu (Sl. 5, b, f) nalazi se 1 stan za 4 osobe sa dnevnim boravkom, spavaćom sobom, 2 dečije sobe i 2 kupatila. Zatim 3 stana, za do 3 osobe, sa istim rasporedom, svaki sa dnevnim boravkom, roditeljskom sobom, jednom dečijom sobom i jednim kupatilom. Dodatno, postoji 1 stan za 3-5 osoba, sa sličnim rasporedom, ali sa većom dečijom sobom i dodatnim kupatilom, ukupno su 2 kupatila u tom stanu. Poslednji stan na ovom spratu, za 5 osoba, je trostrano orijentisan i ima dnevni boravak, 3 dečije sobe, roditeljsku sobu, 2 kupatila i polu-lođu dubine 5,5 m koja je otvorena sa južne i istočne strane. Ostali stanovi na prvom spratu imaju balkone ka dvorištu bloka, sa dubinom 2,8 m.

Drugi sprat (Sl. 5, c, f) je sa prva 4 stana od ulaza identična onima na prvom spratu. Peti stan je nešto manji od stana ispod, zbog manje dečije sobe. Poslednji stan, trostrane orijentacije je sličan onome na spratu ispod, sa polu-lođom iste površine. Ostali stanovi na drugom spratu imaju balkone dubine 2,1 m.

Treći sprat (Sl. 5, d, f) takođe je sa 4 stana identična onima sa prethodna 2 sprata, a peti stan je nešto manji od stana na spratu ispod. Poslednji stan na ovoj etaži takođe je trostrano orijentisan, sa balkonom iste površine kao na etaži ispod.

Stanovi na četvrtom spratu (Sl. 5, e, f) su manje dubine, sa manjom dečijom sobom i manjim brojem kupatila. Trostrano orijentisani stan je sa polu-lođom dubine 5,5m.

a)





Slika 5. Stambene jedinice tipskih osnova zgrade C (a, b, c, d, e) i prikaz rasporeda različitih tipova stambenih jedinica u preseku kroz središnji hodnik zgrade (f).

6. IDEJNO REŠENJE OBJEKTA D

Objekat D je predviđen za komercijalnu namenu, sa ulazima u lokale iz stambene ulice, duž istočne fasade. Šest lokala (Sl.6, oznake prostorija 1-6) predviđeni su za različite komercijalne delatnosti i usluge, kao što su prodavnice, butici i druge poslovne aktivnosti. Južni deo objekta D predviđen je za restoran, koji se prema potrebi može koristiti i za okupljanje stanovnika bloka. Uz restoran je predviđena i otvorena bašta, koja se proteže po celoj dužini restorana, sa unutrašnje strane bloka. U severo zapadnom delu objekta D predviđen je i vrtić koji je orijentisan ka unutrašnjem dvorištu bloka. Dvorište vrtića prostire se u delu unutarblokovskog prostora, po celoj dužini koju vrtić zauzima u osnovi objekta, a odvojeno je zaštitnom neprovidnom ogradom od zajedničkog otvorenog prostora bloka. Ovakva orijentacija dvorišta omogućava prostor sa većim stepenom bezbednosti za boravak dece.



Slika 6. Osnova prizemlja zgrade D.

7. ZAKLJUČNA RAZMIŠLJANJA

Ovim idejnim rešenjem, sa poluotvorenim blokom mešovityh namena i vlasništva nad stambenim jedinicama, formiran je blok socijalnog stanovanja sa velikim potencijalom diverzifikacije stanara i mogućnostima za nastanjanje porodica raličitih struktura i broja članova. Sambene zgrade, spratnosti Po+P+4, locirane su po južnom, zapadnom i severnom obodu bloka dok je objekat sa poslovno/ugostiteljsko/komercijalnom namenom, spratnosti P+0, smešten duž ulice na istočnoj strani bloka, čime je omogućeno osunčanje unutrašnjeg dvorišta. Dimenzije bloka su bile dovoljne za formiranje unutarblokovskog otvorenog prostora izdašne površine, tako da su zgrade na dovoljnoj međusobnoj udaljenosti pa kod zgrade A osvetljenost ne predstavlja problem ni kod stanova sa severnom orijentacijom. Na zgradi C, čija je cela jedna strana sa severnom orijentacijom a duž jake saobraćajnice, primenjen je galerijski pristup projektovanju (sa dvostrano terasastom izgradnjom - po dužini i bočno) pa je prostor stana zaštićen od buke i zagađenja saobraćajnice širinom galerijskog pristupnog prostora i zastakljenom fasadom koja propušta potrebnu količinu svetlosti. Kod zgrada B i C delovi etaža prizemlja koji su orijentisani prema ulici/parking prostoru imaju komercijalnu namenu. Za stambene jedinice zgrade C predviđena je mogućnost da budu stanovi za tržište. Višečlanim porodicama, sa potencijalno više generacija i većim brojem maloletnih članova, pruža se pogodnost boravka u prizemlju, sa direktnim kontaktom sa tlom, i čak sa mogućnošću formiranja zasebnog ulaza, iz privatnih dvorišta koja se formiraju po obodu unutarblokovskog otvorenog prostora. Sa porastom nivoa etaža kod stambenih zgrada A i B smanjuju se površine stambenih jedinica pa na drugoj i trećoj prevladavaju stanovi za 3-4 stanara dok su na četvrtoj i petoj etaži mali stanovi, za 1-2 stanara, kao i prostorije za spavanje više individualnih korisnika, sa potpuno odvojenom prostorijom za obedovanje i dnevni boravak, što može biti upotrebljeno i kao sobe za izdavanje po principu hostela. Ovakvim pristupom otvorena je mogućnost diverzifikacije stanara unutar stambenog bloka.

LITERATURA

- [1] D. Janjić, Idejno rešenje bloka socijalnog stanovanja, Završni rad, Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija, Niš, 2023.
- [2] Nojfert, Arhitektonsko projektovanje, Građevinska knjiga, Beograd, 2002.
- [3] Lj. Bjondić, Uvod u projektiranje stambenih zgrada, Arhitektonski fakultet, Zgreb, 2011.
- [4] G. Knežević, Višestambene zgrade, Tehnička knjiga, Zagreb, 1984.
- [5] D. Ilić, Projektovanje stambenih zgrada, Građevinski fakultet, Niš, 1992.
- [6] Pravilnik o tehničkim standardima planiranja, projektovanja i izgradnje objekata, kojima se osigurava nesmetano kretanje i pristup osobama sa invaliditetom, deci i starim osobama ("Sl. glasnik RS", br. 22/2015)

TEMELJI POTPORNOG ZIDA U LOŠEM KVALITETU ZEMLJIŠTA FOUNDATION OF SUPPORTING WALL IN POOR LAND QUALITY

Danijela Zlatković, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš,*
Aleksandra Medvedeva 20, Niš.

Jelena Zlatković, *JP Zavod za urbanizam Niš*

Sadržaj - Prilikom izrade potpornih zidova i temeljnih stopa, jedna od najvažnijih stvari je uraditi geomehnička istraživanja i na osnovu njih izvršiti projektovanje temelja. U ovom radu prikazan je primer posledica nestručnog izvođenja radova, kada jedno do pojave klizišta i ugrožavanja drugih objekata, i dat je primer moguće sanacije problema.

Ključne reči: Potporni zidovi, temeljne stope, geomehnička istraživanja, sanacija.

Abstract - When making retaining walls and foundation footings, one of the most important things is to do geomechanical research and design the foundation based on them. In this paper, an example of the consequences of unprofessional execution of works, when a landslide occurred and endangering other buildings, was presented, and an example of possible remediation of the problem was given.

Key words: Retaining walls, foundation rates, geomechanical research, rehabilitation.

1. UVOD

Temelji su jedan od važnijih elemenata konstrukcije objekta, jer se preko temelja prenosi opterećenje na tlo. Pri tome mora da bude obezbeđena stabilnost i objekta i tla. Deformacija tla pri tome treba da bude u dozvoljenim granicama, uslovljenim naponskim stanjem u konstrukciji. U zavisnosti od dubine na kojoj se nalazi nosivo tlo razlikujemo: plitko fundiranje i duboko fundiranje.

Plitki temelji su temelji koji prenose opterećenje sa objekta na tlo samo preko kontaktne površine. Kontaktna površina je površina preko koje se temelj oslanja na tlo. Plitki temelji se primenjuju u fundiranju gotovo svih vrsta objekata. U zavisnosti od vrste konstrukcije iznad temelja, kao i od veličine opterećenja i osobina tla, postoji više vrsta plitkih temelja: temelji samci, trakasti temelji, temelji nosači, temeljni roštilji i temeljne ploče.

Duboki temelji se primenjuju kada na tlo treba da se prenesu velike horizontalne sile i/ili veliki momenti savijanja. Specifičnost dubokih temelja je u tome što se opterećenje na tlo prenosi i preko kontaktne horizontalne površi, kao i preko bočnih (vertikalnih) strana temelja. Dubokim temeljima smatraju se temelji izvedeni pomoću šipova, dijafragme, bunara, kesona ili na drugi savremen način.

Bez dobrog poznavanja karakteristika i osobina zemljišta, nema ni dobre i sigurne izgradnje objekta, zato je potrebno izvršiti istraživanja tla pre početka same izrade temelja. Temelji se najčešće koriste za izgradnju objekata visokogradnje i čija je izgradnja najopravdanija, u smislu kvaliteta, sigurnosti i ekonomičnosti.

2. ISKOP TEMELJA U LOŠEM KVALITETU ZEMLJIŠTA

Prilikom izrade potpornih zidova i temeljnih stopa, jedna od najvažnijih stvari je uraditi geomehnička istraživanja i na osnovu njih izvršiti projektovanje temelja. U daljem radu prikazan je primer posledica nestručnog izvođenja radova, kao i sanaciju problema.

Na postojećoj parceli koja je u nagibu, neodgovorni po-jedinac je pokušao da je dovede u ravan teren, otpočeo je radove bez projektne dokumentacije i prethodnih geodetskih ispitivanja. Samim tim, nestručnim iskopom bez pravih podataka o terenu, a usled jesenjih obilnih kiša, kao i snega nakon toga, došlo je do obrušavanja zemljišta i napravilo se klizište.

Obrušavanjem zemlje ugrožena je i susedna parecla, tako da je iz susedne parcele klizište izazvalo pomeranje zemlje u dužini oko 30 m, a u širini oko 25 m, osim toga, postoji mogućnost pokretanja većeg klizišta i ugrožavanja bezbednosti građevinskih objekata.



Slika 1. Klizište na iskopu temelja.

Geomehaničkim ispitivanjem, utvrđeno je da se zemljište u kom je vršen iskop sastoji od „bele gline“ koja je u visini od 3 – 6 m od kote iskopa i koja u sebe ne prima vodu. Samim tim sve podzemne vode koje se javljaju usled atmosferskih padavina, a i zbog same konfiguracije terena, klizala bi, sva rodna zemlja koja bi bila na glini. Što se i desilo. Iskopom koji je vršen i promenom terena, napravljena je visinska razlika od 7 – 10 m, sa minimalnom škarpom od 3 – 4 m, zavisno od visine iskopa koji vršen.

Prilikom iskopa, bilo je potrebno raditi škarpu 1:2 i dovesti u minimalan rizik, posledice koje su nastale. Takođe geomehaničkim ispitivanjem je dokazano da postoje podzemne vode, koje bi uticale na novi zid u visini od 3,5 m.

3. IZRADA SANACIONIH RADOVA KOD KLIZIŠTA

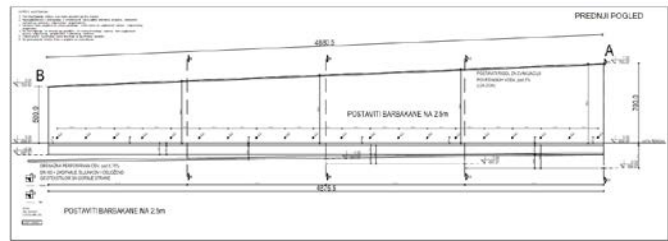
Primenom Geomehničkog elaborata izrađuje se projektna dokumentacija potpornog zida, kako bi se sanirale nastale posledice.

Obzirom, da je visina zida preko 6 m, isključuje se mogućnost izrade „Gabionskih zidova“, koji bi bili dobri zbog postojećih podzemnih voda, ali zbog visine i svih uticaja koji bi se morali savladati njime, ne bi bilo dobro rešenje. Sledeća mogućnost je „Torketiranje“, koja se pokazala kao nemoguća, jer sastav terena je takav da uopšte nema stena ni bilo kakvih drugih čvrstih delova zemljišta kako bi se bezbedno uradila sanacija terena. Jedina opcija je projektovanje i izrada AB zida.

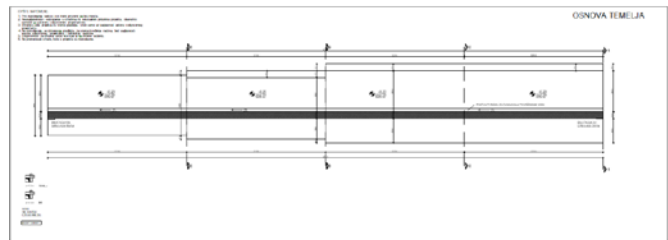
Zbog loše nosivog tla, gde bi se nalazila stopa, potrebno je izvršiti zamenu tla sa odgovarajućim kamenim agregatom u visini od 55 cm, kako bi se dobila minimalna stišljivost tla u opsegu od 60-80 Mpa. Zbog podzemnih voda koje mogu uticati na zid, predviđene su drenažne cevi iza stope zida, kao i na 2 m od krune zida koja bi služila da pokupi površinske vode. Materijal iza zida u punoj visini zida, a u dubini prema susednoj parceli od 2-4 m, potrebno je da se popuni drenažnim materijalom „Iberlaufom“, obložen „Geotekstilom“ kako blato ne bi prodrlo do drenažnog materijala i eventualno kasnije iste drenaže zapušilo.

Stopa AB zida, mora biti min. 2/3 od ose zida orijentisana prema gornjem terenu, kako bi se sprečilo prevrtanje zida. Ona je predviđena da bude visine 80 cm u najkritičnijem delu. Obzirom na veliku količinu vode i pritisak zemlje koja bi gurala zid, problem predstavlja i klizanje zida. Kako bi se klizanje zida sprečilo, stopa zida se mora raditi u kontinuitetu sa stopom bočnih zidova, a da bi bočni zidovi u odnosu na upravni zid bili dilitirani.

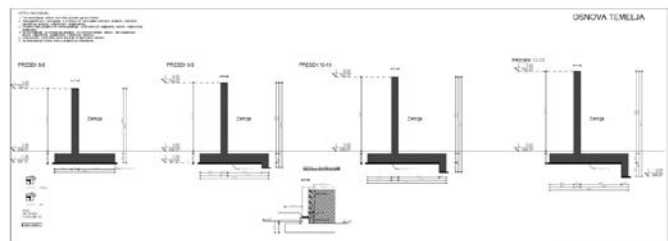
Obzirom da postoje podzemne vode, potrebno je predvideti barbokane prečnika 125 mm u dva reda, koje bi služile u slučaju da sve prethodne drenaže ne postignu da odvedu podzemne vode, i samim tim bi smanjile uticaje i sile na novi projektovani AB zid. Visina AB zida bi bila u opsegu od 6 – 8 m i pratila bi konfiguraciju terena a debljina AB zida $d = 60$ cm.



Slika 2. Postavljanje barbakana.



Slika 3. Osnova temelja.



Slika 4. Vertikalni presek.

4. ZAKLJUČAK

Rezultati analize pokazuju da ukoliko je dobro noseće tlo, zbog ekonomičnosti, u praksi se najčešće koristi plitko fundiranje, tj. izgradnja temelja samaca, trakastih temelja i temeljnih ploča. Najjednostavniji i najekonomičniji način fundiranja skeletnih konstrukcija su temelji samci. Međutim, ukoliko nisu međusobno povezani, konstrukcija je izložena nejednakim sleganjima. Zbog toga se primenjuju samo na dobrom tlu, koje je provereno ujednačenih karakteristika. Fundiranje na temeljnoj ploči vrši se kada su ukupna opterećenja relativno velika i kada je tlo relativno manje nosivosti. Izvođenje temeljne ploče je znatno jednostavnije od izvođenja temeljnog roštilja i po pitanju oplata i po pitanju ugrađivanja armature. Fundiranje zgrade na temeljnoj ploči najviše se koristi ukoliko je zgrada veće spratnosti, pa je time i ukupno opterećenje veće. Temeljna ploča je u isto vreme i podna konstrukcija najniže etaže, a pogodna je i za postavljanje hidroizolacije ispod objekta.

U slučaju da je nosivost tla slabija, u našoj sredini se najčešće koristi izgradnja dubokih temelja pomoću betonskih šipova. Fundiranje na šipovima primenjuje se ako je tlo ispod temelja male nosivosti do znatne dubine, pa je zamena tla neisplativa. Takva su peskovita tla u rastresitom stanju, glinovita i prašnasta tla nepovoljne konzistencije, kao i veće naslage nasutog tla, itd. Šipovi ispod temelja omogućavaju da se opterećenje sa objekta prenese na slojeve tla koji se nalaze na (relativno) velikoj dubini. Prednosti betonskih šipova su to što imaju veliku nosivost u odnosu na drvene i čelične, i što se mogu primeniti nezavisno od nivoa podzemne vode. Njihov problem može biti pobijanje do potrebne dubine, ali se to se prevazilazi korišćenjem šipova koji se betoniraju direktno u tlu.

U samom radu je prikazan primer iskopa zemlje, bez projektne dokumentacije i nadzora tehničkog lica, gde došlo je do odrona zemlje. Sastav zemlje je vrlo lošeg kvaliteta, bez stena, većinskim delom je čine bela glina i površinski u visini od oko 3 m rodna zemlja ilovača. Dubina iskopa je 6 do 10m, tako da u sastavu zemljišta postoje i podzemne vode, koje su i dovele do odrona zemlje. Rešenje koje bi najbolje bilo za investitora nisam mogao naći među gabionima ili troketiranjem, a jedino rešenje koje bi bilo isplativo i sigurno jeste AB zid.

AB zid je potrebno fundirati i sile rasporediti koje deluju na njega, tako da bude bezbedan na prevrtanje, klizanje ili bilo koje druge deformacije istog, kako bi bio bezbedan, obzirom da je visina zida od 6 do 8m.

Takođe, u ovakvim slučajevima su jako bitne drenaže koje bi podzemne vode odvele do zida. Predviđene su drenažne cevi Φ 160, a drenažni material bi bio iberlauf, koji bi se zasipao u punoj visini AB zida i od zida prema iskopu u dužini od 2m. Površinske vode bi se takođe vodile drenažnim cevima Φ 160 sve do sabirnih šahti koje bi služile vremenom da se može kontrolisati rad istih drenaža i da nije došlo do

začepljenja. Sva drenaža bi bila zaštićena "Geotekstilom", kako blato ne bi prodrlo i eventualno zapušilo drenaže.

LITERATURA

- [1] S. Stevanović, *Fundiranje građevinskih objekata*, Beograd, Izgradnja, 2006.
- [2] Pravilnik za građevinske konstrukcije, Službeni glasnik Republike Srbije 122/2020, 2020.
- [3] Pravilnik o tehničkim normativima za temeljenje građevinskih objekata, Službeni glasnik Republike Srbije 89/2019, 2019.
- [4] D. Milović, M. Đogo *Greške u fundiranju*, FTN Novi Sad, 2005.
- [5] D. M. Harrison, *The Grouting Handbook– A Step-by-Step Guide for Foundation Design and Machinery Installation*, Elsevier, 2013.

ISTORIJSKI RAZVOJ URBANISTIČKIH PLANOVA GRADA NIŠA HISTORICAL DEVELOPMENT OF URBAN PLANS OF THE CITY OF NIŠ

Nemanja Petrović, Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.

Sadržaj - Ovaj rad pruža sveobuhvatan pregled istorijskog i urbanističkog razvoja grada Niša, od njegovih ranih početaka u antičko doba do savremenog urbanog planiranja. Analizira se evolucija Niša, počev od naseljavanja Kelta u 3. veku pre nove ere, preko rimskog perioda, srednjeg veka i osmanske vladavine, do modernih urbanističkih planova koji su se fokusirali na rekonfiguraciju i širenje grada. Poseban naglasak stavljen je na značajne urbanističke planove kao što su Vinterov plan iz 1878. godine, Andonovićeve plan iz 1907., Radovanovićeve iz 1935.-39., kao i Mitrovićeve plan iz 1953. godine. Rad ilustruje kako se Niš razvijao i adaptirao kroz vekove, odražavajući kulturne i društvene promene u svom urbanom pejzažu.

Ključne reči: Grad Niš, razvoj, urbanizam, planiranje

Abstract - This paper provides a comprehensive overview of the historical and urban development of the city of Niš, from its early beginnings in ancient times to contemporary urban planning. It analyzes the evolution of Niš, starting from the settlement of the Celts in the 3rd century BC, through the Roman period, the Middle Ages, and Ottoman rule, to modern urban plans focused on the reconfiguration and expansion of the city. Special emphasis is placed on significant urban plans such as Vinter's plan from 1878, Andonović's plan from 1907, Radovanović's from 1935-39, and Mitrović's plan from 1953. The work illustrates how Niš has developed and adapted through the centuries, reflecting cultural and social changes in its urban landscape.

Key words: City of Nis, development, urbanism, planning

1. UVOD

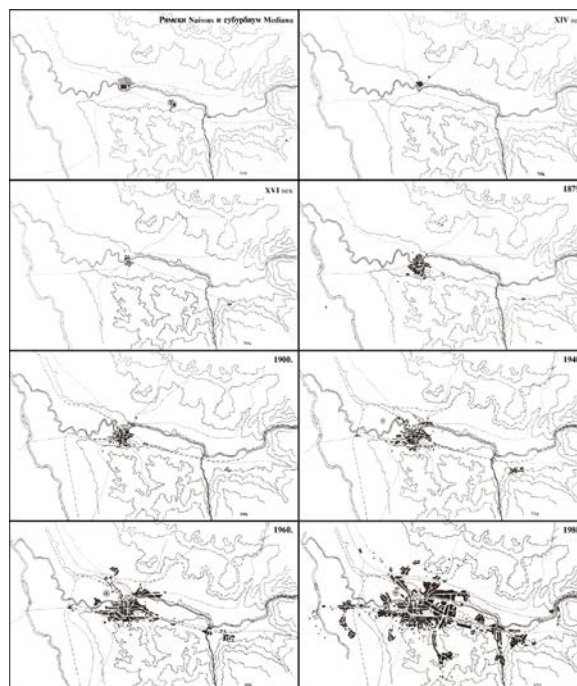
Grad Niš se nalazi u Niškoj kotlini koja predstavlja ulegnuće u zemljinoj kori jugoistočnog dela Srbije u tektonskom rovu kompozitne doline Južne Morave [1]. Kotlina zauzima centralni položaj u okviru Nišavskog okruga nalazi se na prostoru od 43° 15' do 43° 30' severne geografske širine i od 21° 49' i 22° 13' istočne geografske dužine. Elipsoidnog je oblika, duža osa je dužine oko 44 km i pruža se pravcem ISI-ZSZ, dok je kraća osa dužine 22 km [2]. Kotlina je većim delom ograničena planinama, a najniži deo kotline reka Nišava preseca po dužini, koja seče i sam grad Niš koji se nalazi na nadmorskoj visini od 194 m.

Područje Grada Niša zahvata površinu od 596,71 km² i obuhvata gradskih opština: Medijana, Palilula, Pantelej, Crveni Krst i Niška Banja, sa pripadajućih 68 prigradskih i seoskih naselja. Prema veličini Niš je treći grad u Srbiji.

2. ISTORIJSKI RAZVOJ GRADA NIŠA

Naseljavanje prostora na kome se danas nalazi Grad Niš započelo je još u antičko doba, prema mišljenju pojedinih autora, tačnije u 3. veku pre nove ere kada su naselili Kelti [3]. Međutim, prvi podaci koji ukazuju na formirano urbano jezgro datiraju iz 1. veka nove ere, dok spomenici iz 2. veka nove ere opisuju municipijum (rimski grad) Nais [3]. Grad se i pored brojnih razaranja i osvajanja, uglavnom razvijao na prostoru današnje Tvrdave kroz antički period, srednji vek i početni period vladavine Turaka. Ono što u pogledu razvoj

grada predstavlja osnovu za proces planiranja i širenja jeste širenje teritorije grada van područja Tvrdave do čega dolazi tokom 15. veka kada se formiraju turske četvrti izvan zidina i sa desne i sa leve strane reke Nišave [4]. proces širenja grada kroz istoriju dat je na slici 1.



Slika 1. Razvoj Niša kroz vreme.

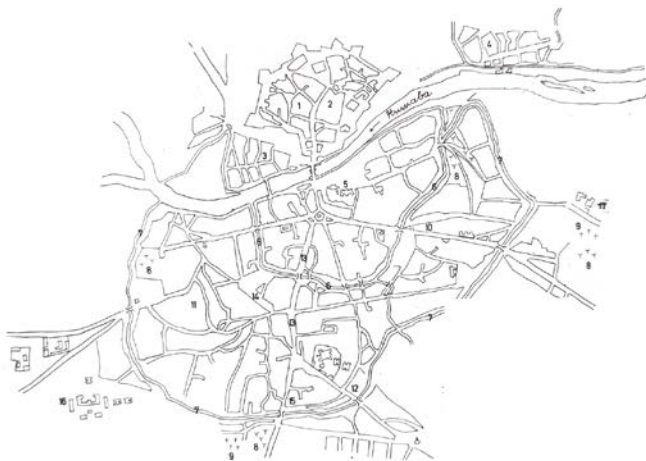
Prema autorima Enciklopedije Niša tokom razvoja grada možemo razlikovati tri etape u određivanju granica grada: razvojna etapa jasne omeđenosti, postepeno otvaranje ka prigradskom prostoru i etapu prožimanja i sjedinjavanja sa okolnim prostorom.

Razvoj sa jasno omeđenim granicama, bilo da je u pitanju bedem ili jarak oko grada pripada epohi feudalnog i kapitalističkog razvoja. Prostor grada delio se na tvrđavu i varoš, a oba ova dela bila su jasno odvojena od okolnog prostora. Krajem kapitalističke epohe (1941. godine) granice grada bile su jasno definisane: sa južne strane do podnožja Gorice, na zapadu do naselja Bujanj, železničke stanice i industrijske četvrti, na severozapadu do „Crvenog krsta“ i fabrike duvana, na severnoj i severoistočnoj strani do „Engleskog doma“ i tekstilne fabrike i na istočnoj i jugoistočnoj strani do Vojne bolnice, odnosno do Čaira [5].

Otvaranje Niša prema prigradskom prostoru počelo je pedesetih i šezdesetih godina 20. veka kada se struktura grada razvila i zašla u prostor prigradskih sela čime se napustio stav da je „građevinski reon“ grada u prostoru koji je ograničen zidinama i jarkom oko grada. To je dovelo do podele grada tokom šezdesetih i sedamdesetih godina na uže područje (gradsko jezgro, teritorija koja je imala jasno omeđene granice) i šire područje (prostor do kog se stvarno pruža izgrađena struktura grada) [5].

2.1. Vinterov plan iz 1878. godine

Neposredno nakon oslobođenja Niša od Turaka, javila se potreba da se struktura grada definiše kako u pogledu fizičke urbane organizacije grada, tako i u pogledu komunalne opremljenosti. Iz tog razloga, po nalogu kneza Milana, austrijski arhitekta Franc Vinter izradio je regulacioni plan varoši dat na slici 2.



Slika 2. Vinterov plan regulacije Niša 1878. godina [5].

Vinter je u svom planu označavao postojeću uličnu mrežu i davao predlog za implementaciju nove mreže koja se najčešće oslanjala na postojeću. Njegovim planom predviđena je i izgradnja objekata bitnih za urbanu strukturu kao što su: gimnazija, kasarna, česme, drugi objekti javnog značaja kojima nije namenjena funkcija u planu, i sl.

Uporednom analizom postojećeg stanja tadašnjeg vremena i planiranog stanja uočljive su dve karakteristike koje su predstavljale osnov tadašnje vlasti prilikom rekonstrukcije grada:

- Kao suprotnost krivudavim orijentalnim ulicama javljaju se prave ulice i postoji težnja za uvođenjem ortogonalnog sistema ulice u meri u kojoj je to moguće bez promene postojeće strukture,
- Vinter u svom rešenju ne napušta prostorni raspored i urbanu orijentalno-balkansku karakteristično tursku orijentaciju. Pored težnje za formiranjem pravolinijskih ulica kojima želi da da različite karakteristike u pogledu hijerarhije ulične mreže, on u svom rešenju nalazi poziciju budućih trgova i parkova i mostova [6].

2.2. Andonovićev „regulacioni plan“ iz 1907. godine

Drugi plan u istoriji Grada Niša jeste Generalni regulacioni plan Milana Andonovića iz 1907. godine. Iako nov, ovaj plan se zasniva na Vinterovom planu i u pogledu urbanističkog koncepta ne odstupa od njega u pogledu dosadašnje ulične mreže, kao ni površine grada. Bitna razlika između ova dva plana jeste ucrtavanje železničke mreže koja je u međuvremenu izgrađena. Takođe, u odnosu na Vinterov plan, generalni regulacioni plan je tehnički detaljnije obrađen, pa se jasno primećuje razlika između postojećeg i planiranog stanja [5].

2.3. Radovanovićev „generalni regulacioni plan“ 1935-39

Nakon donošenja Građevinskog zakona 1932. godine, opštinske vlasti raspisale su konkurs za izradu Generalnog regulacionog plana Grada Niša. Kao preduslov za raspisivanje konkursa obavljen je katastarski premer grada, a topografske karte sa katastarskim planovima dostavljene su gradu u periodu od 1931. go 1933. godine. Godine 1934. izrađen je „Program za izradu regulacionog plana Grada Niša“ na osnovu kojeg je 1935. godine raspisan konkurs za izradu idejne skice Generalnog regulacionog plana Niša. Na konkurs koji su gradske vlasti raspisale javilo se osmoro učesnika, a profesor beogradskog univerziteta arhitekta Mihajlo Radovanović osvojio je drugu nagradu, a njegov tim je pristupio izradi plana.

Karakteristika novog plana bila je potpuno drugačiji pristup planiranju. U planu su predviđene zone širenja grada i seoba znatnih delova Niša na desnu stranu Nišave. Radovanović prilično precizno koncipira plan razvoja stanovništva i predviđa 140 000 stanovnika grada u 1970. godini. Takođe predviđa površinu grada od 1700 hektara i površinu atara od 3000 hektara. Pod uticajem vlasti, pravi se kompromis u planiranju u pogledu: prihvatanja postojećeg železničkog čvora, nediferencijacije tranzitnog saobraćaja, neizmeštanja vojnih objekata, itd. Iako započeta, realizacija ovog plana morala je biti obustavljena zbog početka drugog svetskog rata i okupacije [5].

2.4 Mitrovićev „generalni urbanistički plan“ iz 1953. godine

U periodu od 1949 – 1952. godine arhitekta Mihajlo Mitrović sa saradnicima izradio je idejno rešenje novog Generalnog urbanističkog plana koji je usvojen 1953. godine. U pogledu prostorne orijentacije novi plan je pošao od ideje koju je predložio Mihajlo Radovanović u planu iz 1939. godine. Razrada tog plana predstavlja suštinski doprinos Mitrovića novom planu. Planom je predviđeno: premeštanje železničke stanice, prebacivanje težišta grada na desnu stranu Nišave, izmeštanje centra grada na prostor istočno od

Tvrđave, na desnoj obali Nišave, formiranje i jasna diferencijacija gradskih četvrti, organizacija kružnog toka saobraćaja, stvaranje zelene zone zabranjene za gradnju na više mesta oko grada, definisanje dve zone prema gustini naseljenosti i to do 400 stanovnika po hektaru u centralnoj gradskoj zoni i u ostalim zonama od 100 do 250 stanovnika po hektaru, maksimalnu visinu objekata od 6 spratova, itd. U obzir je uzeta i opasnost od poplava (naročito posle velike poplave koja se desila 23.6.1948. godine) tako da su mere za sprečavanje katastrofalnih posledica od izlivanja Nišave primenjene.

Ovaj plan imao je nedostatke poput: loše demografske projekcije, blokovsko koncipirane gradnje, tradicionalno planiranje sa „građevinskom linijom“ i sl. zbog čega je došlo do napuštanja plana. Usled sve veće disproporcije između realnog stanja i predviđenog stanja na predlog Zavoda za urbanizam 1961. godine doneta je odluka o prestanku važenja Generalnog urbanističkog plana [5].

2.5. Generalni urbanistički plan iz 1973. godine

Nakon prestanka važenja plana 1961. godine Zavod za urbanizam Grada Niša pristupio je izradi novog, petog po redu Generalnog urbanističkog plana koji je 1973. godine usvojen. Prostorni obuhvat plana predviđao je površinu od 17,5 hiljada hektara. Koncept razvoja grada oslanjao se na: kontinuirani razvoj postojećeg gradskog tkiva uz delimičnu rekonstrukciju, formiranje novih stambenih naselja na slobodnom terenu na periferiji grada, razvoj prigradskih naselja, kao i na primeni novih rešenja u skladu sa predviđenim kvantitativnim i kvalitativnim rastom i razvojem Grada Niša u predstojećem periodu.

Izgradnja stambenih jedinica razvija se u više pravaca. Masovna izgradnja stanova omogućava se na slobodnim prostorima na području današnjeg Durlana (oko 12000 stanova) i na lokalitetu Ledena Stena (oko 14000 stanova). Predviđa se i rekonstrukcija postojeće gradske strukture uz moguću stambenu izgradnju. Individualno stanovanje planira se na okolnom, prigradskom prostoru od kojih se kao veoma značajna tretiraju sledeća naselja: Komren, Brzi Brod, Novo Selo, Pasi Poljana, Medoševac, Donja Vrežina, Nikola Tesla i Niška Banja. Takođe, predviđena je i značajna mogućnost za izgradnju individualnih stambenih objekata u kompleksu Gorica (južni deo grada).

Ideja policentričnog razvoja grada obuhvatala je podelu gradskih centara u četiri grupe:

- jedan opšti centar
- sedam reonskih centara
- četiri centra gradskih četvrti
- šezdeset centara mesnih zajednica

Pored navedenih, posebno su planirani specijalizovani centri poput: zdravstvenog, naučno – školskog, skladišno – servisnog i turističkog. Ovaj plan rađen je sa planom razvoja do 2000. godine [5].

2.6. Generalni urbanistički plan niša iz 1995. godine

Ovim Generalnim urbanističkim planom obuhvaćen je prostor od Morave do Proseka i od Gorice do Vinika, tj. prostor površine od 15 036 hektara. Projekcija ovog plana

prikazanog na slici 3 jeste da do 2010. godine u Nišu živi oko 260 000 stanovnika u preko 90 000 stanova.



Slika3. Generalni urbanistički plan Grada Niša iz 1995. godine [7].

U odnosu na prethodni plan donet 1973. godine novi plan doneo je dosta izmena, kako u pogledu prostora, tako i u pogledu razvoja svih delatnosti koje u gradu postoje. Veliki broj stavki odnosio se na stanovanje i to u pogledu: proširenja prostora za stanovanje, legalizacije većine postojećih bespravno podignutih stambenih naselja, izgradnje rezidencijalnih zona na Viniku i Gorici, izgradnje i opremanja novih stambenih naselja. Pored stanovanja, planom su bila obuhvaćena i druga pitanja od suštinske važnosti za napredak grada sa ciljem formiranja nadregionalnog centra jugoistočne Srbije sa gravitirajućom površinom od 17 000 kilometara kvadratnih i preko 1 500 000 stanovnika jugoistočne Srbije, neka od njih su: rekonstrukcija centralne gradske zone, uvođenje novih radnih zona, carinske zone i robno transportnog centra, uvođenje gasovoda, izgradnja novih komunalnih objekata, izgradnja novih saobraćajnica, pojačana zaštita životne sredine i dr.

Implementacija plana sprovedena je par godina, ali su različite društveno političke okolnosti zahtevale da se plan koriguje što je učinjeno kroz tri izmene i dopune plana, donete hronološki 2001. godine, 2002. godine i 2007. godine.

U pogledu stanovanja, posebno se ističe druga dopuna u kojoj se predviđa ukupno 24,45% površine zahvata plana za stanovanje što čini 3 675,68 hektara. Od toga 16,10% predviđeno je za gradsko stanovanje sa gustinom od 200 do 250 stanovnika po hektaru, 53,86% za gradsko stanovanje sa gustinom od 100 do 200 stanovnika po hektaru, 14,51% za stanovanje u ruralnim područjima sa gustinom od 50 do 100 stanovnika po hektaru i 15,53% za rezidencijalno stanovanje u zoni zelenila gustine do 50 stanovnika po hektaru [7].

2.6. Generalni urbanistički plan iz 2010.

Trenutno aktuelni Generalni urbanistički plan Grada Niša donet je 14. juna 2011. godine, za period od 2010-2025 godine sa ciljem uređivanja i utvrđivanja:

- obuhvata građevinskog područja
- granice obuhvata planova generalne regulacije
- pretežne namene površina koje su planirane u okviru građevinskog područja
- generalnih pravaca i koridora saobraćajne, energetske, vodoprivredne, komunalne i druge infrastrukture.

Prema površini obuhvata zemljišta ovo je najobuhvatniji plan do sada i uporedna analiza površina obuhvaćenih planovima od prvog plana grada data je u Tabeli 1.

Tabela 1. Površine obuhvaćene planovima grada Niša [8].

	Plan	Površina (km ²)	Broj naselja
1.	Vinterov plan iz 1878.	5,19	Niš
2.	Generalni regulacioni plan iz 1939.	20,56	Niš
3.	Generalni urbanistički plan iz 1953.	31,97	Niš
4.	Generalni urbanistički plan iz 1973.	175,48	Niš + 22 naselja
5.	Generalni urbanistički plan iz 1995.	150,36	Niš + 17 naselja
6.	Generalni urbanistički plan iz 2010.	266,77	Niš + 40 naselja

U okviru generalnog urbanističkog plana definisani su ciljevi razvoja, planiranja, uređenja i izgradnje sledećih oblasti: demografije, privrede, javnih službi, stanovanja, uređenja prostora.

U pogledu analize stanovanja kao jedne od osnovnih funkcija, razlikujemo: individualno, kolektivno i mešovito stanovanje. Osnovni ciljevi koji se tiču stanovanja su: održati i unaprediti kvalitet stanovanja i raznovrsnost oblika stanovanja, unaprediti sistem upravljanja i održavanja postojećih stambenih objekata, podsticanje izgradnje stambenih objekata, razvijati socijalne programe stanovanja

Veliki broj zadataka koji se tiču stanovanja je postavljen kroz generalni urbanistički plan. Prema tim zadacima, potrebno je odrediti lokacije novih stambenih blokova koji su prilagođeni potrebama stanovnika. Jedan od načina za određivanje novih lokacija jeste i korišćenje površina koje su u vlasništvu Vojske Srbije. Pored izgradnje novih blokova treba izvršiti i modernizaciju postojećih u pogledu infrastrukture i komunalne opremljenosti, naročito u oblastima sa visokom gustinom stanovanja. Obnova stambenog fonda u izgrađenim delovima grada i sanacija bespravno podignutih objekata imaju za cilj uniformisanje blokova i formiranje konačne evidencije realnog stanja u stambenim delovima grada [8].

Generalnim urbanističkim planom stambene zone definisane su i podeljene u sledeće strukture:

- Stanovanje velikih gustina u gradskom području – zahvata površinu od 123,45 hektara, koja čini 0,46% ukupne površine obuhvaćene planom, a 1,90% ukupne površine namenjene stanovanju.

- Stanovanje srednjih gustina u gradskom području - zahvata površinu od 463,83 hektara, koja čini 1,74% ukupne površine obuhvaćene planom, a 7,14% ukupne površine namenjene stanovanju

- Stanovanje umerenih gustina u gradskom području - zahvata površinu od 2.756,40 hektara, koja čini 10,33% ukupne površine obuhvaćene planom, a 42,42% ukupne površine namenjene stanovanju

- Stanovanje umerenih gustina u prigradskim naseljima - zahvata površinu od 2.234,10 hektara, koja čini 8,37%

ukupne površine obuhvaćene planom, a 34,38% ukupne površine namenjene stanovanju

- Stanovanje niskih gustina u prigradskom području (vikend zone) - zahvata površinu od 774,20 hektara, koja čini 2,90% ukupne površine obuhvaćene planom, a 11,91% ukupne površine namenjene stanovanju

- Poslovno – stambena zona - zahvata površinu od 146,27 hektara, koja čini 0,55% ukupne površine obuhvaćene planom, a 2,25% ukupne površine namenjene stanovanju [8]

Uslovi prema kojima se vrši klasifikacija stanovanja propisani su Pravilima građenja, u okviru Generalnog urbanističkog plana Niša, u kojima su definisani urbanistički parametri, mreže linija i pravila izgradnje.

3. ZAKLJUČAK

Počevši od antičkog naseljavanja, pa sve do savremenog urbanističkog planiranja, Niš se razvijao i širio, prilagođavajući se vremenima i potrebama stanovništva. Ključni trenuci u razvoju grada uključuju Vinterov plan iz 1878. godine, koji je postavio osnovu za modernu urbanu strukturu, Andonovićeve plan iz 1907. godine, koji je nastavio razvoj na temelju Vinterovog plana, i niz kasnijih planova koji su postepeno proširivali grad i njegovu infrastrukturu.

Posebno je značajan Generalni urbanistički plan iz 1973. godine, koji je uveo koncept policentričnog razvoja grada, kao i Generalni urbanistički plan iz 1995. godine, koji je nastojao da Niš postane nadregionalni centar jugoistočne Srbije. Najnoviji Generalni urbanistički plan iz 2010. godine obuhvata najveću površinu do sada i postavlja ambiciozne ciljeve za razvoj i uređenje grada, uključujući demografiju, privredu, javne službe, stanovanje i uređenje prostora.

Kroz sve ove planove, Niš se razvija kao grad koji uspešno spaja svoje istorijsko nasleđe sa modernim urbanističkim potrebama, prilagođavajući se promenama i izazovima vremena u kojem se nalazi. Ovaj kontinuirani razvoj pokazuje Niš kao primer uspešne urbanističke evolucije, prilagođene potrebama svojih stanovnika i izazovima modernog doba.

LITERATURA

- [1] Istorijski institut Beograd, *Istorija Niša I: od najstarijih vremena do oslobođenja od Turaka 1978. godine*. Niš: Gradina i Prosveta, 1983.
- [2] R. Ršumović, *Niško-aleksinački deo utoline Južne Morave*. Beograd: Geografski institut, 1967.
- [3] P. Petrović, *Niš u antičko doba*. Niš: Gradina, 1976.
- [4] D. Milić, *Istorija Niša I*. Niš: Gradina i Prosveta, 1983.
- [5] D. Simonović, *Enciklopedija Niša 1*. Niš: Gradina, 1995.
- [6] Istorijski institut Beograd, *Istorija Niša II*. Niš: Gradina i Prosveta, 1984.
- [7] JP Zavod za urbanizam Niš, "Generalni plan Niša 1995-2010." [Online]. Available: <http://www.zurbnis.rs/arhiva/genplan95.htm>. [Accessed: 27-Apr-2020].
- [8] JP Zavod za urbanizam Niš, "Generalni urbanistički plan Niša 2010-2025," Niš, 2010.



UTICAJ OKOLNIH ZGRADA NA GUBITKE I DOBITKE ENERGIJE POSLOVNE ZGRADE U NIŠU

THE INFLUENCE OF SURROUNDING BUILDINGS ON THE ENERGY LOSSES AND GAINS OF A COMMERCIAL BUILDING IN NIŠ

Vladan S. Jovanović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, F. Filipovića 20, Vranje.*

Sadržaj - Ovaj istraživački rad tematizuje uticaj okolnih zgrada na potrošnju energije i zasenčenje površine zgrade. Inspirisan prethodnim istraživanjem koje je postiglo smanjenje potrošnje energije zgrade na impresivnih 13.03 kWh/m², ovaj rad ima za cilj produbiti razumevanje kako okolne strukture utiču na energetska efikasnost zgrada. Kroz daljnje simulacije, planira se analiza specifičnog uticaja na termalni omotač zgrade, pridonošenje celokupnom energetskom bilansu i održivosti. Očekuje se da će rezultati ovog istraživanja pružiti korisne smernice za optimizaciju energetske efikasnosti u urbanim sredinama i unapređenje dizajna zgrada u cilju smanjenja ukupne potrošnje energije.

Ključne reči: Urbana sredina, Energetska simulacija, Zgradarstvo, Potrošnja energije.

Abstract - This research paper focuses on the impact of surrounding buildings on energy consumption and building surface shading. Inspired by previous research that achieved an impressive reduction in building energy consumption to 13.03 kWh/m², this paper aims to deepen the understanding of how adjacent structures influence the energy efficiency of buildings. Through further simulations, we plan to analyze the specific impact on the thermal envelope of the building, contributing to the overall energy balance and sustainability. We expect that the results of this research will provide valuable guidelines for optimizing energy efficiency in urban environments and enhancing building design to reduce overall energy consumption.

Key words: Urban Environment, Energy Simulation, Buildings, Energy Consumption.

1. UVOD

U prethodnim istraživanjima posvećenim ovoj zgradi postignuta je izuzetno niska potrošnja od 13.03 kWh/m², što čini značajno smanjenje od 64.3% u odnosu na trenutno stanje. Glavni izazov koji se javlja u vezi s ovom teorijom jeste mogućnost smanjenja potrošnje energije implementacijom fotonaponskih panela na ovaj način. Konkretno, postizanje ravnoteže između potrošnje i proizvodnje električne energije, gde se u nekoliko meseci postiže viša proizvodnja električne energije u odnosu na potrošnju, predstavlja ključni aspekt.

Važno je napomenuti da simulacije pružaju rezultate na mesečnom nivou, ne uzimajući u obzir dnevne fluktuacije između proizvodnje i potrošnje.

S obzirom na emisiju CO₂, postignuta je godišnja emisija od 0.863 tCO₂, što predstavlja značajno smanjenje u odnosu na prethodnih 15.192 tCO₂ godišnje, koji su bili evidentirani bez fotonaponskih panela. Ovaj rezultat ukazuje na značajno smanjenje ekološkog uticaja, čime se ističe važnost održivih pristupa i korišćenja obnovljivih izvora energije, kao što su fotonaponski paneli, u cilju postizanja energetske efikasnosti i smanjenja emisija CO₂ [1].

U radu (*Cong Yu*) istraživanje naglašava značaj uzimanja u obzir neposredne građevinske okoline (NGO) prilikom simulacija energetske potrošnje zgrada. Nakon detaljne

simulacije potrošnje energije, rezultati pokazuju da NGO generalno pozitivno utiče na smanjenje potrošnje energije zgrada u subtropskim područjima poput Hong Konga. Analiza scenarija ističe važnost NGO-a tokom simulacija, budući da može dovesti do varijacija do 13.1% ukupne potrošnje energije zgrade. Ograničenja ovog istraživanja uključuju primenljivost rezultata samo na gradove slične klime i lokacije kao Hong Kong, dok se metodologija analize NGO-a može primeniti i u drugim sredinama. Takođe, naglašava se potreba za daljim istraživanjem uticaja NGO-a na spoljnu termalnu udobnost u vrućim klimatskim zonama [2] što nije slučaj sa zgradom koja se opisuje.

U istraživanju rada [3] se analizira uticaj okolnih zgrada na simulacije vetrovskog okruženja u urbanim područjima putem CFD simulacija. Proučavaju se tri različite smernice za konstrukciju okolnih oblasti prema rezultatima drugih studija. Autori ističu značajne rezultate, naglašavajući da pojednostavljeni modeli pružaju slične rezultate kao i detaljni modeli, uz manje tačnosti. Ipak, uz preporuku da se oblast unutar najmanje 3 puta maksimalne dimenzije zgrade treba obuhvatiti u simulaciji, ukazuje se na ključne faktore za preciznost analiza vetrovskih karakteristika u urbanim sredinama. Ovi nalazi ukazuju na važnost razmatranja uticaja okolnih zgrada u proučavanju vetrovskih uslova u urbanim sredinama [3].

2. OPIS MODELA

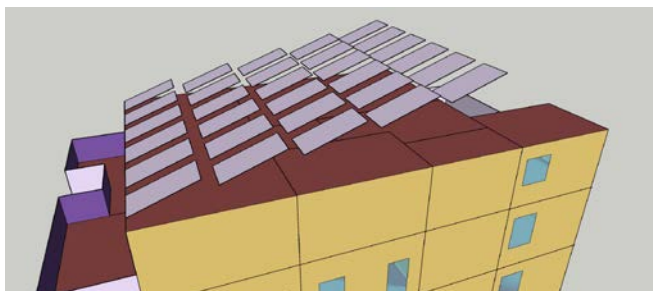
Model je u Sketch Up modeliran, dok su simulacije rađene u programu EnergyPlus. Model je simuliran za mašinski projekat termotehničkih instalacija koji obuhvata sisteme na stvarnom objektu. Sastoji se od dva sistema - sistem sa ventilator-konvektorima koji radi tokom režima hlađenja i sistem sa podnim grejanjem niskih temperatura koji funkcioniše u režimu grejanja. Geometrija zgrade uključuje 305 pregrada (zidova, mezaninske strukture, poda i krova) i 44 prozora različitih dimenzija. Objekat se nalazi na geografskoj širini od 43.34° i geografskoj dužini od 21.85° . Ukupna površina zgrade iznosi 1129.22 m^2 . Maksimalna temperatura suvog termometra varira od -10.3°C u prvom mesecu i do 32.9°C u sedmom mesecu. Simulacija se izvodi tokom jedne godine sa korakom od 6 iteracija po satu.



Slika 1. Model u SketcUp-u.

U modelu se nalazi 34 termalne zone, od kojih 21 koristi termotehničke sisteme. Ukupan broj ljudi u svim zonama iznosi 53. Opterećenje od ljudi se računa prema broju ljudi u određenim zonama, dok se za druge zone opterećenje prilagođava površini zone. Određeni broj termalnih zona ima osvetljenje sa opterećenjem od 4 W/m^2 , dok 11 zona ima električnu opremu sa opterećenjem od 10 W/m^2 .

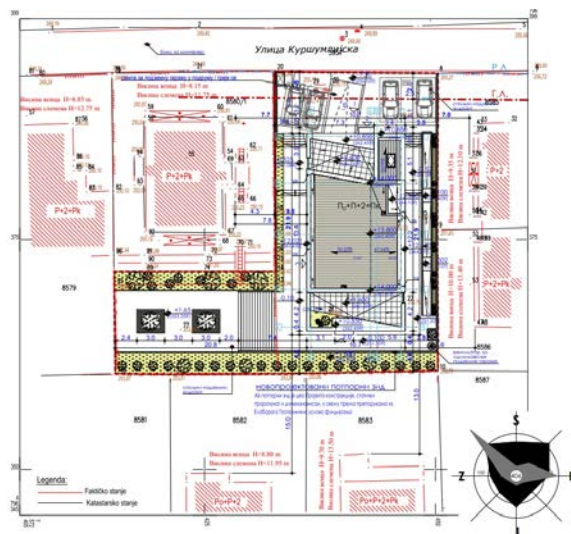
Temperatura napojne vode za režim grejanja iznosi 55°C , a za režim hlađenja 17°C . Termostati u zonama sa grejanjem i hlađenjem postavljeni su na vrednost od 23°C . Sistem se aktivira u režimu grejanja/hlađenja od 06:00 do 20:00, pet radnih dana u nedelji (ponedeljak-petak). Pre same simulacije, unose se parametri za grejanje/hlađenje koji omogućavaju određivanje globalnih parametara grejanja/hlađenja. Koristi se faktor dimenzionisanja za grejanje i hlađenje sa vrednošću od 1.15 za oba faktora. Model koristi ventilator-konvektorski sistem i sistem podnog grejanja niskih temperatura, a fokus je na dva scenarija: sa i bez korišćenja PV (fotovoltaičkih) panela. PV paneli su postavljeni na krovu zgrade pod uglom od 35° .



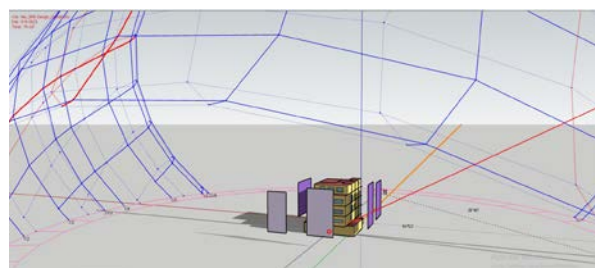
Slika 2. Model sa PV panelima.

Zgrada se nalazi u urbanom području, sa višespratnicama u okolini, sa zapadne strane se nalaze dve višespratnice redom visine 11.75 m i 12.75 m , dok sa istočne strane su

takođe dve zgrade jedna do druge visine 12.3 m i 13.4 m . Sa južne strane se nalazi zgrada visine 13.5 m .



Slika 3. Situacioni plan zgrade.



Slika 4. Uticaj sunca i senki na zgradu.

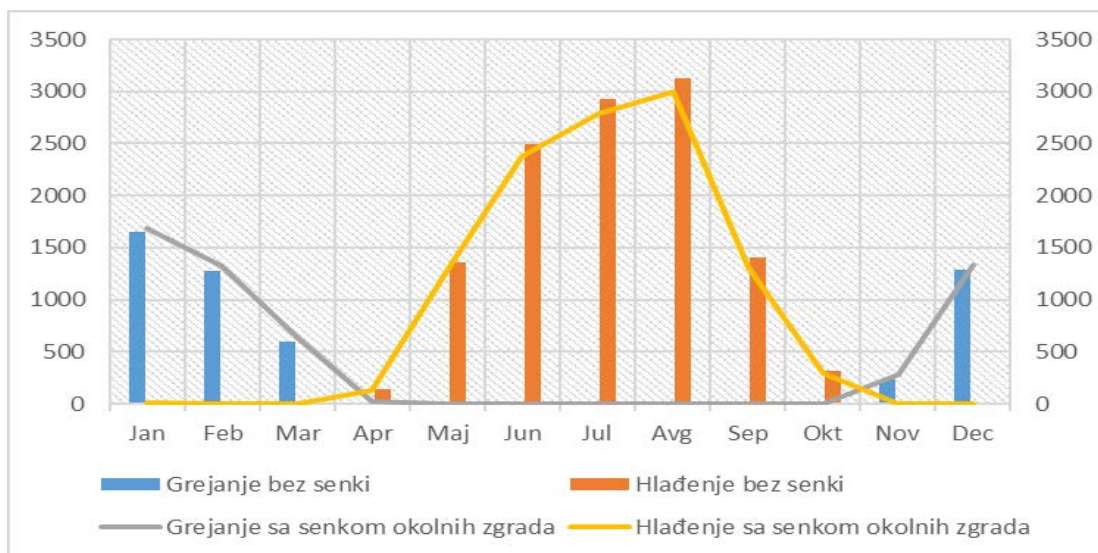
Na slici 4. dat je vizuelni pogled zgrade za mesec avgust, gde se vidi da je više od 90% površine omotača zapadne strane pod senkom okolnih zgrada.

3. REZULTATI SIMULACIJE

Rezultati simulacije pružaju dublji uvid u energetska efikasnost sistema termotehničkih instalacija na stvarnom objektu. Ovaj deo analize fokusira se na ključne aspekte performansi, uključujući potrošnju energije, opterećenje od ljudi, i temperaturne parametre u različitim delovima zgrade. U tabeli 1. je dat pregled potrošnje, dobijen simulacijama.

Tabela 1. Potrošnja energije zgrade sa i bez okolnih zgrada.

Mesec/ kW energije	Bez zasenčenja		Zasenčenje	
	Grejanje	Hlađenje	Grejanje	Hlađenje
Jan	1654.2	0.0	1681.5	17.7
Feb	1279.9	0.0	1329.4	0.0
Mar	596.2	0.0	648.2	0.0
Apr	14.8	146.2	19.2	127.6
Maj	0.0	1359.0	0.0	1273.1
Jun	0.0	2496.0	0.0	2375.7
Jul	0.0	2927.0	0.0	2789.1
Avg	0.0	3121.9	0.0	2995.7
Sep	0.0	1405.6	0.0	1314.5
Okt	0.0	315.3	0.0	288.2
Nov	237.0	0.0	281.4	0.0
Dec	1294.0	0.0	1332.5	0.0



Slika 5. Dijagram potrošnje energije.

4. DISKUSIJA

Analiza dobijenog dijagrama ukazuje na značajan uticaj okolnih zgrada tokom perioda hlađenja objekta, koji se proteže od aprila do sredine oktobra. U ovom periodu, prisustvo okolnih struktura ima značajnu ulogu u regulisanju termalne dinamike zgrade. Međutim, tokom grejne sezone, uticaj postaje negativan, jer sunčeva energija ne doprinosi toplotnom balansu omotača zgrade na način koji bi podržao proces grejanja.

Pogled na Tabelu 1. otkriva da je energija potrebna za hlađenje veća od one koja je neophodna za grejanje. Ovaj disbalans može se objasniti time što sunčeva energija, iako štetna leti jer doprinosi povećanim potrebama za hlađenjem, zimi postaje saveznik omotaču zgrade, smanjujući potrebu za grejanjem.

Simulacija detaljno ilustruje očekivane rezultate ovog dinamičkog odnosa između zgrade i okoline. Ukupna energija potrebna za grejanje je porasla za 216.1 kW, naglašavajući povećanu potrebu za toplotnom energijom u hladnijim mjesecima. Nasuprot tome, energetska potrošnja za hlađenje je opala za značajnih 607.1 kW, što ukazuje na efikasnost u upravljanju toplotnom dinamikom tokom toplih meseci.

Procentualno, ostvarena ušteda od 5.3% za hlađenje ističe važnost optimizacije sistema upravljanja energijom. S druge strane, povećanje od 4.1% u potrošnji energije za grejanje ukazuje na potrebu za prilagodbom sistema kako bi se smanjila zavisnost o konvencionalnim izvorima toplote.

Ovi rezultati naglašavaju potrebu za dinamičkim pristupom upravljanju energetskom efikasnošću, uzimajući u obzir promenljive uslove i uticaje okoline na energetske performanse zgrade tokom cele godine.

5. ZAKLJUČAK

Na osnovu analize uticaja okolnih zgrada na energetske gubitke i dobitke poslovne zgrade u Nišu, možemo izvesti nekoliko ključnih zaključaka. Tokom perioda hlađenja, od aprila do sredine oktobra, okolne strukture imaju značajan pozitivan uticaj na termalnu dinamiku zgrade, doprinoseći smanjenju potreba za hlađenjem. Međutim, u grejnoj sezoni,

ovaj uticaj postaje negativan, s obzirom da sunčeva energija ne pridonosi dovoljno procesu grejanja, rezultirajući povećanjem potreba za toplotnom energijom.

Ovi rezultati ukazuju na potrebu za prilagođavanjem sistema upravljanja energijom u poslovnim zgradama u Nišu, posebno u smislu dinamičkog pristupa koji uzima u obzir sezonske promene i varijacije u sunčevom zračenju. Uštede od 5.3% u potrošnji energije za hlađenje tokom toplijih meseci naglašavaju važnost optimizacije sistema za letnje uslove, dok povećanje od 4.1% u potrošnji energije za grejanje ukazuje na potrebu za unapređenjem sistema tokom zimske sezone.

Zaključno, efikasno upravljanje energetskom dinamikom poslovnih zgrada u Nišu zahteva sveobuhvatnu strategiju koja uzima u obzir uticaj okoline tokom cele godine. Implementacija rešenja koja se prilagođavaju promenljivim uslovima i sezonskim karakteristikama može značajno doprineti smanjenju ukupnih energetske gubitaka i optimizaciji energetske efikasnosti, čime se ostvaruju i ekonomske i ekološke prednosti za vlasnike i korisnike poslovnih objekata.

LITERATURA

- [1] V. S. Jovanović, M. Ignjatović, "Simulation of the energy performance of potential HVAC systems and implementation of renewable energy sources to achieve nZEB on the example of an office building in Niš", International HVAC&R Congress and Exhibition, Belgrade, 2023.
- [2] C. Yu, W. Pan, "Inter-building effect on building energy consumption in high-density city contexts" Energy & Buildings, Vol. 278, 112632, 2023.
- [3] S. Liu, W. Pan, X. Zhao, H. Zhang, X. Cheng, Z. Long, Q. Chen, "Influence of surrounding buildings on wind flow around a building predicted by CFD simulations", Building and Environment, Vol. 140, pp.1-10, 2018.

FUNKCIONALNE KARAKTERISTIKE STAMBENE ARHITEKTURE NIŠA U PERIODU KASNE MODERNE – STUDIJA SLUČAJA

FUNCTIONAL CHARACTERISTICS OF LATE MODERN RESIDENTIAL ARCHITECTURE IN NIŠ - A CASE STUDY

Marjan Petrović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj - Tema ovog rada su funkcionalne karakteristike višeporodičnih (ranije kolektivnih) stambenih objekata nastalih u posleratnom periodu niške Moderne. Za posleratni period intenzivne i masovne izgradnje objekata za stanovanje izvršena je vremenska klasifikacija izgrađenih objekata koji su svrstani u dve kategorije. U prvu kategoriju spadaju objekti izgrađeni pedesetih godina 20.tog veka, u periodu „Zrele“ Moderne koji predstavlja nastavak niške moderne arhitekture podignute između dva rata. Drugu kategoriju čine stambeni objekti nastali kasnih šezdesetih i sedamdesetih godina, u periodu „Kasne“ (industrijske) Moderne Niša. U ovom radu je odabran jedan reprezentativni primer stambeno-poslovnih objekata iz perioda „Kasne“ (industrijske) Moderne Niša, izgrađen u okviru trga 14.tog Oktobra u centralnom jezgru grada Niša. Kao jedan od tipoloških predstavnika pomenute periodizacije izgradnje, objekat će biti analiziran u vidu studije slučaja.

Ključne reči: Moderna Niša, funkcionalnost, oblikovnost, objekat, forma

Abstract - The topic of this work is the functional characteristics of multi-family (formerly collective) residential buildings created in the post-war period of Niš Modern. For the post-war period of intensive and massive construction of housing facilities, a temporal classification of built facilities was made, which were classified into two categories. The first category includes buildings built in the fifties of the 20th century, in the period of "Mature" Modernism, which represents the continuation of the Niš modern architecture built between the two wars. The second category consists of residential buildings built in the late 1960s and 1970s, in the period of "Late" (industrial) Modern architecture of Niš. In this paper, one representative example of residential and business buildings from the period of "Late" (industrial) Modern Niš was selected, built within the 14th of October square in the central core of the city of Niš. As one of the typological representatives of the mentioned periodization of construction, the object will be analyzed in the form of a case study.

Key words: Modern architecture of Niš, functionality, design, object, form

1. UVOD

Pojam "stanovanje" se može, u kontekstu ovog istraživanja, definisati i kao elementarna i egzistencijalna potreba ljudskog delovanja u arhitekturi i životnom prostoru generalno. To je posebno bio zadatak modernizacije gradova bivše Jugoslavije nakon drugog svetskog rata, koji je prvenstveno istraživao kao tema optimiziranja "uloženog i dobijenog" a sve u cilju projektovanja za "široke narodne mase", odnosno veliki broj stanovnika. Procesi koji su sprovedeni unutar sociopolitičkog konteksta socijalizma od strane tadašnjeg državnog aparata i struke, odvijali su se kao celovite inicijative sa generalnom ambicijom opšteg poboljšanja životnih uslova građana. Stambena višeporodična arhitektura Niša u periodu od 1945. do 1980. godine je bazirana na socijalnim i humanim idejama u okvirima graditeljstva, koje su sprovedene kroz principe metodologije projektovanja i realizacije objekata toga doba. Težnja ka racionalnom, ekonomičnom i humanom stanovanju, materijalizovana je

kroz optimalnu funkcionalnost stanova i svedene arhitektonske forme objekata sa naglašenom primarno-sekundarnom plastikom fasadnih ravni. Pored navedene vremenske periodizacije i grupisanja objekata u prethodnom poglavlju, objekti „Zrele“ i „Kasne“ Moderne Niša mogu se svrstati i u određeni prostorni okvir gde se generalno tipološki mogu grupisati stambeni i stambeno-poslovni objekti u okviru centralnog gradskog jezgra, u odnosu na objekte nastale na prostanim bulevarima, tadašnjoj periferiji grada Niša. Karakterističan primer reprezentativnih predstavnika autentične niške arhitekture iz navedenog razdoblja „Kasne“ Moderne Niša, predstavlja razučena višespratnica-soliter izgrađen početkom 70-tih godina 20.tog veka na Trgu 14. Oktobra u okviru centralnog gradskog jezgra. Pomenuti objekat će biti analiziran na nivou funkcionalne organizacije kao jedan od tipoloških predstavnika stambene arhitekture iz navedene periodizacije izgradnje u vidu studije slučaja, a sve u cilju objektivizacije teme koja se istražuje. (Slika 1)

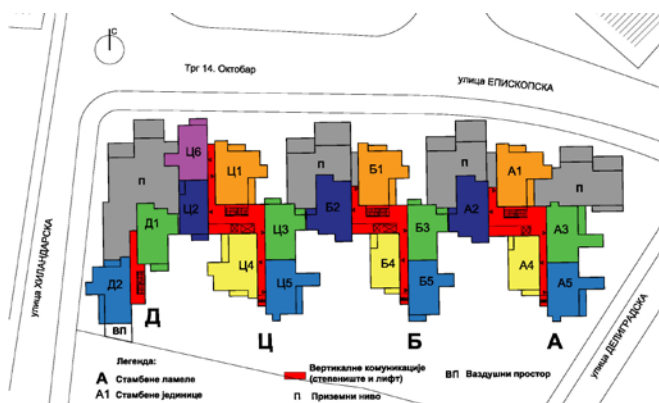


Slika 1. Sadašnji izgled višespratnice-solitera na Trgu 14. Oktobra.

2. SKLOP TIPSKOG SPRATA

Sklop tipskog sprata ima veoma optimalnu i povoljnu višestranu orijentaciju svih lamela ponaosob, odnosno svih stambenih jedinica. U pogledu maksimalno iskorišćenih vizura ka bližem i daljem spoljašnjem okruženju, postignuto je optimalno rešenje pre svega dobrim strukturiranjem i razučivanjem elementarne forme dubokog trakta. Na taj način je postignuta i odlična višestranu orijentacija naročito u unutrašnjosti stambenog bloka na južnoj strani, uprkos činjenici da osnovna postavka sklopa ima veliku dubinu trakta.

Na predmetnom primeru sve četiri lamele imaju zajedničke komunikacije u vidu jednokrakog stepeništa sa hodničkim proširenjima. U zavisnosti od spratnosti lamela, u okviru zajedničkih komunikacija predviđen je i potreban broj liftova. Po strukturi zastupljenih stambenih jedinica u okviru sklopa tipskog sprata, lamele A i B imaju po pet stanova na stepeništu različitih struktura i površina stanova, lamela C ima 6, dok je u lameli D predviđeno samo dva stana na etaži. Prve tri lamele u načelu imaju vrlo sličnu strukturu organizaciju stanova i vertikalnih komunikacija, dok je varijantno rešenje stanova lamele D nešto značajnije u odnosu na ostale. (Slika 2)



Slika 2. Sklop tipskog sprata.

3. FUNKCIONALNA ORGANIZACIJA KARAKTERISTIČNIH STANOVA NA TIPSKOM SPRATU

Investitor i ovog stambeno-poslovnog kompleksa bila je JNA sa striktnim zahtevima i uslovima posebno vezanim za poštovanje tadašnjih standarda i pravilnika, organizaciju pro-

stora unutar stambenih jedinica, kao i za kvalitet ugrađenih instalacija i opreme. U okviru tehničkog opisa, odnosno projektnog zadatka potpisanog od strane investitora između ostalog stoji: „U svakom stanu treba sprovesti neposrednu vezu iz predsoblja i hodnika - degažmana sa dnevnom sobom - kuhinjom, spavaćom sobom, kupatilom i izdvojenim WC-om. Prolazna soba se u načelu ne prihvata. Prostor za obedovanje može da bude postavljen na pogodnom mestu u zavisnosti od organizacije stana, tako da isti bude povezan i sa drugim prostorijama u stanu, a sa malim povećanjem površine može da se stvori sekundarni dnevni boravak. U cilju što racionalnijeg i elastičnijeg rešavanja stanova, dozvoljava se da kupatilo, WC, ostave za hranu i domaćinske potrebe budu blokirane bez direktnog dnevnog osvetljenja, ili sa indirektnim dnevnim osvetljenjem pod uslovom da se osigura pravilna izmena vazduha dovodom i odvodom ventilacije. Predsoblje i hodnici za vezu ne moraju da imaju direktno svetlo i posebnu ventilaciju. Dovoljno je da se za iste obezbedi indirektno osvetljenje iz susednih prostorija koje se direktno osvetljavaju.“ (Janić P., 1974). Sve navedeno dosta govori o zahtevanom kvalitetu ne samo u oblikovnom smislu, već prvenstveno u funkcionalnom smislu projektovanja stanova. Sklop tipskog sprata se generalno sastoji od četiri lamele sa različitim brojem stanova na stepeništu, različitim struktura i površina. Zastupljenost i struktura stanova po površini se kreće od dvosobnih i dvoiposobnih do trosobnih i troiposobnih stanova.

Dve lamele u okviru sklopa (lamele A i B) imaju isti broj projektovanih stanova po lameli (po pet stanova), vrlo sličnu strukturu i površinu zastupljenih stanova. Razlika je u varijantnim rešenjima stambenih jedinica ugaone lamele A u odnosu na stanove lamele B koja je pozicionirana između dve lamele (A i C). Broj predviđenih stanova u okviru lamele C je šest, sa jednim stanom više u severnom delu u odnosu na lamelu B, dok je funkcionalna organizacija i površina ostalih pet stanova vrlo slična stanovima lamela A i B. U okviru lamele D, koja je takođe ugaona lamela na zapadnoj strani, predviđeno je dva stana na etaži različitih struktura, koji takođe predstavljaju varijantna rešenja u odnosu na slično pozicionirane stanove u okviru prve tri lamele. Na slici dole je prikazana osnova sa funkcionalnom organizacijom karakterističnih stanova lamela A i B, dok su stanovi unutar lamela C i D samo varijantna rešenja principijelno identično strukturiranih stanova kao i stanovi u okviru prve dve lamele. (Slika 3.)



Slika 3. Struktura i funkcionalna organizacija stanova u okviru lamela A i B.

Kao što se vidi na slici troiposobni stanovi A1 i B1 lamela A i B su potpuno identični po funkcionalnom rasporedu prostorija i površinama istih, kao i dvoiposobni stanovi A2 i B2, odnosno dvosobni stanovi A4 i B4. Za stanove A3 i A5 može se takođe konstatovati da su identično strukturirani po principu „ogledala“ u okviru iste lamele, dok su stanovi B3 i B5 u osnovi sa istom funkcionalnom organizacijom ali sa određenim varijacijama u međusobnom odnosu kao i u odnosu na jednako pozicionirane stanove unutar lamele A.

Osnovna karakteristika i glavni motiv strukturalne i funkcionalne organizacije svih stanova generalno na tipskoj etaži, jeste pozicioniranje sanitarnog bloka (kuhinje i toaleta) u središnji centralni deo stana, oko koga se ostvaruje kružna komunikacija, odnosno „kružna veza“ u stanu. Time je postignut određeni stepen polarizacije na dnevnu i noćnu zonu između kojih je predviđena proširena komunikacija sa trpezarijom i dodatnim prostorom za igru dece ili rad, pa je umesto krutog „razgraničenja“ između dve zone ostvarena prostorna veza koja je istovremeno elastičnija, direktnija i fleksibilnija. Takođe je omogućen direktan najkraći pristup dnevnom boravku i centralnom sanitarnom bloku iz ulazne partije, kao i trpezarijskom delu direktno preko kuhinje, a da nije narušen elementarni nivo privatnosti i komoditeta u zoni odmora i ručavanja. Produženom cirkulacijom i komunikacijom sa ulaza obezbeđen je pristup do noćne zone (spavaća i dečje sobe), do kojih se pristupa i preko proširene komunikacije, odnosno pomenute kružne veze. (Slika 4.)

Treba istaći da kružna veza doprinosi: „a) podizanju opšteg kvaliteta stana, b) smanjenju nekorisnih komunikacija, c) boljoj iskoristivosti površine stana, d) boljoj socijalnoj integraciji članova porodice, itd. (Alfirević Đ. i Simonović Alfirević S., 2018), zbog čega je često bila primenjivana u stambenoj arhitekturi širom Jugoslavije. U odnosu na prve posleratne primere kod kojih je kružna veza prisutna u svedenom obliku, kasniji primeri nastali tokom sedamdesetih godina ukazuju na umeće projektanata da funkcionalnim strukturisanjem prostora ostvare složene cirkularne sheme, koje se kod pojedinih primera graniče sa konceptom „tekućeg“ prostora.“ (Alfirević Đ. i Simonović Alfirević S., 2016)



Slika 4. Troiposoban stan A1 sa kružnom vezom u okviru lamele A.

Pored toga, kako ističe Jovanović-Nenadović, lociranje tehničkog bloka u centralnom delu stana tako da predstavlja svojevrsni konstitutivni motiv stana - komandni most - centralna tačka kontrole upravljanja domaćinstvom, postala je prepoznata kao karakterističan pristup organizacije stana. (Ristić Trajković J., Stojiljković D., Međo V., 2015)

Na analiziranom primeru troiposobnog stana A1 u okviru lamele A se jasno vidi primena već navedenih i utvrđenih principa projektovanja 60-tih i 70-tih godina prošlog veka, a koji su se javljali kao koncepti habitoloških nastojanja u stanovanju u vidu stana sa proširenom komunikacijom, stana sa centralnim sanitarnim jezgrom, stana sa kružnom vezom itd. U konkretnom slučaju prikazanih stanova radi se o kombinaciji ovih principa čime je postignuti kvalitet stanovanja podignut na viši nivo.

4. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Na osnovu odabranih i analiziranih reprezentativnih primera objekata u Nišu, nastalih u dva razdoblja jedne epohe koju zovemo Socijalistička Jugoslavija, može se izvesti nekoliko zaključaka. Najpre, da prikazani objekat, kao i mnogi drugi koji su izgrađeni u tim vremenskim razdobljima, jeste nastao kao posledica ogromnog napora i težnje na nivou tadašnje države da se sem velikog izgrađenog fonda u stanogradnji postigne i određeni kvalitet u realizaciji objekata, prvenstveno u strukturiranju funkcionalne organizacije stanova. Zatim, da je prisutan očigledan tehnološki napredak u drugom razdoblju tzv. „Kasne“ Moderne, koji je omogućio još veće povećanje standarda, upotrebu novih konstruktivnih sistema, montažni način izgradnje i prefabrikaciju elemenata, kao i povišenu spratnost. Da je uticaj Vojske, odnosno tadašnje JNA kao investitora, umnogome doprineo da pomenuti kvalitet prvenstveno u funkcionalnom, a svakako i u oblikovnom smislu, dostigne potrebni nivo. Period posleratne intenzivne stambene izgradnje, kako u Beogradu i ostalim većim i manjim gradovima bivše Jugoslavije tako i u Nišu, mora se posmatrati kroz prizmu samoupravnog socijalizma koji se po (Ristić Trajković J., Stojiljković D., Međo V., 2015) „prvenstveno povezuje sa ostvarenim kvalitetom stanovanja u smislu humanizacije okruženja i funkcionalne organizacije stambenih jedinica. Moderna stambena arhitektura i urbanizam su posmatrani kao reprezentacija društvenih, političkih, ekonomskih, demografskih i kulturnih promena u periodu socijalizma.“

Takođe, u prilog činjenicama o osobenim karakteristikama stambene arhitekture posleratne Jugoslovenske Moderne generalno pa tako i Niške, ide i razmatranje (Alfirević Đ. i Simonović Alfirević S., 2018) koji u svom naučno-istraživačkom radu između ostalog navode: „Uspostavljanje granica egzistencijalnog minimuma u kolektivnom stanovanju, maksimalno prostorno "pakovanje" i optimalna funkcionalnost stanova, bili su osnovni imperativi unutar kojih je vremenom nastajala težnja ka eksperimentisanju sa novim stambenim obrascima s ciljem iznalaženja pragmatičnijih i humanijih rešenja u okviru masovne stambene izgradnje velikih gustina. ...može da se okarakteriše velik broj različitih primera organizacije stana, nastalih u periodu od 1945. do 1991. godine u Jugoslaviji, koji su za polazište imali bar jedan od prikazanih habitoloških koncepata - proširenu komunikaciju, kružnu vezu, centralno sanitarno jezgro ili produžene vizure u vidu enfilada.“

Nesumnjivo je da jedan takav globalni pokret kao što je Moderna sobom nosi i mnoge objektivne nedostatke na svim nivoima gradnje. Međutim, ako arhitektura treba da odražava stanje duha određenog perioda, političko-ekonomskih uslovnosti, i da predstavlja kulturno-socijalni fenomen koji u sebi sublimira raznovrsnosti određene sredine u kojoj se gradi, onda svakako da niška Moderna u posleratnom periodu zaslužuje pažnju u vidu istraživanja i detaljnijih analiza, jer je nepobitna činjenica da se u to vreme projektovalo i gradilo posvećujući punu pažnju i zajednici i pojedincu, i gradu i stanu.

LITERATURA

- [1] Keković A., (2008), Stambena arhitektura Niša u pokretu Moderna između dva svetska rata, doktorska disertacija, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Univerzitet u Nišu.
- [2] Jovanović G., (2007), Istraživanje uzajamnog odnosa organizacije stana i organizacije sklopa tipskog sprata stambenih zgrada, doktorska disertacija, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Univerzitet u Nišu
- [3] Petrović M., (2021), Arhitektura višeporodičnog stanovanja niša u periodu moderne od 1945 - 1980., doktorska disertacija, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Univerzitet u Nišu.
- [4] Alfirevic Đ., Simonovic Alfirevic S. „Socialist Apartment' in Yugoslavia: Paradigm or Tendency?“. *Spatium* (Belgrade), No. 40 (2018), pp. 8-17.
- [5] Ristić Trajković J., Stojiljković D., Međo V. „, influence of the socialist ideology on the conception of multi-family housing: new urban landscape and the typological models of housing units“, *Facta Universitatis (Niš), Architecture and Civil Engineering*, Vol. 13, No 2, 2015, pp. 167 – 179
- [6] Janić P., “Izvod iz glavnog projekta za SPZ P+M+4, blok D na Trgu 14. Okt. u Nišu“, *Istorijski arhiv u Nišu, Tehn. Izveštaj*, str. 2
- [7] Milašinović Marić D., (2009), Srpska arhitektura šeste decenije dvadesetog veka, doktorska disertacija, Filozofski fakultet, Odeljenje za istoriju umetnosti, Univerzitet u Beogradu
- [8] Steel J. *Architecture in process*, Academy editions, Great Britain, 1994.
- [9] Hičkok, Džonson; *Internacionalni stil*, Građevinska knjiga Beograd, Beograd, 1996.

POREKLO ILUSTRACIJA

Slika 1. *Monografija i izložba „50 objekata Moderne Niša 1970.-1990., DAN Niša, 2012, str. 41*

Slika 2. *Marjan Petrović - na osnovu dela grafičke dokumentacije glavnog projekta iz Istorijskog arhiva Niša*

Slika 3. *Marjan Petrović - na osnovu dela grafičke dokumentacije glavnog projekta iz Istorijskog arhiva Niša*

Slika 4. *Marjan Petrović - na osnovu dela grafičke dokumentacije glavnog projekta iz Istorijskog arhiva Niša*



UPOREDNA ANALIZA REZULTATA ISPITIVANJA BETONA SA RAZLIČITIM KOLIČINAMA PRIMESA ELEKTROFILTERSKOG PEPELA COMPARATIVE ANALYSIS OF CONCRETE TEST RESULTS WITH DIFFERENT AMOUNTS OF ELECTROFILTER ASH ADMIXTURES

Dušan Kocić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Jelena Bijeljčić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj - Poboljšanje karakteristika cementnog betona moguće je izvršiti dodavanjem ili delimičnom zamenom osnovnog veziva odgovarajućim primesama ili suplementima. U ovom radu dati su rezultati ispitivanja karakteristika betonskih mešavina kod kojih je kao osnovno vezivo korišćen cement. Ispitivane su četiri serije betona. Prva serija betona spravljena je samo sa cementom kao vezivom i nazvana je etalon. Kod ostalih betonskih mešavina izvršena je delimična zamena cementa industrijskim nusproizvodom - elektrofilterskim pepelom (FA) u procentno-masenom iznosu od 10 % do 30%, pri koraku zamene od 10 %. Ispitivanje betona u svežem stanju izvršeno je nakon spravljanja, dok je ispitivanje mehaničkih karakteristika betona izvršeno po dostizanju starosti od 7, 28 i 56 dana. Prema dobijenim rezultatima ispitivanja može se zaključiti da upotreba FA u betonu utiče na promenu mehaničkih karakteristika betona.

Gljučne reči: Beton, Elektrofilterski pepeo, čvrstoća pri pritisku, čvrstoća pri zatezanju cepanjem.

Abstract - It is possible to improve the characteristics of cement concrete by adding or partially replacing the basic binder with appropriate admixtures or supplements. This paper presents the results of testing the characteristics of concrete mixes where cement was used as the basic binder. Four concrete series were tested. The first series of concrete was made only with cement as a binder and was called the standard. In other concrete mixes, cement was partially replaced with an industrial by-product - fly ash (FA) in the percentage-mass amount of 10% to 30%, at a replacement step of 10%. Testing of concrete in its fresh state was carried out after preparation, while testing of mechanical characteristics of concrete was carried out after reaching the age of 7, 28 and 56 days. According to the obtained test results, it can be concluded that the use of FA in concrete affects the change in the mechanical characteristics of concrete.

Key words: Concrete, Fly ash, Compressive strength, Splitting tensile strength

1. UVOD

Svetski trendovi u polju ekologije, koji se prenose i na građevinarstvo, promovišu racionalnije iskorišćenje građevinskog materijala i smanjenje njegovog štetnog uticaja na životnu sredinu. Poslednjih godina u Srbiji, posebnu pažnju privlači građevinski otpad i industrijski nusproizvodi [1]. Nusproizvodi koji se mogu koristiti kao vezivni materijali su mnogobrojni i nastaju u mnogim granama teške i lake industrije. Najčešće korišćeni nusproizvod u građevinarstvu je elektrofilterski pepeo (FA), a za to ima nekoliko ključnih razloga. Najpre, dostupan je u velikim količinama, a zatim, njegove povoljne fizičke osobine. FA se definiše kao fini prah dobijen elekterostatičkim ili mehaničkim taloženjem praškastih čestica iz dimnog gasova peći loženih spršenim ugljem [2].

Energetski sistem Srbije se bazira pretežno na termoelektranama. Postoji osam aktivnih termoelektrana čija je osnovna delatnost proizvodnja energije, a kao glavno pogonsko gorivo koristi se ruda lignita. U samo dve termoelektrane

„Kolubara“ i „Kostolac“ se na godišnjem nivou sagori blizu 32 miliona tona lignita poreklom iz rudarskih basena. Tom prilikom nastane blizu 6 miliona tona otpada u vidu elektrofilterskog pepela koji najčešće biva deponovan. Ako se uzme u obzir da se elektrofilterski pepeo može koristiti kao osnovno vezivo za spravljanje geopolimera, jasno je da Srbija ima potencijal da se razvija u ovoj oblasti. Većom upotrebom elektrofilterskog pepela smanjilo bi se zagađenje životne sredine, a prostor planiran za deponovanje racionalnije iskoristio [3].

2. DETALJI EKSPERIMENTA

U ovoj studiji cement i elektrofilterski pepeo korišćeni su kao vezivni materijali. Kao osnovno vezivo za proizvodnju betona korišćen je CEM II 42.5 R kompanije „Titan“ iz Kosjerića. Zapreminska masa korišćenog cementa je do 360 kg/m³. FA potiče iz termoelektrane Kostolac „B. Prethodno je FA propušten kroz sito sa otvorima od 0,09 mm. Hemijski sastav cementa i FA je dat u tabeli 1. Korišćen agregat, za izradu svih betonskih uzoraka korišćen je rečni trofrakcijski agregat poreklom iz Južne Morave. Ukupna zapreminska masa agregata iznosi 1820 kg/m³.

Tabela 1. Hemijski sastav elektrofilterskog pepela i cementa.

SiO ₂	Elektrofilterski pepeo	51,68	Cement	19,3
Fe ₂ O ₃		11,58		2,87
Al ₂ O ₃		20,16		4,28
CaO		7,43		62,8
MgO		2,41		2,2
SO ₃		1,02		3,05
P ₂ O ₅		0,12		0,06
TiO ₂		1,04		0,01
Na ₂ O		0,88		0,21
K ₂ O		1,04		0,91

Korišćen agregat, za izradu svih betonskih uzoraka, je rečni trofrakcijski agregat poreklom iz Južne Morave. Ukupna zapreminska masa agregata iznosi 1820 kg/m³.

Za potrebe ispitivanja izrađeno je četiri serije različitih betonskih mešavina u kojima je izvršena delimična zamena cementa u iznosu od 10 % – 30 % sa korakom zamene 10 % u odnosu na masu veziva. Prva betonska mešavina nazvana je etalon mešavina i označena je oznakom „E“. Mešavina spravljena sa 90 % procentno-masenog udela cementa kao veziva i 10 % elektrofilterskog pepela nazvana je „10 P“. Mešavina spravljena sa 80 % procentno-masenog udela cementa kao veziva i 20 % elektrofilterskog pepela nazvana je „20 P“. Slična analogija označavanja usvojena je i za mešavinu spravljenu sa 30 % procentno-masenog udela elektrofilterskog pepela kao veziva pa je shodno tome mešavina označena „30 P“. Mix design pomenutih mešavina za 1 m³ betonske mešavine dat je u Tabeli 2. Prilikom spravljanja betonske mešavine plastifikator Master Glenium Sky 695 BASF.

Tabela 1. Projektovane mešavine ispitanih betonskih mešavina za 1m³ betona.

Naziv mešavine		E	10 P	20 P	30 P
Sastav mešavine	Cement kg/m ³	360	330	300	270
	Elektorfilterski pepeo	-	30	60	90
	0/4 kg/m ³	840	830	805	785
	4/8 kg/m ³	290	290	280	275
	8/16 kg/m ³	690	680	665	650
	Aditiv %	0,6	0,6	1	1
	Voda kg/m ³	180	180	195	205

3. TOK EKSPERIMENTA

Mešanje cementnih mešavina vršeno je u laboratorijskoj protivstrujnoj mešalici proizvođača „Metalika Sopot“. Korišćena mešalica je sa vertikalnom osovinom i kapaciteta bubnja za mešanje od 50 litara. Prilikom spravljanja cementnih betonskih mešavina i sa dodatkom FA postupak pripreme je počinjao sa kvašenjem bubnja mešalice, nakon čega je izvršeno merenje i sipanje agregata u bubanj mešalice. Potom, u cilju ravnomernijeg kvašenja agregata dodata polovina

projektovane količine vode za spravljanje betona. Mešanje agregata i vode je trajalo 30 sekundi, nakon čega su dodavane i ostale komponente. Ukupno vreme mešanja betona u bubnju mešavine iznosilo je 5 minuta [4].

Određivanje zapreminske mase betona u svežem (ugrađenom stanju) izvršeno je prema standardu - SRPS EN 12350-6:2019 [5]. Nakon spravljanja svež beton uliven je u metalni sud zapremine 8 litara nakon čega je izvršeno merenje betona na laboratorijskoj vagi proizvođača „Fuzhou Kerndy Electronics“. Određivanje konzistencije metodom sleganja izvršeno je metodom slump flow test. Ispitivanje je vršeno prema standardu – SRPS EN 12350-8:2019 [6]. Na slici 1 prikazan je beton četvrte serije, sa udelom od 30% elektrofilterskog pepela, nakon ispitivanja metodom sleganja. Ispitivanje sadržaja vazduha u svežem betonu izvršeno je prema standardu SRPS EN 12350-7:2019 [7]. Sadržaj uvučenog vazduha određen je pomoću uređaja – porozimetra. proizvođača „Testing“ čija je zapremina posude 8 litara. Na slici 1 prikazan je beton nakon spravljanja i ulivanja u plastične kalupe, dok je na slici 2 prikazan je beton iste serije nakon ispitivanja procenta uvučenog vazduha u svežu betonsku mešavinu.

Na uzorcima očvrstlog betona oblika kocke izvršeno je ispitivanje čvrstoće pri pritisku, dok je na betonskim uzorcima oblika cilindra izvršeno ispitivanje čvrstoće pri zatezanju cepanjem. Za svaku seriju betonske mešavine izrađena su po tri probna tela oblika kocke i po tri probna tela oblika cilindra. Dimenzije probnih tela oblika kocke iznose 100x100x100 mm, a dimenzije probnih tela oblika cilindra su visine 100 mm i prečnika 99 mm.



Slika 1. Izgled uzoraka betona nakon uzlivanja u plastične kalupe.



Slika 2. Ispitivanje procenta uvučenog vazduha u svežu betonsku masu.

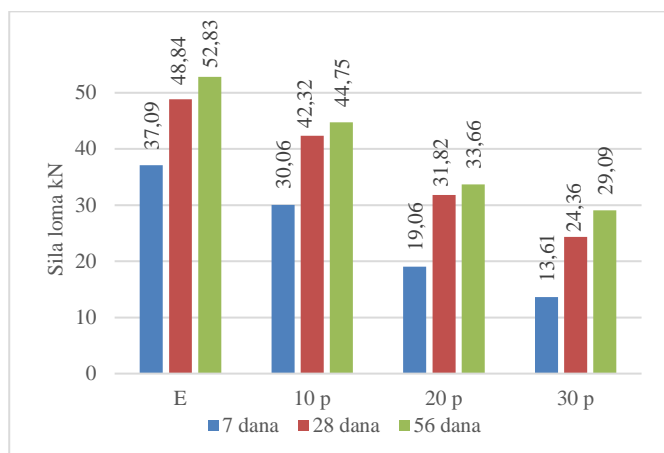
4. REZULTATI I DISKUSIJE

Nakon spravljanja betona izvršeno je ispitivanje zapremisne mase u svežem stanju, parametara konzistencije metodom sleganja i procenta uvučenog vazduha u svežu betonsku mešavinu. Rezultati ispitivanja dati su u tabeli 3.

Tabela 3. Rezultati ispitivanja betona u svežem stanju.

Naziv mešavine	Ispitivani parametri			
	Zapreminska masa u svežem stanju kg/m ³	Temperatura °C	Konzistencija metodom sleganja mm	Procent uvučenog vazduha %
E	2362	22,8	170	3,1
10 P	2362	22,8	165	3,1
20 P	2310	22,9	160	3,4
30 P	2279	22,8	110	3,5

Sleganje betona probnih tela serije etalona „E“ iznosilo je 170mm. Takođe, određen je i procenat uvučenog vazduha i on za ovu mešavinu iznosi 3,1 %. Sleganje betona serije „10 P“ iznosilo je 165 mm, dok je izmereni procenat uvučenog vazduha iznosio 3,1 %. Ukupna količina uvučenog vazduha je 3,1 %. Na trećoj seriji betona, oznake „20 P“, koja je spravljena tako da njen sastav veziva čini 20% udela FA, izmerena temperatura betona iznosila je 22,9 °C. Mera sleganja ove serije betona iznosila je 160 mm, dok je procenat uvučenog vazduha bio 3,4 %. U konačnom, izmerene su karakteristike betona u svežem stanju serije oznake „30 P“. Temperatura svežeg betona iznosila je 22,8 °C. Izmereno sleganje ove serije betona iznosilo je 110 mm, dok je procenat uvučenog vazduha bio 3,5%. Po dostizanju potrebne starosti betona ispitivana su mehaničke karakteristike betona. Rezultati ispitivanja čvrstoće pri pritisku betona dati su na slici 3, dok su rezultati ispitivanja zatezanja metodom cepanja dati na slici 4. Prema rezultatima ispitivanja čvrstoće pri pritisku koji su dati na Slici 3 može se jasno uočiti da postoji trend opadanja čvrstoće pri pritisku između ispitivanih uzoraka mešavina „10 P“ i „20 P“.

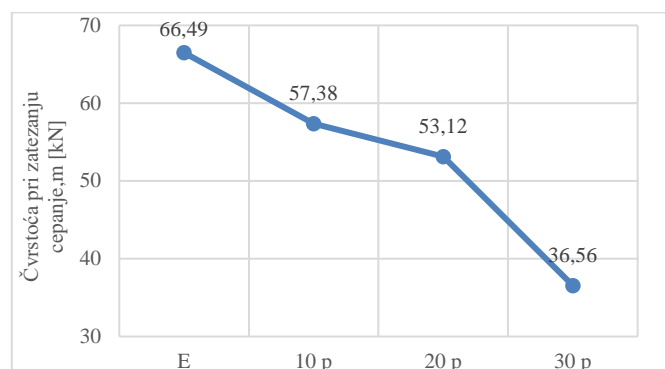


Slika 1. Rezultati ispitivanja čvrstoće pri pritisku betona.

Najveća razlika čvrstoće pri pritisku javlja se kod uzoraka ispitanih nakon 7 dana. Zapravo, probno betonsko telo sa 20%

udela FA ima manju čvrstoću pri pritisku za 36,59 % od uzoraka betona spravljenog sa 10 % FA. Ova razlika kod istih serija uzoraka ispitanih nakon 28 i 56 dana iznosi približno 25 %. Najmanja razlika čvrstoće pri pritisku izmerena je kod uzoraka starosti 56 dana oznake „20 P“ i „30 P“. Izmerena razlika čvrstoće pri pritisku spomenutih serija iznosila je 13,58 %. Trend opadanja sile loma u funkciji promene udela FA, uočena je kod svih ispitanih serija. Vrednost sile loma, za ispitane uzorke nakon 56 dana, opala je za 44,94 %. Uzorci ispitani nakon 7 dana beleže pad vrednosti sile loma za 63,31%, što je očekivano. Razlika čvrstoće pri pritisku serija probnih tela ispitanih nakon 28 i 56 dana je zanemarljiva u poređenju sa razlikom koja se može uočiti poređenjem rezultata nakon 7 i 28 dana.

Na slici 4 datu rezultati ispitivanja čvrstoće pri zatezanju cepanjem. Ispitivanje je sprovedeno na uzorcima oblika cilindra. Prema prikazanim rezultatima zaključuje se da je čvrstoće pri zatezanju cepanjem izmerena na uzorcima serija „20 P“ i „30 P“. Pomenuta razlika iznosila 31,17%. Najmanja razlika čvrstoće pri zatezanju cepanjem izmerena je na uzorcima „10 P“ i „20 P“ što iznosi 7,42%. Ukupan pad sile lome, između uzoraka etalona „E“ i serije betona oznake „30 P“ iznosila je 45,01%.



Slika 2. Rezultati ispitivanja čvrstoće pri zatezanju betona metodom cepanja.

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu je sprovedeno istraživanje uticaja različitog procenta elektrofilterskog pepela po masenom odnosu na sveže i očvrstlo stanje betona. Betonske mešavine su projektovane korišćenjem portland cementa i letećeg pepela u količini do 30% mase, u koraku zamene od 10%, u cilju poboljšanja svojstava betona.

Rezultati se mogu sumirati na sledeći način:

- primećen je pad vrednosti zapreminske mase sa povećanjem udela elektrofilterskog pepela;
- vrednost sleganja etalona i uzorka „P30“ iznosi 35,29 %. Procenat vrednosti sleganja raste rapidno u funkciji povećanja količine elektrofilterskog pepela;
- razlika čvrstoće pri pritisku beleži trend konstantnog pada vrednosti. razlika samih vrednosti opada u funkciji vremena.
- čvrstoća pri zatezanju cepanjem najveću razliku, u odnosu na etalon, beleži na uzorku „P30“. Kao optimalna količina elektrofilterskog pepela, u funkciji smanjenja čvrstoće pri zatezanju cepanjem, može se smatrati uzorak „P20“.

LITERATURA

- [1] M. M. Životić, D. D. Stojiljković, A. M. Jovović, V. V. Čudić (2012): „Mogućnost korišćenja pepela i šljake sa deponije termoelektrane „Nikola Tesla“ kao otpada sa upotrebnom vrednošću“, *Hemijska industrija*, Vol. 66(3), pp. 403-412.
- [2] SRPS EN 450-1:2014: *Leteći pepeo za beton — Deo 1: Definicija, specifikacije i kriterijumi usaglašenosti*.
- [3] J. Bijeljić (2020): „Mogućnost primene industrijskih nusproizvoda u geopolimernim malterima i betonima na bazi elektrofilterskog pepela“, doktorska disertacija, Univerzitet u Nišu, Građevinsko – arhitektonski fakultet Niš.
- [4] I. Despotović (2015): „Svojstva samougrađujućeg betona spravljenog sa recikliranim agregatom i različitim mineralnim dodacima“, *Građevinski materijali i konstrukcije*, Vol. 58(4), pp. 3-20.
- [5] SRPS EN 12350-6:2019: *Ispitivanje svežeg betona – Deo 6: Zapreminska masa*.
- [6] SRPS EN 12350-8:2019: *Ispitivanje svežeg betona – Deo 8: Samougrađujući beton – Ispitivanje rasprostiranja sleganjem*.
- [7] D. Adak, M. Sarkar, S. Mandal (2014): „Effect of nanosilica on strength and durability of fly ash based geopolymer mortar“, *Construction and building materials*, Vol. 70, pp. 453–459.



ANALIZA AKUSTIČKIH PARAMETARA LF, LFC I IACC JEDNE VIŠENAMENSKE SALE

ANALYSIS OF THE ACOUSTIC PARAMETERS LF, LFC AND IACC OF ONE MULTIPURPOSE HALL

Violeta Stojanović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Zoran Milivojević, *MB Univerzitet Beograd, Teodora Drajzera 20, Beograd.*

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

Sadržaj - U ovom radu izvršena je analiza akustičkih parametara: LF, LFC i IACC u jednoj višenamenskoj hali s ciljem određivanja mernih pozicija slušalaca u kojima bi oni imali najbolji osećaj kvaliteta zvučne prostornosti. U prvom delu rada: a) opisan je eksperiment, b) na osnovu akustičke analize impulsnih odziva i algoritma procene izračunate su njihove vrednosti i c) prikazani su rezultati eksperimenta grafički i tabelarno. U drugom delu rada izvršena je komparacija rezultata na osnovu koje je dat zaključak.

Ključne reči: Impulsni odziv. Prostornost zvuka. LF, LFC, IACC. ISO 3382.

Abstract - In this paper, an analysis of acoustic parameters: LF, LFC, and IACC in a multipurpose hall, aiming to determine the measurement positions for listeners in which they would have the best sense for the quality of spaciousness in sound. In the first part of the paper: a) the experiment is described, b) based on the acoustic analysis of impulse responses and estimation algorithms, their values are calculated, and c) the results of the experiment are presented graphically and in tabular form. In the second part of the paper, a comparison of the results was performed, leading to the conclusion.

Key words: Room impulse response. The spaciousness of the sound. LF, LFC, IACC. ISO 3382.

1. UVOD

Višenamenske prostorije su akustički veoma zahtevne jer one moraju zadovoljiti neophodne uslove slušalaca, kako one na konferencijskim skupovima tako i one na raznim muzičkim dešavanjima. Jedna od bitnih ocena dobre akustike ovakvih prostorija je ocena impresije prostornosti zvuka koja se odnosi na dva efekta [1]: 1) percepciju širine zvučnog izvora i 2) stanje difuznosti zvučnog polja koje "okružuje slušaoca". Subjektivnim ispitivanjima utvrđeno je da se za ocenu impresije prostornosti zvuka mogu koristiti dva akustička parametra koja se mogu dobiti iz impulsnog odziva prostorije: rana lateralna energija tj. frakcija lateralne energije i interauralna međukorelacija.

1971. god. Marshall i Barron su proučavali deo zvučne energije koja dolazi do slušaoca u prvih 80 ms od pobude i širi se u lateralnom smeru i kao rezultat njihovog izučavanja definisali su akustički parameter - rana lateralna energija LF [2]: Frakcija lateralne energije LFC (**engl.** *Lateral energy fraction*) će biti uvedena u akustička razmatranja 1989. god. od strane Kleiner-a. 1974. god. Ando je uveo: a) koeficijent interauralne međukorelacije IACC (**engl.** *Interaural Cross-Correlation Coefficient*) koji je definisao za vreme $t = 0 \div \infty$ ili vreme reda veličine vremena reverberacije, b) koeficijent interauralne međukorelacije za rane refleksije $IACC_E$ koji je definisao za vreme $t = 0 \div 80$ ms i c) koeficijent interauralne

međukorelacije za kasne refleksije $IACC_L$ koji je definisao za vreme $t = 80$ ms $\div \infty$.

Objektivne mere za opisivanje akustičkih karakteristika neke prostorije nisu iste širom čitave prostorije [3]. LF i IACC takođe imaju promenljive vrednosti na prednjim i zadnjim sedištima slušaoca (Bredli, 1994.). Zato se ovi parametri obično mere na više pozicija rasutih po prostoriji. 1985. god. Ando je utvrdio da akustičke osobine na određenim mestima u prostoriji treba procenjivati na osnovu subjektivnog opredeljenja slušalaca i da svaki slušalac potencijalno može pronaći svoje sedište u prostoriji [4].

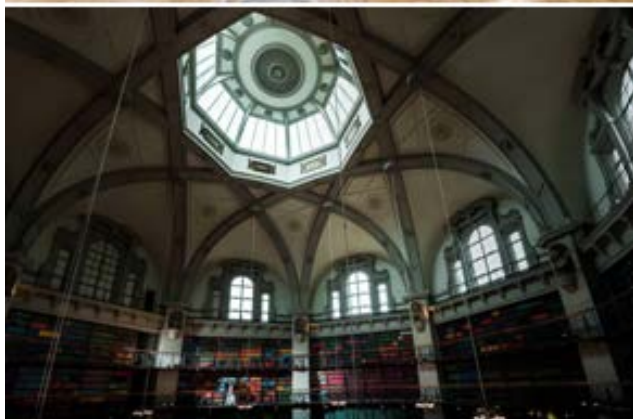
U ovom radu analizirani su akustički parametri: a) LF i LFC na centralnim frekvencijama definisanim po oktavama $f_c \in \{125, 250, 500, 1000, 2000, 4000\}$ Hz, b) LF_4 i LFC_4 na centralnim frekvencijama $f_c \in \{125, 250, 500, 1000\}$ Hz i c) $IACC_{E3}$ na centralnim frekvencijama $f_c \in \{500, 1000, 2000\}$ Hz za akustički prostor „Octagon at the Mile End campus of Queen Mary“, na Univerzitetu u Londonu. Analiza je izvršena sa ciljem da se ispita kakvu percepciju imaju slušaoci o kvalitetu prostornosti zvuka u hali u zavisnosti od njihove lokacije u njoj. Izabrano je pet grupacija mernih pozicija (MP) slušalaca. Akustički parametri su dobijeni pomoću impulsnih odziva hale a njihovo dalje izračunavanje, međusobna komparacija kao i komparacija sa vrednostima datim Standardom ISO 3382 izvršena je pomoću programskih

paketa ARTA i Matlab. Nakon toga se došlo do određenih zaključaka.

Organizacija rada je sledeća: u sekciji 2 objašnjen je eksperiment, prikazani su rezultati i analiza akustičkih parametara prostornosti zvuka kao i korelacije akustičkih parametara. Sekcija 3 je zaključak.

2. EKSPERIMENT

Cilj eksperimenta je analiza akustičkih parametara koji primarno karakterišu prostornost zvuka: LF , LFC i $IACC_E$ za halu „Octagon at the Mile End campus of Queen Mary“ na Univerzitetu u Londonu (slika 1.).

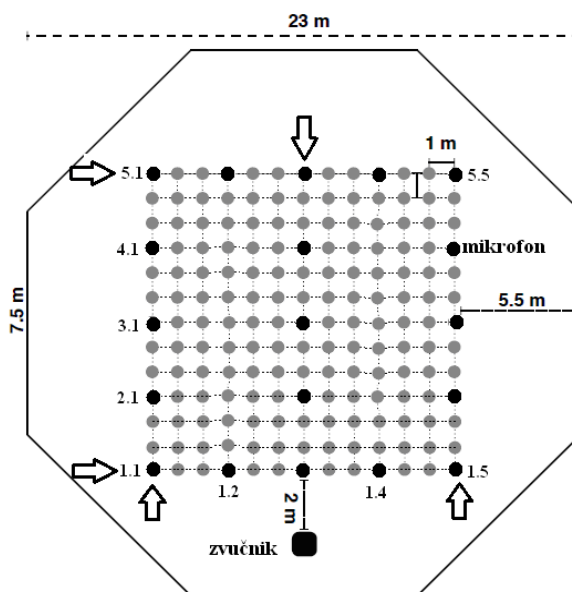


Slika 1. Prikaz „Oktagon“ sale.

„Octagon“ je građevina sagrađena u viktorijanskom stilu 1887. god. u istočnom Londonu [5]. Nastala je kao glavna biblioteka „Queen Mary's College“ i bazirana je na dizajnu čitaonice britanske biblioteke smeštene u Britanskom muzeju. Prečnika je preko 23 metara. Uzdiže se do visine od preko tri sprata sa prelepim prozorima i centralnom kupolom. Kupola plafona je visine 21 m. Ima dve galerije od livenog gvožđa koje okružuju celu zgradu. Restaurirana je 2006. godine pri čemu su na svih 8 zidova, koji su visine 7.5 m, postavljene biste poznatih književnika a na galerijama police na kojima su knjige u kožnim povezima jarkih boja. Ima drveni pod, plafon je obložen gipsom a zapremina joj je 9500 m³. „Octagon“ se danas koristi za razne događaje: TV reportaže, bankete, večere, prijeme, konferencije, muzičke događaje ili kao izložbeni prostor.

U ovom radu vrednosti akustičkih parametara LF , LFC i $IACC$ su određene na osnovu impulsnih odziva prostorije „Octagon“, snimljenih od strane „Centre for Digital Music“ sa „Queen Mary“ Univerziteta u Londonu [6] i programskih paketa ARTA i Matlab.

Akustički parametri analizirani su u 19 mernih pozicija (MP) oktagonske sale (za svaku frekvenciju mernog opsega) koje su raspoređene u: a) prvom i poslednjem redu od zvučnog izvora, b) prvim bočnim redovima sa leve i desne strane od zvučnog izvora i c) srednjem redu duž sale, naspram zvučnog izvora (sl. 2.).



Slika 2. Prikaz analiziranih mernih pozicija i zvučnog izvora u sali.

Izračunate su i analizirane srednje vrednosti parametara: a) za svaku frekvenciju mernog opsega u svim MP koje su grupisane po navedenim redovima u sali i b) na osnovu Standarda ISO – 3382 (tabela 1.) za svaku MP posebno i za sve njihove grupacije.

Tabela 1. Definisanaost LF , LFC i $IACC_E$ prema ISO-3382 [1].

Parametar	Definisanaost
Rana lateralna energije LF	$LF_4 = 1/4 (LF^{125Hz} + LF^{250Hz} + LF^{500Hz} + LF^{1kHz})$
Fracija lateralne energije LFC	$LFC_4 = 1/4 (LFC^{125Hz} + LFC^{250Hz} + LFC^{500Hz} + LFC^{1kHz})$
Koeficijent interauralne kros-korelacije $IACC_E$	$IACC_{E3} = 1/3 (IACC_E^{500Hz} + IACC_E^{1kHz} + IACC_E^{2kHz})$

Na osnovu komparacije dobijenih vrednosti donosi se zaključak o tome koji bi slušaoci, u zavisnosti od njihovog odabira mesta u hali, imali bolji osećaj o kvalitetu prostornosti zvuka u sali.

2.1 Rezultati

U tabelama 2. – 4. prikazane su srednje vrednosti akustičkih parametara LF i LFC na centralnim frekvencijama $f_c \in \{125, 250, 500, 1000, 2000, 4000\}$ Hz u MP koji se nalaze u prvom i poslednjem redu od zvučnog izvora, u prvim bočnim redovima sa leve i desne strane od zvučnog izvora i u srednjem redu duž sale. U tabeli 5. prikazane su vrednosti parametra $IACC_{E3}$ za sve MP na datim frekvencijama. Srednje vrednosti analiziranih akustičkih

parametara izračunatih prema Standardu ISO-3382 date su u tabeli 6.

Prikaz srednjih vrednosti akustičkih parametara LF i LFC u funkciji frekvencija koje pripadaju odabranom mernom opsegu u MP koji se nalaze: a) u prvom i poslednjem redu od zvučnog izvora dat je na slici 3. i b) u prvim bočnim redovima sa leve i desne strane od zvučnog izvora i u srednjem redu duž sale dat je na slici 4. Na slici 5. data je zavisnost parametra $IACCE$ od frekvencija u naznačenom opsegu.

Tabela 2. Srednje vrednosti analiziranih akustičkih parametara za svaku frekvenciju mernog opsega u MP koji se nalaze u prvom i poslednjem redu od zvučnog izvora.

f (Hz)	Prvi red MP od zvučnog izvora		Poslednji red MP od zvučnog izvora	
	LF	LFC	LF	LFC
125	0.779	0.783	0.844	0.842
250	0.622	0.624	0.622	0.627
500	0.107		0.121	
1000	0.107		0.038	
2000	0.031		0.02	
4000	0.033		0.035	

Tabela 3. Srednje vrednosti analiziranih akustičkih parametara za svaku frekvenciju mernog opsega u MP koji se nalaze u prvim bočnim redovima sa leve i desne strane od zvučnog izvora.

f (Hz)	Prvi bočni red MP sa leve strane zvučnog izvora		Prvi bočni red MP sa desne strane zvučnog izvora	
	LF	LFC	LF	LFC
125	0.817	0.83	0.818	
250	0.627	0.631	0.623	0.627
500	0.12		0.117	0.118
1000	0.024		0.025	0.026
2000	0.021		0.025	
4000	0.038		0.04	

Tabela 4. Srednje vrednosti analiziranih akustičkih parametara za svaku frekvenciju mernog opsega u MP koji se nalaze u srednjem redu duž sale.

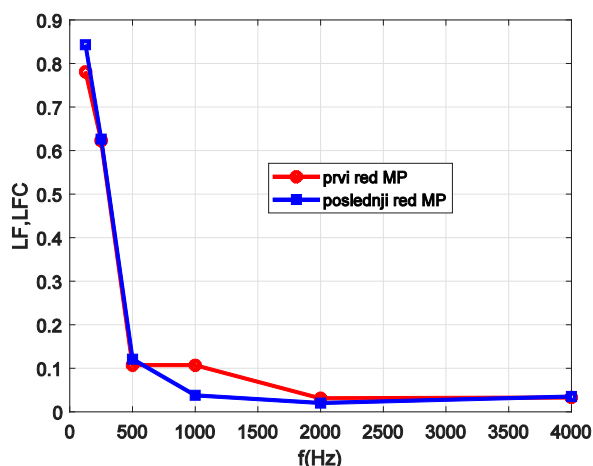
f (Hz)	Srednji red MP duž sale	
	LF	LFC
125	0.851	0.852
250	0.661	0.663
500	0.102	0.103
1000	0.043	0.043
2000	0.024	0.024
4000	0.028	0.028

Tabela 5. Vrednosti $IACCE$ za sve MP na frekvencijama $f_c \in \{500, 1000, 2000\}$ Hz.

f (Hz)	500	1000	2000
$IACCE_3$	1	1	1

Tabela 6. Srednje vrednosti analiziranih akustičkih parametara izračunatih prema Standardu ISO-3382.

	LF_4	LFC_4	$IACCE_3$
Prvi red MP od zvučnog izvora	0.404	0.405	1
Poslednji red MP od zvučnog izvora	0.407	0.407	
Prvi bočni red MP sa leve strane zvučnog izvora	0.397	0.401	
Prvi bočni red MP sa desne strane zvučnog izvora	0.396	0.397	
Srednji red MP duž sale	0.399	0.399	

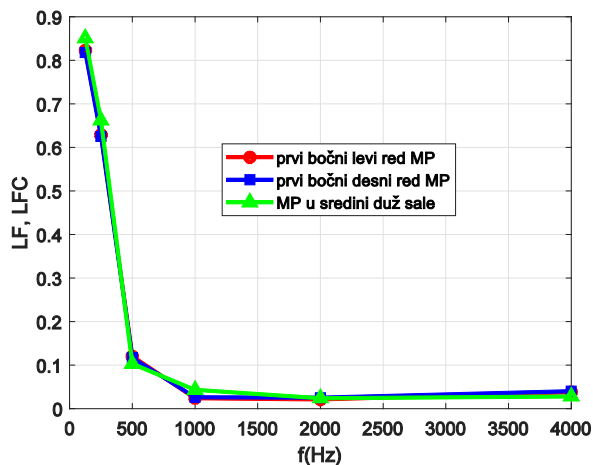


Slika 3. Srednje vrednosti LF i LFC na centralnim frekvencijama mernog opsega definisanog po oktavama u MP koji se nalaze u prvom i poslednjem redu od zvučnog izvora.

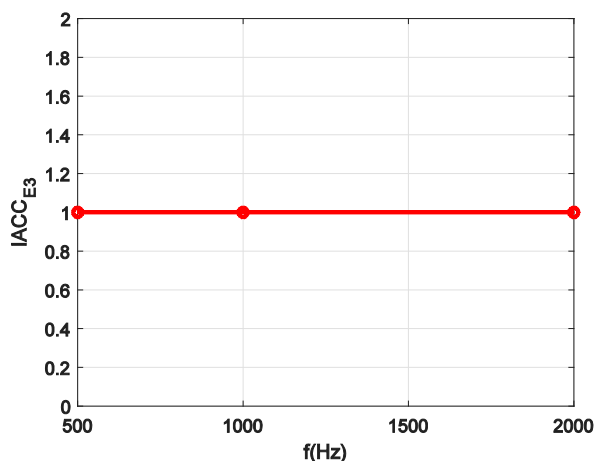
2.2 Analiza rezultata

Na osnovu rezultata prikazanih u tabelama 2. - 6. i na slikama 3. - 5. zaključuje se sledeće:

- akustički parametri LF i LFC imaju jednake ili približno jednake srednje vrednosti na centralnim frekvencijama $f = 125 \div 4000$ Hz u MP;
- njihove vrednosti za MP koje se nalaze u: a) prvom redu od zvučnog izvora pripadaju opsegu vrednosti $0.783 \div 0.31$, b) poslednjem redu od zvučnog izvora pripadaju opsegu vrednosti $0.844 \div 0.02$, c) prvom bočnom redu sa leve strane od zvučnog izvora pripadaju opsegu vrednosti $0.83 \div 0.025$, d) prvom bočnom redu sa desne strane od zvučnog izvora pripadaju opsegu vrednosti $0.818 \div 0.025$ i e) srednjem redu duž sale, naspram zvučnog izvora, pripadaju opsegu $0.852 \div 0.024$;



Slika 4. Srednje vrednosti LF i LFC na centralnim frekvencijama mernog opsega definisanog po oktavama u MP koji se nalaze u prvim bočnim redovima sa leve i desne strane od zvučnog izvora i u srednjem redu duž sale.



Slika 5. Vrednosti $IACC_{E3}$ na frekvencijama $f_c \in \{500, 1000, 2000\}$ Hz.

3) na frekvencijama $f_c \in \{125, 250\}$ Hz vrednosti su im veće od 0.6 ali su im na $f_c \in \{500, 1000, 2000, 4000\}$ Hz vrednosti u opsegu $0.02 \div 0.121$. Na $f_c = 500$ Hz, koja je bitna i za razumljivost govora, za sve analizirane MP, vrednosti ovih parametara su veće od 0.1 što ispunjava uslove Standarda. Za: 4) vrednosti ovih parametara, izračunate prema Standardu, LF_4 i LFC_4 , su približne - oko 0.4: a) za prvi red od zvučnog izvora: 0.404 i 0.405, b) za poslednji red od zvučnog izvora: imaju jednake vrednosti, 0.407, c) za prvi bočni red sa leve strane od zvučnog izvora: 0.397 i 0.401, d) za prvi bočni red sa desne strane od zvučnog izvora: 0.396 i 0.397 i e)) za srednji red duž sale imaju jednake vrednosti, 0.399. Ovi parametri imaju veće vrednosti od 0.25 što je kriterijum. za koncertne dvorane.

5) vrednosti koeficijenata interauralne kros-korelacije (za oktavni opseg signala $IACC_A$ i za rane refleksije $IACC_E$) za

sve MP iznose 1. Ovo je potvrda idealnog podudaranja prijema zvuka levim i desnim uvom kod slušaoca.

3. ZAKLJUČAK

U ovom radu izvršena je analiza akustičkih parametara koji karakterišu prostornost zvuka [5]: LF , LFC i $IACC_E$, na centralnim frekvencijama definisanim po oktavama $f_c \in \{125, 250, 500, 1000, 2000, 4000\}$ Hz, za višenamensku salu „Octagon at the Mile End campus of Queen Mary“ na Univerzitetu u Londonu.

Analiza parametara je izvršena za merne pozicije slušalaca koje su bile grupisane u redovima različito lociranim od zvučnog izvora. Za svaku grupaciju mernih pozicija: a) na srednjim frekvencijama analiziranog opsega, dobijene su srednje vrednosti parametara LF i LFC veće od 0.1 i b) srednje vrednosti parametara LF_4 i LFC_4 koje približno iznose 0.4 ($\overline{LF_4} = 0.401$ i $\overline{LFC_4} = 0.402$) čime su ispunjeni uslovi Standarda. Vrednosti za koeficijente interauralne kros-korelacije izračunate za sve merne pozicije kao i za sve grupe mernih pozicija slušalaca su $IACC = 1$.

Na osnovu izvršene analize može se zaključiti da svi slušaoci u hali, bez obzira na odabir mesta, imaju odličan osećaj o kvalitetu prostornosti zvuka jer imaju idealno podudaranje prijema zvuka levim i desnim uvom a samim tim i odličnu percepcija zvuka što je osnova za dobru akustičnost hale.

LITERATURA

- [1] ISO 3382 (1997). *Acoustics - Measurement of the Reverberation Time of Rooms with Reference to Other Acoustical Parameters*.
- [2] R. Lacatis, A. Gimenez et al: *Historical and chronological evolution of the concert hall acoustics parameters*, Acoustics '08, Paris.
- [3] Kenji Fujii et al, *Spatial Distribution of Acoustical Parameters in Concert Halls: Comparison of Different Scattered Reflections*, Journal of Temporal Design in Architecture and the Environment (2004) Vol. 4; No.1, pp. 59-68.
- [4] Ando Y. *Concert hall acoustics*, Springer-Verlag, Berlin. (1985).
- [5] https://en.wikipedia.org/wiki/Queen%27s_Building
- [6] R. Stewart, M. Sandler: *Database of omnidirectional and B – format room impulse responses*, ICASSP – 8, pp. 165 -168, 2010



NEJEDNAKOST: POSLEDICA IZBORA ILI DESTABILIZACIJA DRUŠTVA INEQUALITY: COSEQUENCE OF CHOICES OR DESTABILIZATION OF SOCIETY

Vladimir Kostić, Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, Filipa Filipovića 20, Vranje.
Goran Dinić, Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, Filipa Filipovića 20, Vranje.

Sadržaj - Autor se bavio problemom nejednakosti koja ugrožava društvenu koheziju i dovodi do nestabilnosti samog sistema. Autora je interesovala odrednica bogatstva koje pogoduje privrednom rastu u tom kontekstu i jednakost. Objasnio je ekstremnu nejednakost i njene pogubne učinke. Ukazao je na uzročno-posledični odnos između ekonomske i društvene stabilnosti kao i nasilja i horizontalne nejednakosti. Autora nije interesovala puna jednakost već samo ona koja doprinosi privrednom rastu.

Ključne reči: Nejednakost. Kolonijalizam. Kuznjecova hipoteza. Siromaštvo

Abstract - The author dealt with the problem of inequality, which threatens social cohesion and leads to the instability of the system itself. The author was interested in the determinants of wealth that favor economic growth in that context and equality. He explained the extreme inequality and its disastrous effects. He pointed to the cause-and-effect relationship between economic and social stability as well as violence and horizontal inequality. The author was not interested in full equality, but only that which contributes to economic growth.

Key words: Inequality. Colonialism. Kuznets' hypothesis. Poverty.

1. UVOD

Pojam nejednakost u sebi sadrži i paradigmu preraspodele opšteg bogatstva i prihoda. Tržište je po svojoj prirodi veoma dinamično što zahteva pažnju istraživača. Suštinski u savremenom dobu borba za smanjenje nejednakosti podrazumeva neminovnu preraspodelu jer sve drugo dovodi do još većih anomalija koje se ogledaju u činjenici da bi uspešni privrednici jedne generacije mogli svim silama da očuvaju plodove svoje uspešnosti. U svemu ovome vidimo i preraspodelu koja nastaje preko socijalnog sistema, odnosno rezultata političkih mera. Međutim, i laiku je jasno da preraspodela ima svoje limite. Pri tome, ne treba gubiti iz vida probleme vezane za ograničavanje nejednakosti prihoda i bogatstva koji će u takvom poimanju približavanja jednakosti ugroziti društvenu koheziju i dovesti do nestabilnosti samog sistema. Već navedena činjenica nagoveštava da mnogo toga zavisi od različitih oblika nejednakosti.

Nordijske zemlje imaju najnižu stopu siromaštva, a mediteranske zemlje najvišu. Gotovo ista situacija je kada je reč o siromaštvu dece. Taj problem ćemo razmotriti u narednom poglavlju našeg rada. Današnja ekonomska literatura je krcata podacima da je siromaštvo izraženije na Jugu nego Severu. Suštinski siromaštvo je regionalizovano a glavne odrednice su Sever i Jug. Analiza siromaštva je u prošlosti bila gotovo nezapažena. Naš će zadatak biti da ih učinimo vidljivim i pokušaćemo da odrednicu "trajno" dovedemo u pitanje. Naš rad bi bio nepotpun bez objašnjenja i činjeničnog dokumentovanja procesa uticaja siromaštva na politiku i obrnuto. Uostalom siromaštvo i nejednakost su posledice nepristupačnosti resursima. U tom kontekstu i obrazovanja. Mi ćemo rasvetliti i taj problem, odnosno načine

kako bogati ljudi prenose svoj povlašćeni položaj i na svoju decu. Pri razmatranju nejednakosti nećemo zaobići ni zdravstvenu nejednakost koja se ogleda u gotovo neodrživim razlikama. U tom kontekstu objasnićemo poglede Džozefa Stiglicia na "fenomen Piketi" koji je dao svoj doprinos da se fenomen nejednakosti sagleda kao stalnorastući sa određenim praktičnim preporukama koje ćemo objasniti. Bez iskustva kolonijalizma nije moguće do kraja razumeti ni siromaštvo a još manje nejednakost kao takvu. Literatura za ovakav rad danas je svima pristupačna, što nam je omogućilo da objedinimo zapažanja u različitim disciplinama, naravno onoliko koliko smo upućeni u njih.

2. KAKO SMANJITI NEJEDNAKOST?

Danas je sve više u opticaju termin socijalna pravda. Živimo u društvu koje smatra da ključni značaj za svaki napredak leži u fenomenu tržišta. Napisane su brojne knjige o njegovom korišćenju za prevladavanje nejednakosti. Međutim, već smo rekli da umanjivanje nejednakosti neminovno podrazumeva preraspodelu kako se ne bi prešlo na statičan oblik čuvanja stečenih bogatstava. [1] Sa druge strane, globalna nejednakost-dohodovna nejednakost građana sveta-moze se formalno tretirati kao zbir svih unutrašnjih nejednakosti kojoj se dodaje zbir svih razlika u prosečnim dohocima između različitih zemalja. Prva komponenta se odnosi na nejednakost dohotka između bogatih I siromašnih.

Da bismo objasnili današnji rast nejednakosti I različite nivoe iste u prošlosti, u periodu pre industrijske revolucije, Branko Milanović Amerikanac srpskog porekla je naveo hipotezu koju je 50-tih godina formulisao ekonomista I nobelovac Sajmon Kuznjec u kojoj se kaže: sa rastom

prosečnih primanja nejednakost prvo raste a potom opada što daje krivu u obliku obrnutog slova U kada se kretanje nivoa nejednakosti prikaže u odnosu na dohodak. Kuznjecova hipoteza se danas dovodi u pitanje jer ne može objasniti jednu novu pojavu u Americi i drugim bogatim zemljama: naime, dohodovna nejednakost koja je velikim delom dvadesetog veka opadala od nedavno ponovo raste. To je teško uskladiti sa Kuznjecovom hipotezom u obliku kom je izvorno formulisana: rast nejednakosti u bogatom svetu jednostavno nije smeo da se dogodi. [2] Međutim, ispostavilo se da Nordijske zemlje imaju najnižu stopu siromaštva u okviru EU 15, a mediteranske najvišu. Gotovo ista situacija je kada je reč o siromaštvu dece (mereno pojedincima). Ono je u 2004. godini iznosilo manje od 4% u Švedskoj, Danskoj, Finskoj, Grčkoj 20%, Mađarskoj 22%. [3] Problem je očigledno složen jer je savremenost bremenita kontrapunktovima koji se često isključuju. Tome je posebno doprinela Amerika svojim štampanjem dolara i stalnim proizvođenjem ratova kako bi sebi obezbedila prihod od prodavanja oružja. Svemu tome je doprinosila politika dodvorivanja malih zemalja velikim, posebno Americi. Što se tiče siromaštva i njegove analize, toga je u prošlosti bilo veoma malo. Danas se došlo do zaključka različitim metodama istraživanja da siromaštva ima mnogo više nego što se mislilo pa i u najrazvijenijim zemljama. Svako od nas poznaje unutrašnje nejednakosti koje se menjaju u skladu sa našim unutrašnjim stanjem. Drugim rečima: neka vrsta raslojenosti naše subjektivnosti dijalektički i konfliktno koegzistira sa društvom i/ili prirodnim raslojavanjem čiji smo subjekti mi sami. [4] Sa druge strane, institucionalno raslojavanje je samo logična konsekvencija, ili još gore, prosta realizacija prirodnog raslojavanja. Ovakvoj teoriji nedostaje svaka empirijska osnova jer desničarski orijentisani autori poput francuskog filozofa i publiciste Alena De Benoje očigledno imaju polaziste koje je zasnovano na tvrdnji da postoji jedna prirodna i jedna institucionalna nejednakost, i onda se konstruise teorija kojoj nedostaje svaka empirijska osnova. [5] Očigledno je da i u nauci ima kontradiktornosti koje smo već pomenuli. Sve nesolidnosti koje opisujemo otežavaju mogućnost uspešne borbe protiv nejednakosti. Ogroman je jaz u raspodeli dohotka u današnjem svetu. Ne smemo zaboraviti da sa pojavom Fordsove liste milijardera dolazi do značajnog metodološkog odstupanja umesto da se ispituje dohodak ili potrošnja što su promenljive toka koje se prate na godišnjem nivou. Kao što smo dosad radili, sada posmatramo bogatstvo, promenljivu (merenu u određenom trenutku) koja je rezultat akumulacije štednje, prinosa od investicija i nasledstva tokom godina. Mi nemamo za cilj punu jednakost već samo onu koja pogoduje privrednom rastu. Ekstremna nejednakost otežava privredni rast, dovodi do nestabilnosti i podrivanja političkog sistema. Što se tiče ekonomskih argumenata oni su najčešće zasnovani na načinima pomoću kojih se podstiče rast. Zvuči paradoksalno ali bogati manje troše od siromašnih. Naprosto siromašnih je daleko više. Monetarne vlasti ponekad pribegavaju različitim merama kako bi neutralisali posledice nejednakosti, često i sami doprinose negativnim pojavama poput kreditnih mehurova i slično. Zato se i kaže da nejednakost i ekonomska nestabilnost idu ruku pod ruku. Nejednakost se javlja i kao posledica ispoljavanja monopolske moći. Tada nema ekonomske utakmice, što znatno umanjuje ekonomsku efikasnost. Nejednakost smanjuje razvoj jer veliki broj pojedinaca nije u mogućnosti da ostvari svoje potencijale. [5] Šta god da pišemo na temu bogatih i siromašnih ne mogu

se izbeći društveni i politički argumenti. Prvo, jaz između bogatih i siromašnih ne nastaje samo kao posledica ekonomskih sila već i kao rezultat izbora javnih politika. Tu spada oporezivanje, novac koji se ulaže u zdravstvo, obrazovanje i u suštini nivo minimalne zarade. U savremenim zbivanjima predstavnici javnih politika više zadiru od bogatih nego od siromašnih iako su oni brojniji. Ekstremna nejednakost neminovno vremenom dovodi do narušavanja ne samo ekonomske već i društvene i političke stabilnosti. Baš kao što se rasprave o siromaštvu i smanjenju siromaštva usredsređuju na prihod, ka mnogim drugim dimenzijama deprivacije-uključujući zdravlje i životnu sredinu-isto tako su se razvile i u slučaju nejednakosti. [6] Nejednakost na primer prihoda povezuje se sa ekonomskom mobilnošću, manjim mogućnostima među generacijama, činjenica da su oni rođeni na dnu ekonomske piramide, osuđeni na to da nikad ne ostvare svoje potencijale učvršćuje povezanost između nejednakosti i sporijeg dugoročnog privrednog rasta. [6]

3. TOM PIKETI KAPITALIZAM U 21. VEKU

Piketi je prikupio ogroman broj podataka koji dokazuju ono što je njegovu knjigu učinilo intrigantnom. Ona je to i za nas jer je nejednakost ostavila istorijski kontekst. Međutim period nakon Drugog svetskog rata bio je izuzetak to je jedini period kada su prihodi svih grupa u Americi rasli ali su zarade onih na dnu rasle više nego onih na vrhu. Država se razvijala ujednačeno, i to brže nego u bilo kom drugom periodu. Piketi je pokazao da je to najčešće važno i za druge države. Što je još važnije, pokazao je da je to neuobičajeno u istoriji [8]. Reč je u stvari o novom kapitalizmu srednje klase. Ekonomisti su po Stiglicu pogrešno protumačili dešavanja nakon Drugog svetskog rata. Nobelovac Sajmon Kuznec koji je pokazao da nakon početnog perioda rasta raste i nejednakost. Drugim rečima, on je možda malo ishitreno zaključio da kapitalizam karakteriše visok stepen nejednakosti. Svet istraživača je posebno uzbudila tvrdnja da bogatstvo kapitalista dok su se bavili reinvestiranjem raste po stopi kamate. Mislilo se da će kamatna stopa kada je veća od stope privrednog rasta uvećati njihov kapital u beskraj. Kako vreme prolazi shvatamo značaj Piketijeve knjige sa jednim relativno pesimističkim zaključkom da globalni porez kakav su kapitalisti počeli da propisuju sve više biva neostvarljiv. Čini se da je i sam Džozef Stiglic konstatuje novu realnost tvrdnjom da će se privreda na kraju pomeriti ka neravnoteži u nejednakosti bogatstva i prihoda gde se nejednakost niti povećava niti smanjuje. [8] Stiglic tada nije pretpostavio da će se ratovi umnožavati kao na filmskoj traci a da će na primer rat u Ukrajini biti noćna mora i za one koji zarađuju na ratovima. Stiglic nam je na pravi način otkrio Piketija i to se može u četiri koraka objasniti: prvi je bogatstvo (ili kapital) uvećava se brže od zarada i ponude radne snage, drugi korak prema kome stopa prinosa na kapital ne pada, treći-kad bi zakon opadajućih prinosa funkcionisao dok se kapital povećava u odnosu na ponudu radne snage kamatna stopa bi padala, četvrti prema kome stopa prinosa na kapital ne pada i nema razoga da verujemo da će padati u budućnosti [10].

4. NEJEDNAKOST: POLITIČKI I DRUŠTVENI ARGUMENTI

Između bogatih i siromašnih kroz čitavu istoriju planete postojao je gotovo nepremostiv jaz. Kroz vreme mnoge su se stvari menjale ali je jedna ostala, da je teško izaći iz

siromaštva. Već sama ta činjenica nagoveštava da u različitim zemljama su različite ekonomske okolnosti. Da bismo došli do efikasnih mera moramo da se upoznamo sa okolnostima koje dovode do siromaštva i onim koje omogućuju ljudima da iz njega izađu. Na primer, u uslovima tranzicije tržište rada, brojni činioци utiču na sposobnost pojedinaca i domaćinstava da to srećno prebrode. Na primer jedna analiza koja je izvršena u zemljama EU 15 pokazala je da ljudi između 55 i 64 godine starosti savlađuju životne krize lakše od ostalih starosnih grupa-uglavnom zato što imaju ušteđena sredstva i što sui m deca dovoljno odrasla da napuste roditeljski dom[11]. Svaka analiza teži što tačnijem rezultatu, međutim, mnogo je floskula o društvenom odbacivanju. To je i razlog što ga treba precizno odrediti. Tako ekstremne nejednakosti ne podrivaju samo ekonomsku moć već i celokupnu društvenu atmosferu (političku stabilnost itd.). Svejedno ne može se govoriti o uzročno-posledičnom odnosu između ekonomske i društvene stabilnosti. Međutim, postoje bitne veze između nasilja i "horizontalnih nejednakosti" koje traže vezu ili kako to kaže Stiglic stratifikaciju s rastom, etnicitetom, religijom ili regijom. U suštini to je konflikt koji je često nepomirljiv sa velikim potencijalom destabilizacije. Stiglic se oslonio na 123 nacionalna istraživanja iz 61 zemlje u razvoju. Kako bi dokazao i dokumentovao posledice nejednakosti u imovini između etničkih grupa. Tako mera horizontalne nejednakosti imovine između etničkih grupa se povećava dok ostale varijable ostaju na svojim srednjim vrednostima. Svejedno, verovatnoća sukoba se dvostruko povećava. Nešto slično se događa sa razlikama u prihodima između religijskih grupa. Oni se povećavaju sa 2,9% na 7,2%, što znači više nego dvostruko[12]. Nakon hladnog rata izvršeno je istraživanje gde je ukupna suma ekonomske proizvodnje u određenom etničkom naselju podeljena sa veličinom populacije kako bi došli do mere ekonomske aktivnosti po glavi stanovnika, koja je karakteristična za tu ekonomsku grupu. Zaključak je bio pesimističan jer i siromašni i bogati su spremni da dožive građanski rat. Pokazalo se da za tako nešto faktori nisu samo etnografski razlozi. Reč je o ekstremnim grupama i među bogatima i među siromašnima.

5. ZAKLJUČAK

Mi smo u našem radu istraživali fenomen nejednakosti koji je danas aktuelan. Bogati su oduvek želeli da očuvaju i umnože svoje bogatstvo a siromašni da izađu iz nezavidne situacije. Međutim, i nejednakost i siromaštvo podrazumeva preraspodelu. Bavili smo se i dometima Kuznjecove hipoteze koja izvorno formulisana dokazuje da rast nejednakosti (ekstremne) nije smeo da se dogodi. Ta tvrdnja jednostavno nije tačna, što smo dokumentovali primerima iz različitih zemalja. Oni koji su pokušali da odbrane ekstremnu nejednakost nisu bili u pravu, naročito tvrdeći da je nejednakost pre svega institucionalno raslojavanje. Očigledno da je ova tvrdnja bez empirijske osnove. Umesto objavljivanja Forbs-ove liste koja ne doprinosi smanjenju nejednakosti bilo je potrebno baviti se raspodelom dohotka. Ekstremna nejednakost otežava privredni rast, dovodi do nestabilnosti i podrića politički sistem. Jedini period kada su prihodi svih grupa, na primer, u Americi rasli s tim što su zarade onih na dnu rasle više nego onih na vrhu. Reč je bilo o novom kapitalizmu srednje klase. Međutim vrlo brzo su istraživači bili razuvereni jer je nejednakost postajala sve veća. Oni koji su se nadali da će se stvari uravnotežiti ispustili su z vida da ratovi

nikada neće prestati a alavost kapitalista se nikada neće zasititi. Ukazali smo i na nejednakost preko političkih i društvenih agrumenata i u okviru toga bliže objasnili horizontalnu nejednakost. Pri tome smo istakli u prvi plan problema nasilja i potražili vezu sa horizontalnom nejednakošću. Očigledno je da su veliki potencijali destabilizacije. Stiglic se oslonio na 123 nacionalna istraživanja iz 61 zemlje u razvoju, dokumentujući posledice nejednakosti u imovini između etničkih grupa. Što se tiče razlika u prihodima između navedenih grupa oni se ipak povećavaju sa 2,9% na 7,2%. Međutim, nisu potencijali za rat samo etničke prirode već je sve u ekstremnim grupama u svim kategorijama stanovništva pa i kod najbogatijih. Što se tiče jaza između bogatih i siromašnih, on vremenom biva sve veći. Isti ne nastaje kao posledica samo ekonomskih događanja već su društveni i politički argumenti podjednako zanimljivi za istraživanje. U svemu tome i sam izbor javnih politika je često krucijalan za povećanje nejednakosti. Tu spada oporezivanje, zatim novac koji se ulaže u sport, zdravstvo, obrazovanje ali i nivo minimalne zarade. Ekstremna nejednakost ne narušava samo ekonomsku stabilnost već i društvenu i političku. Danas se postavlja pitanje kako uposliti radnu snagu?

LITERATURA

- [1] Gidens, E. (2009.) *Evropa u globalnom dobu*. Clio, Beograd, p.94
- [2] Milanović, B. (2016.) *Globalna nejednakost*, Akademska knjiga, Novi Sad, p.3
- [3] Schmognerova, B. (2005.) *The European Social Model: Recontruction or Destruction*, Friedrich Ebert Foundation, Internat. Policy Analysis Unit, p.70
- [4] Cigler, Ž. (2017.) *Promeni svet!*, Laguna, Beograd, p. 49.
- [5] Easterly, W. (2007.) *Inequality Does Cause Underdevelopment: Insights from a New Instrument*. Journal of Development Economics, p.84
- [6] Cederman, L., Veidman, N., & Gleditsch, C. (2011.) *Horizontal Inequalities and Ethnonationalist Civil War: A Global Comparison*, American political Science Review, No. 3, pp.487-489
- [7] Corak, M. (2013.) *Income inequality, Equality of Opportunity, and intergenerational Mobility*, Journal of Economic perspectives, No. 3, pp. 79-102
- [8] Stiglic, Dž. (2015.) *Velika podela*, Akademska Knjiga, Novi Sad, p. 86
- [9] Stiglic, Dž. (2015.) *Velika podela*, Akademska Knjiga, Novi Sad, p.86.
- [10] Stiglic, Dž. (2015.) *Velika podela*, Akademska Knjiga, Novi Sad, p. 87.
- [11] Walker, R. (2005.) *Mogućnosti životne prilike, dinamika siromaštva, nejednakosti i društvenog odbacivanja (u knjizi The New Egalitarianism)*, Polity, Cambridge. p.27.
- [12] Ostby, S. (2008.) *Inequalities, the Political Environment and Civil Conflict*, Print ISBN, London, p.149.



KOGNITIVNO-VIZUELNI PRISTUP OBRADI SADRŽAJA IZ OBLASTI GRANIČNIH VREDNOSTI FUNKCIJA

COGNITIVE-VISUAL APPROACH ON CONTENTS FROM THE FIELD OF FUNCTIONS' LIMITS

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

Sadržaj - U ovom radu se razmatra primena kognitivno-vizuelnog pristupa nastavi i učenju matematičke analize, sa posebnim akcentom na sadržaje koji se odnose na granične vrednosti i njihove primene na ispitivanje neprekidnosti funkcije njenih asimptota. U fokusu ovog pristupa je afirmacija višestrukih reprezentacija, matematičke vizuelizacije i konceptualnih znanja u procesu učenja. Okosnicu rada čini detaljan prikaz zadataka sa grafičkim sadržajima i/ili zahtevima. Prikazane su metodičke mogućnosti ovih zadataka u kreiranju multireprezentativnog okruženja za učenje.

Ključne reči: Kognitivno-vizuelni pristup. Višestruke reprezentacije. Granične vrednosti funkcije.

Abstract - In this paper, the application of the cognitive-visual approach on the teaching and learning of the mathematical analysis is considered, with a special emphasis on the contents related to functions' limits and their applications on the functions' continuity and its asymptotes. The focus of this approach is the affirmation of multiple representations, mathematical visualization and conceptual knowledge in the learning process. The outline of this paper gives a detailed presentation of problems with the graphical contents and/or requirements. The methodical possibilities of these problems in creating a multi-representative learning environment are also presented.

Key words: Cognitive-visual approach. Multiple representations. Functions' limits.

1. UVOD

Pojam funkcije je jedan od osnovnih pojmova u matematici, prožima gotovo sve njene oblasti, ima izuzetno širok spektar primene u tehničkim i prirodnim naukama, kao i u opisivanju i objašnjavanju problema i fenomena iz realnog okruženja. Grafičko prikazivanje funkcija, interpretacija grafika i njihova primena u rešavanju problema predstavljaju specifične izazove u nastavi matematike. Opšte je prihvaćeno stanovište da je vizuelizacija matematičkih koncepata i procesa važan aspekt matematike, matematičkog mišljenja, razumevanja i rezonovanja [1].

Među istraživačima matematičkog obrazovanja, vlada sve veće interesovanje za višestruke reprezentacije i matematičku vizuelizaciju. Kognitivno-vizuelni pristup je savremena didaktičko-metodička koncepcija koja promovise vizuelizaciju procesa učenja u multireprezentativnom okruženju. U kognitivno-vizuelnom pristupu posebno dolaze do izražaja konstruktivna i kognitivna uloga vizuelizacije i time realizacija didaktičkog principa očiglednosti dobija fundamentalno novo rešenje.

Uvođenjem vizuelnih pristupa u nastavu matematike, učenicima se pruža mogućnost da stiču celovita i funkcionalna znanja. Upotreba vizuelnih reprezentacija treba

da bude osmišljena i dobro odmerena, kako ne bi odvela u drugu krajnost. Vizuelizacija dobija svoj pravi, suštinski smisao samo ako se vizuelne reprezentacije povežu sa algebarskim, numeričkim i verbalnim reprezentacijama.

Za potrebe ovog rada je osmišljen i kreiran set problemskih zadataka sa grafičkim sadržajima i/ili zahtevima iz oblasti graničnih vrednosti funkcija.

U prvom odeljku rada su data uvodna razmatranja. Drugi odeljak rada daje pregled teorijskih osnova kognitivno-vizuelnog pristupa. U trećem odeljku su navedeni primeri zadataka sa grafičkim sadržajima i/ili zahtevima iz oblasti graničnih vrednosti funkcija. Uz prikazane zadatke detaljno su navedeni metodički aspekti njihove primene u nastavnoj praksi. Četvrti odeljak je zaključak rada.

2. KOGNITIVNO-VIZUELNI PRISTUP U OBRADI GRANIČNIH VREDNOSTI FUNKCIJA

Akcent na formiranju i razvoju konceptualnih znanja putem kognitivne grafike predstavlja osnovni princip na kojem je zasnovan kognitivno-vizuelni pristup. Ovaj pristup koristi grafičke reprezentacije kako bi apstraktni koncepti matematičke analize dobili vizuelno tumačenje i kako bi se približili učenicima/studentima putem perceptivnih

aktivnosti. Sticanje konceptualnih znanja počinje istraživanjem grafičkih reprezentacija koncepta ili problema. Nakon toga se konceptualna znanja proširuju tako što se grade referentne veze između grafičkih i drugih reprezentacija, posebno algebarskih.

Uloga vizuelizacije u rešavanju matematičkih problema je veoma značajna. Vizuelne reprezentacije predstavljaju kombinaciju konkretnih i apstraktnih elemenata matematičke strukture problema. Zbog toga one mogu premostiti jaz između konkretne i apstraktne strane problema i mogu olakšati kako matematizaciju tako i konkretizaciju problema. Vizuelne reprezentacije prikazuju informacije očigledno i mogu služiti za otkrivanje strukture problema i postavljanje temelja za njegovo rešenje [2].

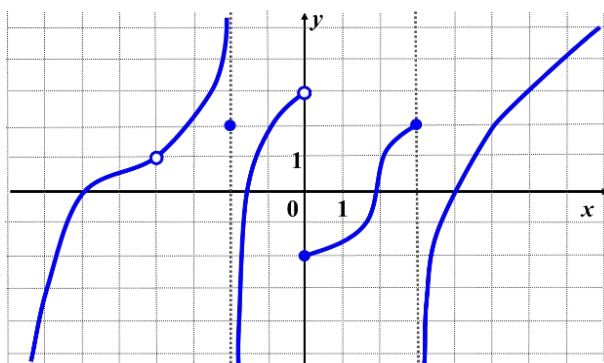
Analiza zbirki zadataka iz matematike u kojima se nalaze sadržaji vezani za granične vrednosti funkcija pokazuje da su algebarski problemi većinski zastupljeni, dok se grafički pojavljuju vrlo retko, ili nikada. Da bi nastava i učenje ovih sadržaja imalo pozitivne efekte, neophodno je integrisati i zadatke sa grafičkim sadržajima i/ili zahtevima u tradicionalne sadržaje kako bi se omogućilo povezivanje koncepta u funkcionalnu i smislenu celinu kroz grafičke i algebarske reprezentacije [3]. Na taj način bi se uspostavili prelasci između koncepta i/ili reprezentacija koji nisu zastupljeni u tradicionalnoj nastavi matematike.

U narednom poglavlju je dat pregled zadataka sa grafičkim sadržajima i/ili zahtevima koji se mogu primeniti pri obradi i uvežbavanju graničnih vrednosti funkcija [4].

3. PRIMERI ZADATAKA SA GRAFIČKIM SADRŽAJIMA I / ILI ZAHTEVIMA

Primeri zadataka sa grafičkim sadržajima i/ili zahtevima su navedeni u nastavku. Prikazana su četiri zadatka. Prvi zadatak se odnosi na pojam granične vrednosti funkcije, pri čemu je data grafička reprezentacija funkcije. U drugom zadatku, na osnovu grafičkih reprezentacija određuju se granične vrednosti i primenjuju se svojstva operacija sa graničnim vrednostima. Treći zadatak je naveden kao primer u kome se pomoću vizuelno-grafičkih sadržaja zadaju problemi iz oblasti neprekidnosti funkcija. Četvrti zadatak je primer zadatka sa grafičkim zahtevima koji se odnose na osobine funkcije uključujući i asimptote grafika, kao jednu od primena graničnih vrednosti funkcije.

Zadatak 1. Na slici 1 je prikazan grafik funkcije f .



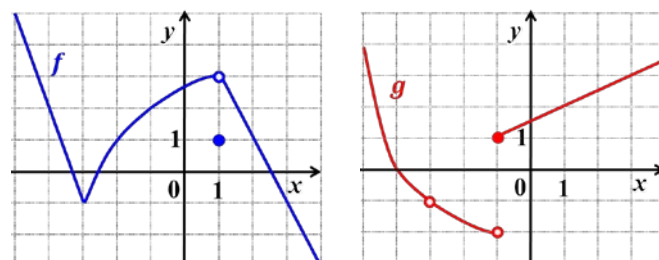
Slika 1.

Na osnovu datog grafika odrediti:

- 1) $\lim_{x \rightarrow -2^-} f(x)$ i $\lim_{x \rightarrow -2^+} f(x)$;
- 2) $\lim_{x \rightarrow 0^-} f(x)$ i $\lim_{x \rightarrow 0^+} f(x)$;
- 3) $\lim_{x \rightarrow 3^-} f(x)$ i $\lim_{x \rightarrow 3^+} f(x)$;
- 4) $\lim_{x \rightarrow -4} f(x)$ i $f(-4)$;
- 5) $\lim_{x \rightarrow -2} f(x)$ i $f(-2)$;
- 6) $\lim_{x \rightarrow 0} f(x)$ i $f(0)$;
- 7) $\lim_{x \rightarrow 6} f(x)$ i $f(6)$;
- 8) $\lim_{x \rightarrow -\infty} f(x)$ i $\lim_{x \rightarrow +\infty} f(x)$.

Grafička reprezentacija je data u ovom zadatku kako bi se obuhvatili sledeći pojmovi: granična vrednost funkcije u tački, leva i desna granična vrednost, granične vrednosti funkcije u beskonačnosti, beskonačne granične vrednosti funkcije u tački i beskonačne granične vrednosti funkcije u beskonačnosti. Takođe je dat i slučaj kada funkcija nije definisana u tački, a ima graničnu vrednost (tačka $x = -4$), kao i slučaj kada je funkcija definisana u tački, a nema graničnu vrednost u toj tački (tačke $x = -2$, $x = 0$ i $x = 3$).

Zadatak 2. Na slici 2 dati su grafici funkcija f i g .



Slika 2.

Na osnovu datih grafika odrediti:

- 1) $\lim_{x \rightarrow 1} (f(x) + g(x))$;
- 2) $\lim_{x \rightarrow -3} (f(x) \cdot g(x))$;
- 3) $\lim_{x \rightarrow 2} \frac{g(x)}{f(x)}$;
- 4) $\lim_{x \rightarrow -1^-} (f \circ g)(x)$;
- 5) $\lim_{x \rightarrow -1^+} (f \circ g)(x)$;
- 6) $\lim_{x \rightarrow 1} (g \circ f)(x)$.

Za izračunavanje traženih limesa potrebno je sa grafika očitati granične vrednosti funkcija f i g u nekim tačkama.

U prvom primeru, na osnovu datih grafika zaključuje se da je $\lim_{x \rightarrow 1} g(x) = 2$, a kako je $\lim_{x \rightarrow 1^-} f(x) = \lim_{x \rightarrow 1^+} f(x) = 3$ sledi da je $\lim_{x \rightarrow 1} f(x) = 3$. Na osnovu pravila za graničnu vrednost zbira funkcija dobija se:

$$\lim_{x \rightarrow 1} (f(x) + g(x)) = \lim_{x \rightarrow 1} f(x) + \lim_{x \rightarrow 1} g(x) = 3 + 2 = 5.$$

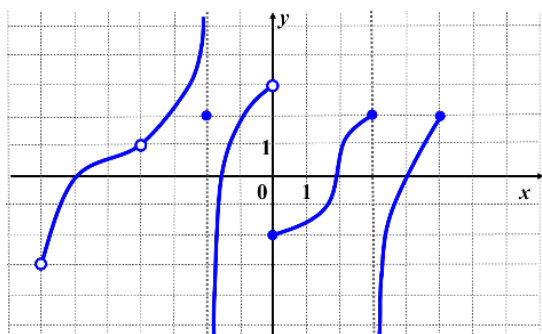
Sličan postupak se sprovodi za rešavanje drugog i trećeg primera.

U četvrtom primeru je potrebno odrediti graničnu vrednost složene funkcije. Označimo sa $y = g(x)$. Sa grafika se očitava da kada $x \rightarrow -1^-$, tada $y = g(x) \rightarrow -2^+$, pa je

$$\lim_{x \rightarrow -1^-} (f \circ g)(x) = \lim_{x \rightarrow -1^-} f(g(x)) = \lim_{y \rightarrow -2^+} f(y) = 1.$$

Analogno se rešavaju primeri 5 i 6.

Zadatak 3. Na slici 3 je prikazan grafik funkcije f . Na osnovu grafika odrediti tačke prekida funkcije.



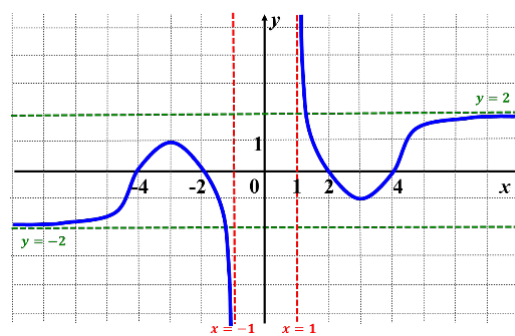
Slika 3.

U ovom zadatku se na osnovu grafika određuje domen funkcije f , $D = (-7, -4) \cup (-4, 5]$. Očigledno je da su tačke koje pripadaju domenu, a u kojima funkcija ima prekid: $x = -2$, $x = 0$ i $x = 3$. Pošto funkcija nije definisana za $x = -4$, u toj tački se ne ispunjuje neprekidnost.

Zadatak 4. Skiciraj grafik funkcije f koja ispunjava sledeće uslove:

- domen funkcije je skup $D = (-\infty, -1) \cup (1, +\infty)$;
- funkcija je neparna;
- $x = 2$ i $x = 4$ su nule funkcije;
- prava $x = 1$ je desna vertikalna asimptota, takva da je $\lim_{x \rightarrow 1^+} f(x) = +\infty$;
- prava $y = 2$ je desna horizontalna asimptota.

Ovo je zadatak sa grafičkim zahtevima, odnosno na osnovu datih algebarskih svojstava funkcije potrebno je formirati grafičku reprezentaciju. Funkcija f je neparna, pa je njen grafik centralno simetričan u odnosu na koordinatni početak. Ako se nacrtá deo grafika na intervalu $(1, +\infty)$, tada se deo grafika na intervalu $(-\infty, -1)$ dobija centralno simetričnim preslikavanjem u odnosu na koordinatni početak. Na taj način se dobija grafik funkcije f na celom domenu. Jedno od mogućih rešenja prikazano je na slici 4.



Slika 4.

4. ZAKLJUČAK

Glavni cilj kognitivno-vizuelne koncepcije je stvaranje didaktičko-metodičkih preduslova za kontinuirani razvoj učenika/studenata u domenu sticanja funkcionalnih znanja i grafičkog razumevanja sadržaja matematičke analize. Jedan od načina da se to postigne je primena posebno osmišljenih kognitivno-vizuelnih materijala koji afirmišu grafičke reprezentacije graničnih vrednosti funkcija, kako je i predloženo u ovom radu.

LITERATURA

- [1] F. Hitt, *Representations and mathematics visualization*, North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Mexico City: Cinvestav-IPN, 2002.
- [2] D. Tall, *Advanced mathematical thinking*, Kluwer Academic Publishers, New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow, 2002.
- [3] V. Kostić, Izvod funkcije i njegove primene – zadatak u slici, *Zbornik radova četvrtog simpozijuma „Matematika i primene“*, str. 68-78, Beograd: Matematički fakultet, 2013.
- [4] V. Kostić, *Poslovna matematika - zbirka zadataka sa pregledom teorije*, Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija, Niš, 2023.



ZAKONI OBRNUTOG REDOSLEDA SLABOG GRUPNOG INVERZA REVERSE ORDER LAWS OF THE WEAK GROUP INVERSE

Dunja Stojanović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj - U ovom radu proučeni su zakoni obrnutog redosleda slabog grupnog inverza u prstenima sa zakonom *-skrativosti. Date su neke karakterizacije koje, pod određenim uslovima, obezbeđuju da važe zakoni obrnutog redosleda slabog grupnog inverza.

Ključne reči: Slabi grupni inverz. Grupni inverz. Drazinov inverz. Zakon obrnutog redosleda.

Abstract - In this paper, laws of reverse order for weak group inverse in proper *-rings have been investigated. Certain characterizations have been provided which, under specific conditions, ensure the validity of laws of reverse order for weak group inverses.

Key words: Weak group inverse. Group inverse. Drazin inverse. Reverse order law.

1. UVOD

Neka je R prsten sa jedinicom i involucijom. Involucija $a \rightarrow a^*$ u prstenu R je anti-izomorfizam drugog stepena, odnosno, $(a + b)^* = a^* + b^*$, $(ab)^* = b^*a^*$, $(a^*)^* = a$, za svako $a, b \in R$. Skup svih prirodnih brojeva označen je sa \mathbb{N} .

Neka je $a \in R$. Ukoliko postoji $x \in R$ i $k \in \mathbb{N}$ tako da je

$$xa^{k+1} = a^k, xax = x, xa = ax, \quad (1)$$

x je tada *Drazinov inverz* elementa a . Drazinov inverz elementa a Drazin [4] je uveo 1958. godine kao pseudoinverz u asocijativne prstene i semigrupe. Ukoliko postoji, Drazinov inverz elementa a je jedinstven i označen je sa a^D .

Ako je k najmanji prirodan broj za koji važe prethodne jednakosti, tada je k *Drazinov indeks* elementa a , u oznaci $\text{ind}\{a\} = k$. Kada je $k = 1$, Drazinov inverz elementa a je grupni inverz tog elementa, u oznaci $a^\#$.

Neka je $a \in R$. Ukoliko postoji $x \in R$ i $k \in \mathbb{N}$ tako da

$$xa^{k+1} = a^k, ax^2 = x, (ax)^* = ax, \quad (2)$$

tada x nazivamo *pseudo jezgarnim inverzom* elementa a . Godine 2014. u [10] uveden je jezgarni-EP inverz kompleksnih matrica, koji je zatim uopšten [6] i dat u prstenu sa involucijom gde je okarakterisan pomoću prethodno navedene tri jednačine.

Ukoliko postoji x koje zadovoljava poslednji niz jednakosti, jedinstveno je i označeno sa $a^{\textcircled{D}}$.

Najmanji prirodan broj k koji zadovoljava prethodne jednakosti jeste *pseudo jezgarni indeks* elementa a .

Podsetimo se da prsten R sa involucijom nazivamo prstenom sa zakonom *-skrativosti ukoliko iz $a^*a = 0$ sledi $a = 0$, za proizvoljno $a \in R$.

U [20], definicija slabog grupnog inverza proširena je na prstene sa zakonom *-skrativosti. Njegova karakterizacija data je pomoću tri jednačine, date u nastavku.

Neka je $a \in R$. Ukoliko postoji $x \in R$ i $k \in \mathbb{N}$ tako da važi

$$xa^{k+1} = a^k, ax^2 = x, (a^k)^*a^2x = (a^k)^*a, \quad (3)$$

tada element x nazivamo *slabim grupnim inverzom* elementa a . Ako takvo x postoji, onda je jedinstveno i označeno sa $a^{\textcircled{W}}$.

Najmanji prirodan broj k takav da važi prethodni niz jednačina je *slabi grupni indeks* elementa a . U slučaju kada je $k = 1$, slabi grupni inverz jednak je grupnom inverzu.

Pokazano je da je slabi grupni indeks elementa a jednak njegovom Drazinovom indeksu [21, 23].

Podsetimo se da, ako važi $axa = a$, x je unutrašnji inverz (ili 1-inverz) elementa a , dok, ako važi $xax = x$, tada je x spoljašnji (ili 2-inverz) elementa a .

Skupovi svih invertibilnih, svih Drazin invertibilnih i svih slabo grupno invertibilnih elemenata iz R označeni su, respektivno, simbolima R^{-1} , R^D i $R^{\textcircled{W}}$.

Neka su $a, b \in R^{-1}$. Dobro je poznat zakon obrnutog redosleda, odnosno, $(ab)^{-1} = b^{-1}a^{-1}$. U opštem slučaju, zakoni obrnutog redosleda ne moraju važiti za uopštene inverze.

Znamo da je grupni inverz specijalni slučaj slabog grupnog inverza. Razmatraćemo zakone obrnutog redosleda za slabi grupni inverz.

Rad je organizovan na sledeći način, u drugoj sekciji date su osnovne leme, dok su u trećoj sekciji razmatrani potrebni i dovoljni uslovi da zakon obrnutog redosleda slabog grupnog inverza važi.

2. OSNOVNI POJMOVI

Prsten sa zakonom *-skrativosti biće označen sa R u nastavku ovog rada. Pisaćemo $aR = \{ax \mid x \in R\}$ i $Ra = \{xa \mid x \in R\}$. Skup $a^o = \{x \in R \mid ax = 0\}$ predstavlja desni anulador elementa a , dok je levi anulador elementa a definisan kao ${}^o a = \{x \in R \mid xa = 0\}$.

Neophodne leme za dalji rad date su u nastavku ove sekcije.

Definicija1. [8] Element $a \in R$ je levo *-skrativ ukoliko iz $a^*ax = a^*ay$ sledi $ax = ay$.

Element $a \in R$ je desno *-skrativ ukoliko iz $xaa^* = yaa^*$ sledi $xa = ya$.

Kažemo da je element $a \in R$ *-skrativ ukoliko je i levo i desno *-skrativ. Štaviše, R je odgovarajući *-prsten ako i samo ako je svaki njegov element *-skrativ.

Lema1. [6] Neka je $a \in R$. Ukoliko postoji $x \in R$ tako da je

$$(1) xa^{k+1} = a^k, (2) ax^2 = x, \quad (4)$$

gde je k neki prirodan broj, tada važi

- (i) $ax = a^m x^m$ za proizvoljno $m \in \mathbb{N}$;
- (ii) $xax = x$;
- (iii) $axa^m = a^m$ za svako $m \geq k$;
- (iv) postoji $a^D, a^D = x^{k+1}a^k$ i $\text{ind}(a) \leq k$.

Lema2. [4] Neka su $a, x, y \in R$. Ako postoji $m \in \mathbb{N}$ tako da je $a^m = xa^{m+1} = a^{m+1}y$, tada je $a \in R^D$.

Lema3. [5] Neka su $a_1, a_2 \in R^D$ i $x \in R$. Ako važi $a_1x = xa_2$, tada je $a_1^D x = xa_2^D$.

Lema4. [20] Neka je $a \in R^{\textcircled{w}}$ takvo da važi $ab = ba$ i $a^*b = ba^*$, tada je $a^{\textcircled{w}}b = ba^{\textcircled{w}}$.

Lema5. [20] Neka su $a, b \in R^{\textcircled{w}}$ tako da važi $ab = ba$ i $a^*b = ba^*$, tada je $ab \in R^{\textcircled{w}}$ tako da važi $(ab)^{\textcircled{w}} = a^{\textcircled{w}}b^{\textcircled{w}} = b^{\textcircled{w}}a^{\textcircled{w}}$.

Lema6. [21] Ukoliko je svaki idempotentni element iz R levo *-skrativ i $a \in R^D$, tada a ima slabi grupni inverz ako i samo ako postoji $x \in R$ tako da važi $(a^D)^*a = (a^D)^*a^Dx$.

Lema7. [15] Neka su $a, b \in R$. Tada važi:

- (i) ako $aR \subseteq bR$, onda ${}^o b \subseteq {}^o a$;
- (ii) ako $Ra \subseteq Rb$, onda $b^o \subseteq a^o$.

3. ZAKONI OBRNUTOG REDOSLEDA

U ovoj sekciji prikazani su potrebni i dovoljni uslovi koji obezbeđuju da zakoni obrnutog redosleda za slabi grupni inverz postoje.

Tvrđenje1. [19] Neka su $a, b, ab \in R^{\textcircled{w}}$. Tada su sledeća tvrđenja ekvivalentna:

- (i) $(ab)^{\textcircled{w}} = b^{\textcircled{w}}a^{\textcircled{w}}$;
- (ii) $(ab)^{\textcircled{w}}a = b^{\textcircled{w}}a^{\textcircled{w}}a$ i $(ab)^{\textcircled{w}} = b^{\textcircled{w}}b(ab)^{\textcircled{w}}$;
- (iii) $b(ab)^{\textcircled{w}} = bb^{\textcircled{w}}a^{\textcircled{w}}$ i $(ab)^{\textcircled{w}} = b^{\textcircled{w}}b(ab)^{\textcircled{w}}$.

Dokaz. Dokaz je analogan dokazu Teoreme 3.9 u [7]. ■

U narednoj teoremi, date su ekvivalentne karakterizacije zakona obrnutog redosleda za slabi grupni inverz. Posmatrajmo najpre sledeću lemu.

Lema8. [19] Neka je $b \in R$ i $a \in R^{\textcircled{w}}$ tako da važi $aba = a^2b$ i $aba^* = a^*ab$. Tada je $ab \in R^{\textcircled{w}}$ ako i samo ako je $a^{\textcircled{w}}ab \in R^{\textcircled{w}}$. U ovom slučaju, važe sledeća tvrđenja:

- (i) $(a^{\textcircled{w}}ab)^{\textcircled{w}} = (ab)^{\textcircled{w}}a = a(ab)^{\textcircled{w}}$;
- (ii) $(ab)^{\textcircled{w}} = (a^{\textcircled{w}}ab)^{\textcircled{w}}a^{\textcircled{w}} = a^{\textcircled{w}}(a^{\textcircled{w}}ab)^{\textcircled{w}}$.

Teorema1. [19] Neka su $a, b \in R^{\textcircled{w}}$ tako da je $aba = a^2b$ i $aba^* = a^*ab$. Tada su sledeća tvrđenja ekvivalentna:

- (i) $(ab)^{\textcircled{w}} = b^{\textcircled{w}}a^{\textcircled{w}}$;
- (ii) $(a^{\textcircled{w}}ab)^{\textcircled{w}} = b^{\textcircled{w}}a^{\textcircled{w}}a$.

Dualno, važe i sledeći rezultati.

Lema9. [19] Neka su $a \in R$ i $b \in R^{\textcircled{w}}$ tako da je $bab = ab^2$ i $abb^* = b^*ab$. Tada je $ab \in R^{\textcircled{w}}$ ako i samo ako je $abb^{\textcircled{w}} \in R^{\textcircled{w}}$. U ovom slučaju važe sledeća tvrđenja:

- (i) $(abb^{\textcircled{w}})^{\textcircled{w}} = b(ab)^{\textcircled{w}} = (ab)^{\textcircled{w}}b$;
- (ii) $(ab)^{\textcircled{w}} = b^{\textcircled{w}}(abb^{\textcircled{w}})^{\textcircled{w}} = (abb^{\textcircled{w}})^{\textcircled{w}}b^{\textcircled{w}}$.

Posledica1. Neka su $a, b \in R^{\textcircled{w}}$. Ukoliko je $a^{\textcircled{w}}ab^2 = ba^{\textcircled{w}}ab$ i $a^{\textcircled{w}}abb^* = b^*a^{\textcircled{w}}ab$, tada su sledeća tvrđenja ekvivalentna:

- (i) $(a^{\textcircled{w}}abb^{\textcircled{w}})^{\textcircled{w}} = b(a^{\textcircled{w}}ab)^{\textcircled{w}} = (a^{\textcircled{w}}ab)^{\textcircled{w}}b$;
- (ii) $(a^{\textcircled{w}}ab)^{\textcircled{w}} = b^{\textcircled{w}}(a^{\textcircled{w}}abb^{\textcircled{w}})^{\textcircled{w}} = (a^{\textcircled{w}}abb^{\textcircled{w}})^{\textcircled{w}}b^{\textcircled{w}}$.

Dokaz.

Na osnovu Leme9, zaključujemo da je $a^{\textcircled{w}}ab \in R^{\textcircled{w}}$ ako i samo ako je $a^{\textcircled{w}}abb^{\textcircled{w}} \in R^{\textcircled{w}}$, a zamenom elementa a sa $a^{\textcircled{w}}a$ u istoj Lemi, trivijalno sledi (i) \Leftrightarrow (ii). ■

Slično Posledici1, a na osnovu Leme8, zamenom elementa b elementom $bb^{\textcircled{w}}$, dokazan je i sledeći rezultat.

Posledica2. Neka su $a, b \in R^{\textcircled{w}}$. Ukoliko je $abb^{\textcircled{w}}a = a^2bb^{\textcircled{w}}$ i $a^*abb^{\textcircled{w}} = abb^{\textcircled{w}}a^*$, tada su sledeća tvrđenja ekvivalentna:

- (i) $(a^{\textcircled{w}}abb^{\textcircled{w}})^{\textcircled{w}} = (abb^{\textcircled{w}})^{\textcircled{w}}a = a(abb^{\textcircled{w}})^{\textcircled{w}}$;
- (ii) $(abb^{\textcircled{w}})^{\textcircled{w}} = a^{\textcircled{w}}(a^{\textcircled{w}}abb^{\textcircled{w}})^{\textcircled{w}} = (a^{\textcircled{w}}abb^{\textcircled{w}})^{\textcircled{w}}a^{\textcircled{w}}$.

Na osnovu prethodno navedenog, u nastavku je predstavljen još jedan zanimljiv rezultat.

Tvrđenje2. Neka su $a, b, a^{\textcircled{w}}ab \in R^{\textcircled{w}}$. Ukoliko element $a^{\textcircled{w}}a$ komutira sa elementom b i b^* i važi $(a^{\textcircled{w}}ab)^{\textcircled{w}} = b^{\textcircled{w}}(a^{\textcircled{w}}abb^{\textcircled{w}})^{\textcircled{w}}$, tada važi i jednakost:

$$(a^{\textcircled{w}}ab)^*(a^{\textcircled{w}}ab)^2 b^{\textcircled{w}}(a^{\textcircled{w}}abb^{\textcircled{w}})^{\textcircled{w}} = (a^{\textcircled{w}}ab)^* a^{\textcircled{w}}ab^2 (a^{\textcircled{w}}ab)^{\textcircled{w}}. \quad (5)$$

Dokaz.

Kako je $a^{\textcircled{w}}ab = ba^{\textcircled{w}}a$, to je i $a^{\textcircled{w}}ab^{\textcircled{w}} = b^{\textcircled{w}}a^{\textcircled{w}}a$.

Dalje, kako elementi $a^{\textcircled{w}}a$ i b komutiraju, sledi naredni niz jednakosti:

$$\begin{aligned} & (a^{\textcircled{w}}ab)^*(a^{\textcircled{w}}ab)^2 b^{\textcircled{w}}(a^{\textcircled{w}}abb^{\textcircled{w}})^{\textcircled{w}} = \\ & (a^{\textcircled{w}}ab)^* a^{\textcircled{w}}aba^{\textcircled{w}}abb^{\textcircled{w}}(a^{\textcircled{w}}abb^{\textcircled{w}})^{\textcircled{w}} = \\ & (a^{\textcircled{w}}ab)^* ba^{\textcircled{w}}aa^{\textcircled{w}}ab(a^{\textcircled{w}}ab)^{\textcircled{w}} = \\ & (a^{\textcircled{w}}ab)^* ba^{\textcircled{w}}ab(a^{\textcircled{w}}ab)^{\textcircled{w}} = (a^{\textcircled{w}}ab)^* a^{\textcircled{w}}ab^2 (a^{\textcircled{w}}ab)^{\textcircled{w}}, \end{aligned}$$

čime je dokazano (5). ■

LITERATURA

- [1] O. M. Baksalary, G. Trenkler, Core inverse of matrices, Linear Multilinear Algebra 58 (2010) 681-697.
- [2] A. Ben-Israel, T. N. E. Greville, Generalized Inverses: Theory and Applications, second ed., Springer-Verlag, New York, 2003.
- [3] C.Y. Deng, Reverse order law for the group inverse, J. Math. Anal. Appl. 382 (2011) 663-671.
- [4] M.P. Drazin, Pseudo-inverses in associative rings and semigroups, Amer. Math. Monthly 65 (1958) 506-514.
- [5] M.P. Drazin, Commuting properties of generalized inverses, Linear Multilinear Algebra 61 (2013) 1675-1681.
- [6] Y.F. Gao, J.L. Chen, Pseudo core inverses in rings with involution, Comm. Algebra 46 (2018) 38-50.
- [7] Y.F. Gao, J.L. Chen, L. Wang, H.L. Zou, Absorption laws and reverse order laws for generalized core inverses, Comm. Algebra 49 (2021) 3241- 3254.
- [8] J.J. Koliha, D. Đorđević, D. Cvetković, Moore-Penrose inverse in rings with involution, Linear Algebra Appl. 426 (2007) 371-381.
- [9] X.J. Liu, H.W. Jin, D.S. Cveković-Ilić, The absorption laws for the generalized inverses, Appl. Math. Comput. 219 (2012) 2053-2059.
- [10] K. Manjunatha Prasad, K.S. Mohana, Core-EP inverse, Linear Multilinear Algebra 62 (2014) 792-802.
- [11] X. Mary, Reverse order law for the group inverse in semi-groups and rings, Comm. Algebra 43 (2015) 2492-2508.
- [12] D. Mosić, Generalized Inverses, Univerzitet u Nišu, Prirodno-matematički fakultet, Niš, 2018.
- [13] D. Mosić, Reverse order laws for the generalized Drazin inverse in Banach Algebras, J. Math. Anal. Appl. 429 (2015) 461-477.
- [14] D. Mosić, D.S. Đorđević, Further results on the reverse order law for the group inverse in rings, Appl. Math. Comput. 219 (2013) 9971-9977.
- [15] D.S. Rakić, N. C. Dinčić, D.S. Đorđević, Group, Moore-Penrose, core and dual core inverse in rings with involution, Linear Algebra Appl. 463 (2014) 115-133.
- [16] H.X. Wang, J.L. Chen, Weak group inverse, Open Math. 16 (2018) 1218- 1232.
- [17] X.N. Wang, A.Q. Yu, T.F. Li, C.Y. Deng, Reverse order laws for the Drazin inverse, J. Math. Anal. Appl. 444 (2016) 672-689.
- [18] S.Z. Xu, J.L. Chen, X.X. Zhang, New characterizations for core inverses in rings with involution, Front. Math. China 12 (2017) 231-246.
- [19] M. Zhou, Reverse order laws and absorption laws of the weak group inverse, submitted
- [20] M.M. Zhou, J.L. Chen, Y.K. Zhou, Weak group inverses in proper *-rings, J. Algebra Appl. 19 (2020) 2050238.
- [21] M.M. Zhou, J.L. Chen, Y.K. Zhou, N. Thome, Weak group inverses and partial isometries in proper *-rings, Linear Multilinear Algebra (2021) DOI:10.1080/03081087.2021.1884639.
- [22] Y.K. Zhou, J.L. Chen, M.M. Zhou, m-weak group inverses in a ring with involution, Rev. R. Acad. Cienc. Exactas. Fíc. Nat. Ser. A. Mat. RACSAM 115(1,2) (2021) 13pp.
- [23] H.L. Zou, J.L. Chen, P. Patrício, Reverse order law for the core inverse in rings, Mediterr J. Math. 15(3) (2018) 145.



UTVRĐIVANJE ALTERNATIVNIH KONCEPCIJA STUDENATA KAO VAŽNA ETAPA U PROCESU IZUČAVANJA FIZIČKIH POJAVA; BESTEŽINSKO STANJE I SLOBODAN PAD

ESTABLISHING ALTERNATIVE STUDENT CONCEPTS AS AN IMPORTANT STAGE IN THE STUDY OF PHYSICAL PHENOMENA; WEIGHTLESSNESS AND FREE FALL

Ivana Krulj, Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.

Sadržaj - U ovom radu oisan je nastavni pristup Predvidi-Posmatraj-Objasni i njegova primena u izučavanju bestežinskog stanja u okviru teme Gravitacija. Iz segmenta pomenutog nastavnog pristupa koji se odnosi na predviđanje pojave kvalitativno su analizirani odgovori studenta radi utvrđivanja njihovih alternativnih koncepcija čije poznavanje treba da predstavlja osnov dobrog planiranja nastave. Opisana je jedna problemska situacija koja je u korelaciji sa bestežinskim stanjem ali koja povezuje različite oblasti fizike – aerostatiku, hidrostatičku, kohezivnu i adhezivnu silu, kapilarnost, oscilatorno kretanje. U predviđanjima koja su iznesena za datu problemsku situaciju- slobodan pad žive u U- cevi koja je na jednom kraku zatvorena, uočeno je nekoliko ključnih aspekata i izrazita raznolikost, što dodatno obavezuje predavače da pažljivo pristupaju planiranju metoda nastave u cilju stvaranja uslova za konceptualne promene radi dubljeg razumevanja zakona fizike.

Ključne reči: bestežinsko stanje, OTR, alternativne koncepcije

Abstract - In this paper, the instructional approach of Predict-Observe-Explain (POE) is delineated, along with its application in e-learning within the context of the topic of Gravity. Within the segment of the mentioned instructional approach that pertains to predicting phenomena, qualitative analyses were conducted on student responses to ascertain their alternative conceptions. The understanding of these alternative conceptions is deemed fundamental for effective lesson planning. A problematic scenario, correlating with weightlessness, is described, interconnecting various physics domains such as aerostatics, hydrostatics, cohesive and adhesive forces, capillarity, and oscillatory motion. In the predictions made for the given problematic scenario - the free fall of mercury in a U-tube that is closed at one end - several key aspects and marked diversity were observed. This underscores the obligation for instructors to approach teaching method planning with care, aiming to create conditions for conceptual changes conducive to a deeper understanding of the laws of physics.

Key words: weightlessness, GTR, alternative concepts

1. “PREDICT-OBSERVE-EXPLAIN” NASTAVNI PRISTUP

Usmeravanje na predviđanja i uočavanje stvarnog ishoda eksperimenta predstavlja ključni element u obrazovnim aktivnostima, posebno kada su u pitanju fizičke pojave. Ovaj proces može biti obogaćen korak po korak kako bi se podstaklo dublje razumevanje i pospešio razvoj kritičkog mišljenja studenata.

Predavač može započeti aktivnost postavljanjem pitanja koja podstiču studente na razmišljanje, na predviđanje mogućih ishoda i obrazloženje njihovih mišljenja. Od studenata se zahteva da formulišu hipoteze o tome kako bi sistem mogao reagovati na odsustvo gravitacionog polja. Ovom

etapom aktivnosti predavač podstiče studente da izraze svoje razumevanje koncepata i da izraze svoje individualne predstave o tome kako funkcioniše fizički sistem. Studenti su aktivni posmatrači tokom izvođenja oglada, praćenjem dinamike sistema i beleženjem bilo kakvih neočekivanih pojava [1]. Ova faza je od suštinske važnosti za odgovor i za diskusiju. Nakon završetka oglada, studentima se dozvoljava da dele svoja zapažanja i zaključke sa ostalim studentima u grupi. Iskazivanje ideja omogućava studentima da vide širok spektar različitih pristupa i interpretacija [2]. Usmeravanje na poređenje predviđanja i zapažanja kako se sistem zaista ponašao otvara priliku za diskusiju o uzrocima i posledicama. Pitanja o uzrocima određenih pojava podstiču studente na razmatranje principa koji su osnovi proučavanih pojava. Kroz diskusiju, studenti postavljaju nova pitanja ili izražavaju

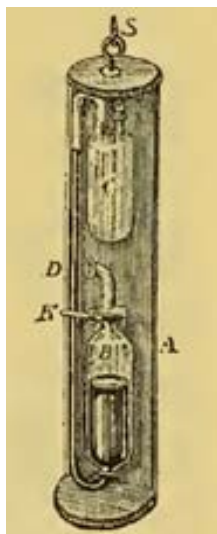
interesovanje za dodatne aspekte koji se odnose na temu što im omogućava da dublje istraže temu i stvore nove veze sa drugim fizičkim konceptima.

2. AJNŠTAJNOV PRINCIP EKVIVALENCIJE

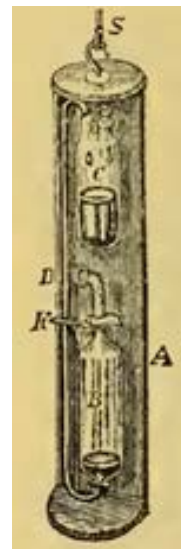
Lokalno nestajanje gravitacionog polja u slobodno padajućem sistemu reference posledica je ubrzanja tog sistema. Sistem reference vezan za telo koje slobodno pada je neinercijalan. Posmatrač iz takvog sistema reference nema načina da utvrdi da li se kreće ili miruje. Kada je rezultanta sila jednaka nuli (ili sile odsustvuju), tela se kreću po inerciji, ravnomerno i pravolinijski. U skladu sa Ajnštajnovom Opštom Teorijom Relativnosti (OTR), tela se uvek kreću po inerciji, odnosno duž geodezijskih linija - putanja najkraćeg rastojanja između dve izabrane tačke. Iako je stvarno gravitaciono polje Zemlje centralno, u malim delovima prostora može se smatrati homogenim. Dakle, pri uslovima slobodnog pada za male puteve (kakvi su u laboratorijskim uslovima), važi princip ekvivalencije [3].

3. EKSPERIMENT LJUBIMOVA

Gotovo je nepoznato da je prvi članak, napisan na ruskom jeziku u kome je opisano pet demonstracija slobodnog padanja, objavljen 1893. godine od strane profesora Moskovskog univerziteta Nikolaja Aleksejeviča Ljubimova (1830-1897). Nakon njegove smrti, 1898. godine, pojavila se nemačka verzija tog članka u Nemačkoj pod naslovom "Istraživanje pada nekih teških sistema". U svim demonstracijama koje su sprovedene za studente, Ljubimov je opisao konfiguraciju sistema u stanju mirovanja i promene koje se dešavaju u slobodnom padu: opruga, opterećena težinom u stanju mirovanja, pokreće telo u slobodnom padu. Klatno zadržano u amplitudnom položaju u stanju mirovanja, ostaće u istom položaju i u slobodnom padu. Opruga, izdužena telom koje pliva u stanju mirovanja, povući će to telo nadole u slobodnom padu. Magnet, koji vrši nedovoljnu privlačnost prema komadu gvožđa u stanju mirovanja, privući će gvožđe nagore u slobodnom padu [4]. Ipak, najoriginalnija demonstracija bila je odsustvo hidrostatičkog pritiska tokom slobodnog pada žive. Konfiguracija Ljubimovove aparature u stanju mirovanja prikazana je na slici 1. Zatvoreni sud B sadrži vazduh koji je pritisnut višim nivoom žive u cevi D. Cev D je otvorena za atmosferski vazduh. Savijena je i završava se u sudu C.



Slika 1. Ljubimov aparat u stanju mirovanja.



Slika 2. Promene u Ljubimovom aparat u slobodnom padu.

Ljubimov je dao sledeći opis promena koje se dešavaju u slobodnom padu (Slika 2):

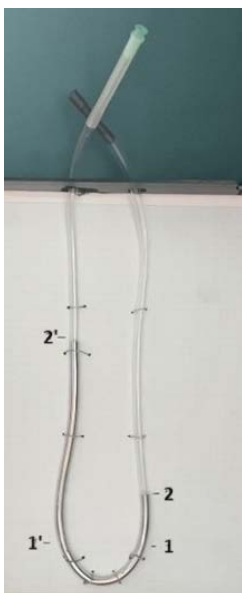
"Tokom slobodnog pada celog aparata, prestaje dejstvo žive koja je sabila vazduh u zatvorenom delu cevi, ali elastičnost vazduha se ne menja tokom slobodnog pada. Deo žive će ući, kroz otvorenu cev, u sud C." Tokom slobodnog pada hidrostatički pritisak žive prestaje da postoji, ali pritisak sabijenog vazduha ne prestaje. Pošto je taj pritisak bio veći od atmosferskog pritiska koji deluje na živu u otvorenoj cevi, vazduh u sudu B se širi i pomera bez živu prema sudu C.

4. HIPOTEZE I KVALITATIVNA ANALIZA KONCEPTA

Zbog zabrane rukovanja aparaturom koja poseduje živu, studentima je na raspolaganju vizuelni materijal u vidu fotografija nastalih kao „skrinšotovi“ iverideo snimljenog eksperimenta u slo-mo modu. Studentima je, u sekvenci časa „Predict“ predstavljena postavka aparature-U cev u koju je nasuta živa, nakon čega je jedan krak cevi zatvoren a kroz drugi, otvoreni krak nasuto još žive, tako da je u konačnom postavljenju nivo žive bio različit u svakom kraku. U zatvorenom kraku nivo žive je bio niži od nivoa u otvorenom kraku. Iznad žive u zatvorenom kraku bio je komprimovan vazduh dok je iznad žive u otvorenom kraku vladao atmosferski pritisak (Slika 3). Studeni su iznosili svoje hipoteze o događaju koji će uslediti ukoliko se predstavljeni sistem prepusti slobodnom padu, odnosno ukoliko se u jednom trenutku nađe u bestežinskom stanju.

U istraživanju alternativnih koncepcija studenata učestvovalo je njih 22 sa prve godine osnovnih strukovnih studija pet različitih studijskih programa, u Odseku Vranje ATVSS, u školskoj 2023/24. godini. Kvalitativna analiza studentskih pretpostavki pokazuje duboko razmišljanje i povezivanje fizikalnih principa. Ključni aspekt njihovih pretpostavki su:

- Prepoznavanje zakona fizike;
- Svestran pristup problemu;
- Diskusija i spremnost na dijalog;
- Zapažanje o vizuelnom prikazu;
- Primetna raznolikost odgovora.



Slika 3. Živa u U-cevi zatvorenoj n a jednom kraju, u stanju mirovanja.

Studenti pokazuju razumevanje zakona održanja mase i zakona gravitacije. Jedna od pretpostavki je da će se nivoi žive izjednačiti tokom slobodnog pada. Razmatraju efekte zatvaranja jednog kraja cevi i dodavanja dodatne količine žive i prikazuju svest o različitim uslovima (otvoreni vs. zatvoreni kraj) i njihovom uticaju na ponašanje sistema. Neki studenti pominju površinski napon žive i način na koji on utiče na njen položaj u cevi. Takođe, razmatraju interakciju žive sa zidovima cevi, pokazuju dodatno razumevanje kompleksnosti sistema. Neki studenti razmatraju uticaj pritiska i temperature na ponašanje žive i prepoznaju da su pritisak i temperatura faktori koji mogu uticati na promene u sistemu.

Sa druge strane, neki studenti izražavaju nesigurnost u svoje pretpostavke i spremnost da diskutuju sa profesorom, pokazuju otvorenost za učenje kroz dijalog i diskusiju sa stručnjacima.

Uočava se da neki studenti primećuju specifičnosti slike, što pokazuje sposobnost pažljivog posmatranja i analize vizuelnog materijala.

Prisutni su i odgovori u kojima se razmatraju stvaranje vakuma prilikom zatvaranja cevi i kako to utiče na ponašanje žive. U određenim odgovorima se uočava poimanje kapilarnosti žive što dodaje složenost analizi.

Razumevanje ravnoteže i stabilnosti sistema prepoznaje se u izvesnom broju odgovora.

Činjenica da postoji raznolikost u odgovorima ukazuje na različite pristupe problemu. Neki studenti izražavaju skeptičnost, dok drugi imaju više sigurnosti u svoje pretpostavke.

5. ZAKLJUČAK

Značaj primene nastavnog pristupa "Predvidi-Posmatraj-Objasni" ogleda se i u mogućnosti identifikovanja alternativnih koncepcija o određenim pojavama koje proučava fizika. Kroz kvalitativnu analizu odgovora studenata koji su izneseni u okviru sekvence „Predvidi“, identifikovane su alternativne koncepcije koje se smatraju ključnim u planiranju nastave. Problemska situacija koja integriše različite oblasti fizike, pružajući interdisciplinarni pristup, uključujući aerostatiku, hidrostatičku, kohezivne i adhezione sile, kapilarnost i oscilatorno kretanje ima potencijal izazova u nastavi jer osim što motiviše studente da učestvuju, otkriva njihova predznanja i uverenje manifestovana kroz izgrađene koncepte koji odgovaraju njihovim alternativnim solucijama. Važnost usmeravanja na predviđanja i posmatranje stvarnog ishoda eksperimenta kao ključnog elementa u obrazovnim aktivnostima ima posebno mesto u kontekstu fizičkih pojava. Proces podsticanja dubljeg razumevanja i razvoja kritičkog mišljenja studenata kroz postavljanje pitanja, formiranje hipoteza i aktivno posmatranje eksperimenta je osnova za potencijalne konceptualne promene.

Kvalitativnom nalozom je utvrđeno da su studenti pokazali sposobnost razmatranja različitih uslova, uticaja površinskog napona žive, interakcije žive sa zidovima cevi, pritiska, temperature i kapilarnosti. Postoji varijacija u sigurnosti izraženih pretpostavki, dok neki studenti izražavaju otvorenost za dijalog i učenje kroz diskusiju sa profesorom. Raznovrsnost odgovora ukazuje na potrebu za prilagodljivim pristupom nastavi kako bi se podržala individualna razmišljanja i promovisalo aktivno učenje. Otvorenost za dijalog i različite pristupe problemu ispostavlja se kao ključna komponenta učenja, čime je naglašena važnost aktivnog angažovanja studenata u procesu istraživanja i diskusije.

LITERATURA

- [1] J. Haysom and M. Bowen, Predict, observe, explain: Activities enhancing scientific understanding, NSTA Press, 2010.
- [2] C. Crouch, A. Fagen, P. Callan & E. Mazur, "Classroom demonstrations: Learning tools or entertainment?", *American Journal of Physics*, 72(6), pp. 835, 2004.
- [3] M. P. Hobson, G. Efstathiou and A. N. Lasenby, *General Relativity: An Introduction for Physicists*, Cambridge University Press, 2006.
- [4] N. A. Ljubimoff, „Untersuchungen über den Fall eines schweren Systems“, *Naturwissenschaftliche Wochenschrift*, 13 (1), 25, 1898.

KLASIFIKACIJA PITANJA NASTAVNIKA U NASTAVI STRANIH JEZIKA CLASSIFICATION OF TEACHER QUESTIONS IN FOREIGN LANGUAGE IN- STRUCTION

Sanja Petrović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija – Odsek Pirot, Ćirila i Metodija 29, Pirot.*
Ivica Panić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija – Odsek Pirot, Ćirila i Metodija 29, Pirot.*

Sadržaj - Ovaj rad istražuje tipove pitanja nastavnika u institucionalnom učenju jezika s fokusom na razvoj komunikativne kompetencije učenika. Krašen [1] ističe važnost izlaganja učenika govoru iznad njihove trenutne kompetencije, dok Svejnova [2] naglašava nužnost aktivnog korišćenja jezika u govoru radi sticanja kompetencije. Pitanja nastavnika su ključna za interakciju u učionici, ali specifičnosti institucionalnog učenja zahtevaju analizu tipova pitanja i njihovog uticaja na razvoj komunikativnih veština učenika. Cilj rada je pregledati literaturu, analizirati promene u taksonomiji pitanja, i pružiti kritički osvrt na prethodna istraživanja, identifikujući potencijalne nedostatke u pristupu ovoj temi.

Ključne reči: komunikativna kompetencija, institucionalno učenje jezika, tipovi pitanja nastavnika, taksonomija, referencijalna pitanja, formalna pitanja

Abstract - This paper explores types of teacher questions in institutional language learning, focusing on the development of students' communicative competence. Krashen [1] emphasizes exposing students to speech beyond their current competency, while Swain [2] underscores the necessity of actively using language in speech to acquire competence. Teacher questions are crucial for classroom interaction, yet the specifics of institutional learning require an analysis of question types and their impact on students' communicative skills. The paper aims to review literature, analyze changes in question taxonomy, and provide a critical overview of previous research, identifying potential shortcomings in approaching this topic.

Key words: communicative competence, institutional language learning, types of teacher questions, taxonomy, referential questions, display questions

1. DEFINICIJA I ULOGA PITANJA U NASTAVI JEZIKA

Pitanje se u rečnicima i literaturi opisuje kao izraz kojim se traži informacija ili odgovor. Često je označen upitnikom u pisanoj formi, dok se u govoru naglašava uzlaznom intonacijom, vidi [3], [4]. Ipak, definisanje pitanja predstavlja izazov, jer podrazumeva obuhvatanje mnogih aspekata jezika. „Pitanja možemo proučavati kroz sintaksu, semantiku, prozodiju i pragmatiku” navodi Dajalova u [3]. Sintaktički gledano, pitanje je rečenica sa upitnom formom, ali sa pragmatičkog stanovišta to nije uvek slučaj, kao u primeru: Ko si ti da mi govoriš šta da radim? Dajalova tvrdi da u prirodnom govoru postoji podjednak broj pitanja koja traže informaciju kao i onih koja imaju drugu komunikativnu funkciju. Postoje i pitanja kojima se traži odgovor, ali koja imaju formu izjavne rečenice [3] što otežava klasifikaciju pitanja nastavnika.

Značaj postavljanja pitanja u učenju je prepoznat kroz istoriju. Sokrat je uspostavio metod učenja postavljanjem pitanja koja navode učenike na zaključke, poznat kao

Sokratov metod, podstičući kognitivni razvoj, kritičko razmišljanje i kreativnost [5]. U institucionalnom učenju jezika, pitanja nastavnika imaju ključnu ulogu u razvoju komunikativne kompetencije učenika. Prema Krašenu, usvajanje jezika zahteva izlaganje učenika ciljanom jeziku iznad njihove trenutne kompetencije [1] što podržava teoriju Lava Vigotskog o Zoni narednog razvoja [6]. Svejnova u [2] i [7] naglašava potrebu podsticanja učenika da aktivno koriste jezik i pitanja nastavnika igraju ključnu ulogu pružajući razumljiv i prilagođen jezik učenicima.

U učionici, gde stvaranje stvarnih govornih situacija na stranom jeziku može biti izazovno, pitanja nastavnika postaju ključna za razvoj komunikativne kompetencije učenika. Pitanja omogućavaju učenicima na početnom nivou da se lakše uključe u razgovor. Nastavnici postavljajući pitanja imaju kontrolu nad dijalogom, usmeravajući ga i odlučujući o tome ko može govoriti i na koju temu. Pitanja su sredstvo putem kojeg se omogućava svim učenicima, uključujući one manje motivisane, da aktivno učestvuju u dijalogu [8]. Lajtbaun i Spada u [9] tvrde da pitanja povećavaju

mogućnost usvajanja jezika i pomažu nastavnicima da identifikaciju teže delove lekcija koji zahtevaju dodatno pojašnjenje. Odabir pitanja usmerava tok misli i utiče na formulaciju odgovora, dok neadekvatna pitanja mogu na duži vremenski period negativno uticati na usvajanje stranog jezika. Pitanja nastavnika čine integralni deo interakcije u učionici [8].

U narednom poglavlju, pružićemo kratak pregled karakteristika interakcije u učionici, a zatim analizirati relevantnu literaturu, kritički procenjujući klasifikaciju pitanja nastavnika i istraživanja koja se oslanjaju na te taksonomije.

2. INTERAKCIJA U UČIONICI: SPECIFIČNOSTI I KARAKTERISTIKE

S obzirom na preovlađujuću upotrebu komunikativne metode u učenju stranih jezika još od kraja 20. veka, pretpostavlja se da institucionalno učenje jezika teži stvaranju situacija gde interakcija može ličiti stvarnom razgovoru van učionice. Iako su mnogi istraživači upoređivali interakciju između izvornih i neizvornih govornika s interakcijom nastavnika i učenika, postaje jasno da komunikacija u učionici ima svoje specifičnosti. Diskurs u učionici, kako objašnjava Cui, obuhvata lingvističke i nelingvističke elemente, s posebnim naglaskom na interakciju između nastavnika i učenika [10].

Osnovne karakteristike interakcije u učionici proizlaze iz činjenice da je jezik ne samo sredstvo učenja već i cilj sam po sebi. Ovaj oblik interakcije često sledi šablon IRE/IRF (Inicijacija, Odgovor, Evaluacija/Fidbek), gde nastavnik inicira razgovor postavljajući pitanja ili predstavljajući problem, a zatim prati odgovore učenika, zaključujući razgovor evaluacijom ili fidbekom [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17]. Ove specifičnosti čine institucionalno učenje jezika efikasnijim u nekim aspektima [9].

Tipično za razgovor u učionici je da nastavnik postavlja pitanja na koja već zna odgovor, čime inicira temu ili dijalog. Ova pitanja se često nazivaju formalnim ili "displej" pitanjima, a karakteristična su za institucionalni diskurs u učionici. Samim tim motivacija za upotrebu stranog jezika u razgovoru u učionici i van nje ne može nikako biti ista. Nastavnici moraju aktivno podsticati učenike na uključivanje u razgovor, koristeći različite komunikativne strategije. U svetlu ovih specifičnosti, u narednom poglavlju kritički ćemo analizirati dosadašnje taksonomije pitanja nastavnika i sprovedena istraživanja na ovu temu.

3. POKUŠAJI KATEGORIZACIJE PITANJA NASTAVNIKA I ISTRAŽIVANJA ZASNOVANA NA NJIMA

Psiholog Blum je 1956. stvorio taksonomiju pitanja nastavnika prema domenima kognitivnog razvoja, razdvajajući ih na pitanja nižeg i višeg reda. Pitanja nižeg reda obuhvataju proveru znanja, razumevanje i primenu, dok

pitanja višeg reda uključuju sintezu, analizu i evaluaciju [18]. Ova taksonomija i dalje ima najznačajniji uticaj po pitanju edukacije i evaluacije u svim oblastima.

Pitanja nižeg reda su ključna u nastavi stranih jezika za najmlađu decu, olakšavajući odgovore koji se oslanjaju na informacije iz udžbenika. Mlađi učenici često koriste imitaciju i ponavljanje a jednostavne konstrukcije doprinose njihovom samopouzdanju. S druge strane, pitanja višeg reda su važna za razvoj kognitivnih sposobnosti i rešavanje problema. Prilagođavanje pitanja uzrastu i sposobnostima učenika, a u skladu sa Pijaževim stadijumima razvoja deteta, je ključno.

Istraživanja na temu pitanja nastavnika postala su intenzivnija od 80-ih godina prošlog veka. Naučnici su osmislili ili prilagodili postojeće klasifikacije, istražujući efekte različitih tipova pitanja na interakciju u učionici, posebno u kontekstu usvajanja drugog jezika.

Long i Sejto [19] su izvršili značajno istraživanje o pitanjima nastavnika, koristeći Kirsljevu klasifikaciju pitanja kao osnovu. Prilagodili su je kako bi bolje odražavala specifičnosti učionice. Njihova modifikacija obuhvata dve glavne kategorije pitanja, svaka sa dodatnim podkategorijama: 1. eho pitanja - a. potvrđivanja, b. provere razumevanja i c. zahteve za pojašnjavanjem; 2. epistemička pitanja - a. referencijalna, b. formalna, c. ekspresivna i d. retorička.

Rezultati istraživanja su ukazali da između izvornih i neizvornih govornika postoji velika raznolika u tipovima pitanja, izvorni govornici postavljali su isključivo referencijalna pitanja, a u nastavi jezika nastavnici su postavljali uglavnom formalna pitanja. Takođe, oni napominju da spontani razgovor između izvornih i neizvornih govornika ima manje ponavljanja i fidbeka nego učionica. Long i Sejto su izostavili pitanja tzv. "socijalne kontrole" iz svoje adaptacije Kirsljeve klasifikacije, a retorička pitanja su izdvojili kao posebnu kategoriju pitanja, iako ona ne zahtevaju odgovor. Važno je napomenuti da se ova podela može smatrati korisnom u specifičnom kontekstu njihovog istraživanja, ali može biti manje relevantna za druge učionice.

Kasnije, Kalahan i Klark [5] su revidirali podelu pitanja nastavnika, adaptirajući Galagerovu i Ašnerovu podelu iz 1963. Njihova nova klasifikacija obuhvata šira i uža pitanja, dodatno kategorizovana u četiri grupe: pitanja iz sazajne memorije, konvergentna pitanja, divergentna pitanja i evaluativna pitanja. Dok su prva dva tipa pitanja usmerena na konkretna saznanja, divergentna i evaluativna pitanja imaju širu perspektivu, otvarajući prostor za različite odgovore. Važno je napomenuti da, prema nekim autorima, evaluativna pitanja mogu imati i konvergentne i divergentne osobine, što sugeriše da bi njihova klasifikacija mogla biti podložna dodatnim korekcijama radi potpunijeg odraza funkcija pitanja u učionici

Sintija Brok je 1986. godine u [20] sprovedla značajno istraživanje gde je pitanja klasifikovala prema Longu i Sejtu,

fokusirajući se na efekte epistemičkih i eho pitanja. Ustanovila je da referencijalna pitanja podstiču duže i gramatički kompleksnije odgovore učenika, dok su formalna pitanja manje efikasna jer narušavaju prirodni tok razgovora. Njeno istraživanje pokazuje da više referencijalnih pitanja ne povećava broj potvrda, proveru razumevanja i zahteva za objašnjenjem, pa prema tome ne podstiče nužno komunikaciju.

Ovi rezultati su potvrđeni i od strane Nunana u [21] te Lajtbaunove i Spadine u [9], koji su takođe klasifikovali pitanja prema istim kriterijumima. Oni su u radovima zaključili da referencijalna pitanja nastavnika doprinose dužim i kompleksnijim odgovorima učenika. U daljim istraživanjima, ova podela pitanja na referencijalna i formalna zadržala je svoju važnost u primenjenoj lingvistici, često se nazivajući i "displej" ili formalna pitanja i "prava" pitanja.

Ipak, postoji neslaganje među naučnicima u vezi sa ovim terminima za formalna pitanja, te se termini kao "pitanja sa poznatim odgovorom" ili "test pitanja" često koriste u obrazovnoj literaturi, vidi [15].

Mejenova, u svom članku "What time is it Denise?" iz 1979. [11], naglašava da u institucionalnom učenju stranog jezika govor ne može biti identičan spontanom govoru u svakodnevnim situacijama. Ona time osporava jasnu klasifikaciju pitanja na formalna i referencijalna, tvrdeći da ona se razlikuju jedino prema tome kako nastavnik reaguje na prethodni odgovor učenika:

A	B
T: What time is it Denise?	T: What time is it Denise?
S: 2:30.	S: 2:30.
T: Thank you Denise!	T: Very well, Denise! [11].

Gornji primer ilustruje da isto pitanje i odgovor mogu imati različite namene i ciljeve. To ukazuje na nedoslednost distinkcije između formalnih i referencijalnih pitanja, posebno u obrazovnom kontekstu, gde nastavnici često postavljaju pitanja tako uverljivo da učenici veruju u njihovu autentičnost [12].

Primeri iz transkripata Lajtbaunove i Spadine u [9] te Nunana u [21] dodatno ilustruju kako referencijalna pitanja mogu dobiti funkciju formalnih i obrnuto.

Abakornova u [22] takođe ističe da sva referencijalna pitanja ne služe za podsticanje komunikacije te da postoje razlike i među njima. Njeni primeri ukazuju na to da nastavnici često postavljaju referencijalna pitanja kako bi vežbali jezičku formu, a ne nužno zbog interesa za sadržaj iskaza učenika:

1. T: → Can you swim?
2. Ss: Ye:s I ca:n
3. T: → Can you dance? ((dancing))
4. Ss: Ye:s I ca:n=
5. T: → =Can you play piano?
6. Ss: N[o:↑ I ca:n not
7. T: [No↑ I (1.5) no↑ I cannot *ru*: no I can't
(No, I cannot *or* no I can't.) [22].

Svi ovi primeri ukazuju na nejasnoće u postojećim taksonomijama pitanja nastavnika i potrebu za daljim klasifikacijama kako bi istraživanja pružila relevantnije podatke. Ovi nedostaci mogli bi objasniti postojeća neslaganja u rezultatima istraživanja interakcije u učionici.

Thompson je u [13] klasifikovao pitanja prema sintaksičkoj formi (da/ne pitanja i wh- pitanja), sadržaju (činjenice i lična pitanja) i pedagoškoj funkciji (demonstracija znanja i komunikacija). On tvrdi da nastavnici treba da postavljaju više wh pitanja, smatrajući ih zahtevnijim i korisnijim za učenike. Međutim, Li u [15] naglašava da čak i da/ne pitanja ne dovode uvek do polarnih odgovora, ukazujući na kontekstualnu varijabilnost tumačenja.

Omari je, u obimnoj analizi transkripata iz jordanskih učionica, [23], klasifikovao pitanja prema Blumovim kategorijama nižeg i višeg reda, otvorenim i zatvorenim, te formalnim i referencijalnim. Ova klasifikacija kombinuje klasifikacije koje su osnova prethodnih istraživanja i ne uvodi nove podele.

Nijedna od prethodnih taksonomija ne obuhvata fatičku funkciju pitanja, koja služi za održavanje komunikacije i izgradnju odnosa poverenja u učionici. Ova pitanja nisu ni uključena u analizu nastavnčkih pitanja. Jakobson u [24] naglašava važnost fatičke funkcije u jeziku, posebno u socijalnom kontekstu. Uvođenje ovakvih pitanja u analizu diskursa u učionici može pružiti novu perspektivu i doprineti boljem razumevanju interakcije između učenika i nastavnika.

4. ZAKLJUČAK

Nakon pregleda ključnih istraživanja o pitanjima nastavnika i klasifikacijama na kojima se baziraju, uočene su nejasnoće i nedoslednosti. Blumova taksonomija pruža doslednu distinkciju između kategorija, dok se većina studija fokusira na formalna i referencijalna pitanja, iako su ove kategorije često nejasno definisane. Različite podela, kao i problematika definisanja referencijalnih pitanja, čine teškom izradu sveobuhvatne taksonomije. Osim toga, fatička funkcija pitanja u govoru u učionici nije obuhvaćena trenutnim istraživanjima. Zaključujemo da je neophodno revidirati i preciznije sistematizovati kategorije pitanja nastavnika u kompleksnom okruženju učionice stranog jezika.

LITERATURA

- [1] S. Krashen, *The Input Hypothesis: Issues and Implications*. New York: Longman Inc., 1985.
- [2] M. Swain, "Communicative competence: some roles of comprehensible input and comprehensible output in its

- development," in *Input in Second Language Acquisition*, S. M. Gass and C. G. Madden, Eds. Rowley, Mass.: Newbury House, 1985, pp. 235-253.
- [3] V. Dayal, *Questions*. Oxford: Oxford University Press, 2017.
- [4] D. Kristal, *Enciklopedijski rečnik moderne lingvistike*. Beograd: Nolit, 1988.
- [5] J. Carjuzaa and R. D. Kellough, "Teaching in the Middle and Secondary Schools," Boston: Pearson, 2013.
- [6] L. S. Vygotsky, *Mind in society: the development of higher psychological process*. Cambridge, Mass.: Havard University Press, 1978
- [7] M. Swain, "The output hypothesis and beyond: Mediating acquisition through collaborative dialogue," in *Sociocultural Theory and Second Language Learning*, J. P. Lantolf, Ed. Oxford: Oxford University Press, 2000.
- [8] H. D. Brown, *Teaching by principles: An interactive approach to language pedagogy* (3rd ed.). White Plains, NY: Pearson Education, 2007.
- [9] P. M. Lightbown and N. Spada, *How languages are learned* (4th ed.). Oxford: Oxford University Press, 2013.
- [10] A. B. M. Tsui, "Classroom Discourse: Approaches and Perspectives," in *The Encyclopaedia of Language and Education (Vol. 6: Knowledge About Language)*, J. Cenoz and N. H. Homberger, Eds. New York: Springer, 1998, pp. 261-272.
- [11] H. Mehan, "'What time is it Denise?': asking known information questions in classroom discourse," *Theory Into Practice*, vol. 18, pp. 285-294, 1979.
- [12] G. Thompson, "Training teachers to ask questions," *ELT Journal*, vol. 51, no. 2, pp. 99-105, 1997. <https://doi.org/10.1093/elt/51.2.99>.
- [13] P. Seedhouse, *The interactional architecture of the language classroom: A conversation analysis perspective*. Malden: Blackwell Pub., 2004.
- [14] C. Atar and P. Seedhouse, "A Conversation-Analytic Perspective on the Organization of Teacher-Led Clarification and Its Implications for L2 Teacher Training," *International Journal of Instruction*, vol. 11, no. 2, pp. 145-166, 2018. <https://doi.org/10.12973/iji.2018.11211a>.
- [15] Y. A. Lee, "Yes-no questions in the third-turn position: Pedagogical discourse processes," *Discourse Processes*, vol. 45, no. 3, pp. 237-262, 2008.
- [16] N. E. Dickman, "The Challenge of Asking Engaging Questions," *Currents In Teaching and Learning*, vol. 2, no. 1, pp. 3-16, 2009.
- [17] D. Pinkeviciene, "Triadic Dialogue in EFL Classroom: Embedded Extensions," *Studies About Languages*, vol. 18, no. 18, pp. 97-104, 2011. DOI:10.5755/j01.sal.0.18.416.
- [18] B. S. Bloom, *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals: Handbook I Cognitive Domain*. London: Longmans, 1956.
- [19] M. H. Long and C. Sato, "Classroom foreigner talk discourse: forms and functions of teachers' questions," in *Classroom-oriented research in second language acquisition*, H. W. Seliger and M. H. Long, Eds. Rowley, Mass.: Newbury House, 1983, pp. 268-285.
- [20] C. A. Brock, "The Effects of Referential Questions on ESL Classroom Discourse," *TESOL Quarterly*, vol. 20, pp. 77-59, 1986.
- [21] D. Nunan, "The Questions Teachers Ask," *JALT Journal*, vol. 12, no. 2, pp. 187-202, November 1990.
- [22] J. Abhakorn, "Asking Effective Referential Questions in an EFL Classroom," in *The European Conference on Language Learning. Official Conference Proceedings*, National Institute of Development Administration, 2014, pp. 201-214. ISSN: 2188-112X.
- [23] H. A. Omari, "Analysis of the Types of Classroom Questions Which Jordanian English Language Teachers Ask," *Mathematical Models and Methods in Applied Sciences*, vol. 12, pp. 1-13, 2018. DOI:10.5539/mas.v12n4p1.
- [24] R. Jakobson, "Linguistics and Poetics," in T. Sebeok (Ed.), *Style in Language*, pp. 350-377, Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology Press, 1960.



SAVREMENI KONCEPTI U NASTAVI I UČENJU U VISOKOM OBRAZOVANJU: OPŠTI PREGLED

MODERN CONCEPTS IN TEACHING AND LEARNING WITHIN HIGHER EDUCATION: GENERAL OVERVIEW

Maja Stanojević Gocić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, Filipa Filipovića 20, Vranje.*

Dragana Trajković, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, Filipa Filipovića 20, Vranje.*

Sadržaj - U ovom radu se obrađuju savremeni obrazovni koncepti koji su poslednjih godina promovisani u nastavi i učenju u visokoškolskim ustanovama, i kao takvi mogu postati sastavni deo nastavnih aktivnosti predviđenih kurikulumom. Pomenuti koncepti uključuju strategije učenja, stilove učenja, učeničku autonomiju, samousmereno učenje, a mogu obuhvatiti sve nastavne predmete u skladu sa principima celoživotnog učenja. Studenti koji su učestvovali u istraživanju su popunjavali upitnik o strategijama čitanja kao deo studije rađene u okviru ovog rada, dok bi rezultati mogli biti iskorišćeni za unapređenje nastave i učenja ne visokoškolskim ustanovama.

Gljučne reči: Strategije učenja. Strategije čitanja. Stilovi učenja. Učenička autonomija. Samousmereno učenje.

Abstract - This paper is concerned with contemporary educational concepts that have been promoted in teaching and learning in higher education institutions in recent years, which can become an integral part of the instructional activities provided by the curriculum as such. These concepts include learning strategies, learning styles, learner autonomy, self-directed learning, and may cover all subjects in accordance with the principles of lifelong learning. Students who participated in the research filled out a questionnaire on reading strategies, as a part of the study conducted in this paper, whereas the results of this study could be used to upgrade both teaching and learning in higher education institutions.

Key words: Learning strategies. Reading strategies. Learning styles. Learner autonomy. Self-directed learning.

1. UVOD

Savremena nastavna metodologija i didaktika imaju za cilj osposobljavanje studenata ne samo da uče, već i da znaju kako da uče, odnosno da strateški pristupe procesu sticanja znanja i celokupnog obrazovanja,

Principi digitalnog društva, savremene kompetencije i ekonomija znanja doveli su do potrebe za inovacijama u učenju i nastavi, a visoko obrazovanje se nalazi na čelu ove promene, pripremajući student za tržište rada u budućnosti [1].

Savremeni pristupi nastavi koja se odvija u okviru visokoškolskih ustanova podrazumevaju da ona bude prilagođena individualnim potrebama studenata, i to ne samo u pogledu njihovih sposobnosti i sklonosti, već i u pogledu njihovih preferencija koje se tiču učenja, uključujući i upotrebu strategija koje su prilagođene specifičnim zadacima učenja, a koje doprinose njihovom bržem i efikasnijem rešavanju, kao i preferiranih stilove učenja koji studentima pomažu da lakše usvoje gradivo.

U skladu s tim, da bi studenti što jednostavnije usvojili strategije učenja (engl. *learning strategies*), one mogu biti

integrirane u nastavu i postati integralni deo nastavnog procesa, odnosno nastavnih aktivnosti u okviru školskog sistema, pod pretpostavkom da se do sada nedovoljno pažnje poklanjalo upotrebi strategija u nastavi i učenju u osnovnom i srednjem obrazovanju.

U visokom obrazovanju studenti bi mogli primenjivati korisne strategije učenja u vidu specifičnih alata koji bi im omogućili da brže i lakše uče, a mogli bi ih implementirati ne samo na času, već i samostalno, u procesu otkrivanja i usvajanja novih saznanja. Pošto se obrazovanje odvija i van učionice, izvan formalnih obrazovnih okvira, odnosno nakon završetka formalnog školovanja, ono se sve više posmatra kao kontinuiran, neprekidan process koji traje čitavog života u vidu celoživotnog obrazovanja (engl. *lifelong learning*).

Cilj rada je ispitati pomoću upitnika u kojoj meri studenti Visoke škole tehničko-vaspitačkih strukovnih studija koriste strategije čitanja. Dobijeni rezultati bi se mogli iskoristiti za unapređenje nastave u visokom obrazovanju. S tim u vezi, studenti visokoškolskih ustanova bi mogli biti podučavani strategijama učenja, i u okviru tog postupka bi se moglo otkriti koje kognitivne i metakognitivne procese studenti mogu iskoristiti, što bi predstavljalo direktan benefit za njihova

postignuća, ključujući i razvoj društvenih veština u okviru učenja kroz saradnju s profesorima i kolegama, kao i savladavanje emocionalnih prepreka pri učenju. U tom procesu neophodno je i efikasno korišćenje preferiranih stilova učenja. Sve to doprinosi povećanju motivacije kod studenata.

2. STRATEŠKI PRISTUP U NASTAVI I UČENJU

Strategije učenja jezika predstavljaju deo strategija učenja kao šireg pojma. Strategije učenja predstavljaju posebne misli ili vidove ponašanja koje pojedinci koriste kako bi im pomogle da razumeju, nauče ili usvoje nove informacije [2]. Takođe, strategije učenja su operacije koje predstavljaju pomoć pri memorisanju, pronalaženju, usvajanju i korišćenju informacija, ali i specifične radnje koje studenti preduzimaju da bi učenje učinili lakšim, bržim, prijatnijim, efikasnijim i prenosivim na nove situacije [3].

Iako ne postoji jedinstvena definicija strategija učenja, one su specifični koraci čijim se poduzimanjem olakšavaju procesi učenja i usvajanja gradiva. U nastavi engleskog jezika struke (engl. *English for Specific Purposes*) važnu ulogu imaju strategije učenja vokabulara (engl. *vocabulary learning strategies*) koje omogućuju studentima da otkriju značenja novih reči, i to su strategije otkrivanja (engl. *discovery strategies*), kao i da ih lakše upamte, odnosno memorišu, a to su strategije pamćenja (engl. *memory strategies*).

Strategije čitanja omogućavaju studentima da otkriju značenje teksta kao celine, da pretražuju tekst u potrazi za bitnim informacijama, poput čitanja na preskok ili brzog pregledanja teksta, da vrše predviđenja i donose zaključke. One doprinose i razvoju kritičkog mišljenja kod studenata pomoću kritičke analize teksta [4].

Najvažnije grupe strategija su kognitivne, metakognitivne, društvene i afektivne strategije. Dok kognitivne strategije podrazumevaju korišćenje kognitivnih ili menatlnih operacija, metakognitivne strategije se odnose na razmišljanje o kognitivnim strategijama, pošto sama reč metakognicija označava razmišljanje o kogniciji. Socijalne strategije podrazumevaju saradnju sa drugima, jer se u situacijama učenja neretko dešava da student traži pomoć profesora ili kolege pri savladavanju neke poteškoće u učenju, a afektivne strategije obuhvataju ovladavanje emocijama i njihovu kontrolu u toku procesa usvajanja gradiva, poput savladavanja napetosti pomoću slušanja muzike i sl.

Strategije učenja omogućavaju studentima da pospeše svoje učenje tako što će ih kombinovati u adekvatnom kontekstu, kao i da ih primenjuju u novim situacijama učenja u odgovarajućem zadatku, jer nije svaka strategija pogodna, odnosno efikasna za svaki tip zadataka koji učenje postavlja.

3. RAZVIJANJE METAKOGNITIVNE SVESTI

Metakognicija je široko definisana kao proces razmišljanja višeg reda koji pretpostavlja aktivnu kontrolu nad kognitivnim procesima uključenim u učenje. Koristi se kao izraz kojim su obuhvaćene metakognitivne strategije, metakognitivno znanje i metakognitivnu svest.

Metakognicija se sastoji od metakognitivnog znanja, koje uključuje znanje o realizaciji zadataka i korišćenju strategija, i metakognitivne regulacije, uključujući samoregulaciju.

Metakognitivna svest se razvija kod studenta sa primarnim ciljem da oni postanu svesni procesa učenja, da ga razumeju, da znaju kako da uče, uključujući sve prednosti i slabosti koje iskazuju u tom procesu. Studenti se osposobljavaju da naprave plan učenja, te se kod njih razvija sposobnost planiranja, praćenja, regulacije i evaluacije učenja.

4. SAMOSTALNO UČENJE

Razvoj strategija i strateškog pristupa učenju omogućuje razvoj samousmerenog učenja (engl. *self-directed learning*), kao oblika samostalnog učenja. U tom smislu, samousmereno učenje odnosi se na proces u kojem pojedinac preuzima odgovornost za sopstveni put učenja. Podrazumeva se da studenti pritom aktivno učestvuju u postavljanju ciljeva učenja, odabiru odgovarajućih resursa, planiranju rasporeda učenja i evaluaciji eventualnog napretka.

Ovaj pristup naglašava nezavisnost i samoregulaciju, koja predstavlja sastavni deo metakognicije, u sticanju praktičnog znanja i praktičnih veština, poput jezičkih veština u smislu samousmerenog učenja jezika (engl. *self-directed language learning*).

Adekvatna primena efikasnih strategija neophodan je preduslov smostalnosti u učenju i radu. Strategije direktno podstiču i dovode do razvoja autonomnog učenja kao oblika samostalnog učenja koje podrazumeva učeničku autonomiju (engl. *learner autonomy*). Autonomija učenika, s druge strane, je širi koncept koji obuhvata sposobnost učenika da preuzmu kontrolu i upravljaju sopstvenim procesom učenja i usvajanja gradiva. Ona uključuje samoregulaciju učenika, kao i donošenje odluka i proaktivnost pri učenju. Autonomija omogućava pojedincima da razmišljaju o svojim nastojanjima da nauče nešto novo, odnosno donose odluke o tome šta, kako i kada treba učiti, uzimajući u obzir sopstvene preferencije, interese i potrebe [5].

5. STILOVI UČENJA

Stilovi učenja uključuju različite kognitivne, afektivne i fiziološke faktore koji utiču na to kako studenti percipiraju, organizuju i razumiju input kojim su izloženi. Primera radi, stilovi učenja jezika odnose se na preferirane ili karakteristične pristupe koje student upotrebljavaju kako bi za razumeli, obradili i usvojili nove jezičke informacije [6].

Stilovi učenja jezika mogu se značajno razlikovati među pojedincima. Iako ne postoji univerzalno prihvaćena kategorizacija stilova učenja, opštepriznati stilovi učenja su:

1. Auditivni stil

Studenti koji preferiraju auditivni stil oslanjaju se u toku učenja na čulo sluha i vole da slušaju, te stoga imaju koristi od verbalnih uputstava, razgovora, ili audio materijala. Pri učenju jezika lako apsorbuju izgovor i intonaciju.

2. Vizuelni stil

Studenti sa vizuelnim stilom učenja su vizuelni tipovi koji se oslanjaju u radu na čulo vida, pa stoga najbolje ovladavaju gradivom kroz vizuelna pomagala kao što su grafikoni, video zapisi ili pisani materijali. Lako uče jezik pomoću fleš kartica, dijagrama ili gledanja video zapisa.

3. Kinestetički/taktilni stil

Studenti kod kojih preovladava pomenuti stil preferiraju praktični pristup prilikom učenja. Njihova tendencija je da uče kroz rad i praktične aktivnosti za savladavanje gradiva, te imaju koristi od fizičkih aktivnosti, odnosno angažovanih aktivnosti poput igranja uloga, interaktivnih igara, vežbanja pisanja ili korištenja gestova za učenje novog vokabulara stranog jezika.

4. Društveni stil

Neki pojedinci napreduju u grupnim, u kolektivima, okruženi drugima. Oni, dakle, uživaju u učenju kroz interakciju s drugima. Grupne diskusije, programi razmene jezika ili studijske grupe su korisni za njihovo usvajanje stranog jezika.

5. Individualni stil

Pojedini studenti više vole da uče sami, tj. sopstvenim tempom. Oni uspešno koriste materijale za samostalno učenje, onlajn kurseve ili individualne sesije kojima poboljšavaju svoje praktične veštine.

Pojedinci često imaju mešavinu pomenutih stilova učenja, a njihove preferencije se mogu promeniti u zavisnosti od konteksta i gradiva koje se uči. Pored toga, polje stilova učenja je još uvek nedovoljno istraženo.

5. METODOLOGIJA

Ciljnu grupu učesnika u našem istraživanju činilo je 150 studenata Akademije tehničko-vaspitačkih strukovnih studija. To su studenti svih smerova prve i druge godine Odseka Vranje. U studiji je učestvovalo 80 muških i 70 ženskih ispitanika. Istraživanje je bilo anonimno. Učesnici su popunjavali upitnik o strategijama čitanja akademskih tekstova.

Navedeni upitnik (čiji su autori Mokhtari i Sheorey) istražuje metakognitivnu svest studenata, koji uče engleski kao drugi jezik. Konkretno, upitnik ispituje metakognitivni svest o strategijama čitanja i sve strategije čitanja deli na globalne strategije čitanja, strategije rešavanja problema i pomoćne strategije [7].

Korišćena je deskriptivna statistička analiza, i tom prilikom su određene srednja vrednost, sa ciljem utvrđivanja učestalosti korišćenja strategija, i standardna devijacija, pri čemu najniža standardna devijacija pokazuje najmanje odstupanje u odgovorima ispitanika.

Rezultati su prikazani u Tabeli 1.

Grupe strategija	Srednja vrednost	Standardna devijacija
Globalne strategije čitanja	3,15	0,779
Strategije rešavanja problema	3,23	0,843
Pomoćne strategije čitanja	3,21	0,768
Sve strategije čitanja	3,19	0,733

Slika 1. Tabela o strategijama čitanja.

Dobijeni rezultati pružaju uvid u učestalost korišćenja strategija čitanja od starne ispitanika. Dakle, oni pokazuju da

studenti umereno koriste strategije čitanja. Stoga bi trebalo da steknu neophodna dodatna znanja kako o strategijama čitanja i njihovoj korisnosti, tako i o strategijama učenja i njihovoj praktičnoj primeni, kako bi ih češće upotrebljavali.

Na osnovu dobijenih rezultata primetno je da studenti u najvećoj meri koriste strategije rešavanja problema, koje primenjuju, primera radi, kada u tekstu naiđu na nepoznatu reč i treba da odluče da li da značenje nepoznatog termina potraže u rečniku, da li da pokušaju da pogode njegovo značenje iz konteksta ili drugih raspoloživih indicija, odnosno da li da datu reč preskoče, ignorišu i nastave da čitaju.

Strategije čitanja studenti apliciraju kako svesno, tako i podsvesno, na nesvesnom nivou.

Strateško čitanje podrazumeva da studenti moraju znati da ne treba da traže značenje svake njima nepoznate reči u rečniku, jer bi se u tom slučaju i čitanje i razumevanje teksta znatno usporilo, već da nauče da primenjuju alternativne strategije i posegnu za drugim strategije koje im stoje na raspolaganju u za to pogodnim situacijama čitanja [8].

Sve to se postiže uvežbavanjem i praksom koja se izvodi u cilju razumevanja teksta, odnosno čitanja sa razumevanjem (engl. *reading comprehension*).

U okviru podučavanja strategijama učenja studenti bi najpre uvežbavali određenu strategiju, stateški model ili kombinaciju zadatih strategija. koje su efikasne za rešavanje konkretnog problema koji se javlja pri učenju.

6. ZAKLJUČAK

Savremeni koncepti u nastavi i učenju podrazumevaju, između ostalog, strategije i stilove učenja jezika, samsmereno učenje, učeničku autonomiju i njeno postizanje u nastavnim i vannastavnim aktivnostima, u cilju unapređenja nastave na visokoškolskim ustanovama, osavremenjivanja nastavnog plana i programa, ali i podsticanja studenata na samostalni rad u okviru celoživotnog učenja.

Neophodnost uvođenja pomenutih koncepata u nastavni process, u kome se, s jedne strane, studenti osposobljavaju za celoživotno učenje, a s druge strane razvijaju svoje digitalne kompetencije, stoga postaje neminovnost.

Jedan vid osavremenjavanja i unapređenja nastave engleskog jezika struke ogledao bi se u podučavanju studenata engleskog jezika stuke u visokoškolskim ustanovama u zemlji strategijama učenja jezika u cilju razvoja njihove metakognitivne svesti, kako bi stečena znanja studenti primenjivali samostalno, s obzirom da je učenje jezika kontinuirani proces, koji se ne završava ni učionici, ni na ispitu, već sa razvojem jezičkih veština i komunikativne kompetencije treba nastaviti i nakon položenog ispita ili završenog kursa.

Rezultati istraživanja sprovedenog u ovom radu pokazuju neophodnost uvođenja nastave zasnovane na strategijama (engl. *strategy (based) instruction*) koja bi omogućila efikasno savladavanje gradiva, kao na primer, ovladavanje jezičkim veštinama ili gramatičkim strukturama.

Podučavanje studenata kako da koriste efikasne strategije u određenim situacijama učenja i kako da donose mudre odluke o njihovoj aplikaciji u datom kontekstu omogućilo bi im da efektno koriste dostupne informacije koje olakšavaju

svaladavanje gradiva, i prevazilaze specifične probleme učenja. Zbog svega toga, strateški input bi trebalo da postane sastavni deo kurikuluma [9].

Prema tome, strateški pristup nastavi može biti deo individualnog, ali i institucionalnog pristupa obrazovanju, gde bi studenti učili o korisnim strategijama koje bi im pomogle da organizuju svoje učenje na najbolji mogući način, da donesu adekvatne odluke o tome šta da uče i kako da osmisle i sprovedu plan učenja, kao i kako da procenjuju svoje rezultate i dostignuća u postupku samostalnog sticanja znanja i veština.

LITERATURA

- [1] A. V. Janković, M. P. Stanojević Gocić, Professor's New Clothes: 21st Century Teaching Competences in Higher Education, In *Collection of Papers of the Faculty of Philosophy*, Kosovska Mitrovica, LIII (3) pp.37-54, 2023.
- [2] J. M. O'Malley, A. U. Chamot, *Learning Strategies in Second Language Acquisition*, Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
- [3] R. Oxford, *Language Learning Strategies – What Every Teacher Should Know*, Boston; Heinle & Heinle Publishers, 1990.
- [4] W. Grabe, *Reading in a Second Language: Moving from Theory to Practice*, Cambridge: CUP, 2009.
- [5] P. Benson, *Teaching and Researching Autonomy in Language Learning*, Pearson Education Limited 2001.
- [6] R. Oxford, *Language Learning Styles and Strategies: An Overview*, GALA 2003.
- [7] K. Mokhtari, R. Sheorey, Measuring ESL students' awareness of reading strategies, *Journal of Development Education* 25(3), pp. 2–10, 2002.
- [8] C. Nuttall, *Teaching Reading Skills in a Foreign Language*, Oxford: Macmillan, 2005.
- [9] M. Stanojević Gocić, The use of language learning strategies by the students of English for Specific Purposes aimed at improving their knowledge of English, *Knowledge, International Journal*, vol. 4, pp. 481-485, 2014.



JEZIK KOMPJUTERA I NOVIH MEDIJA U SVAKODNEVNOM GOVORU MLADIH THE LANGUAGE OF COMPUTERS AND NEW MEDIA IN EVERYDAY SPEECH OF THE YOUNG

Marija Boranijašević, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija, Odsek Niš,
Aleksandra Medvedeva 20, Niš*

Vladica Ubavić, *Republički geodetski zavod, Bulevar vojvode Mišića 39, Beograd*

Sadržaj – Predmet ovog rada predstavlja istraživanje upotrebe engleskih termina koji pripadaju oblasti kompjuterske tehnologije i novih medija u svakodnevnom životu mladih ljudi. Cilj istraživanja bio je utvrditi u kojoj meri mladi danas koriste engleske reči, u vidu odomaćenih anglicizama ili novijih anglicizama koje uglavnom upotrebljavaju u izvornom obliku bez dodatne fonološke i grafološke adaptacije. Polazna hipoteza bila je da mladi ljudi u svakodnevnom životu u velikoj meri koriste anglicizme koji pripadaju oblasti kompjuterske tehnologije i novih medija, a sprovedeno istraživanje je potvrdilo polaznu pretpostavku.

Ključne reči: Anglicizmi. Prevodni ekvivalenti. Kompjuterska tehnologija. Novi mediji.

Abstract – The subject of this paper is researching the usage of English terms in the area of computer technology and new media in everyday lives of young people. The goal of the research was to determine in which degree the young nowadays use English words, in the form of widely used anglicisms or newer anglicisms which they mostly use in their original forms without any additional phonological or graphological adaptation. The initial hypothesis was that young people widely use anglicisms in the area of computer technology and new media, while the conducted research has confirmed the initial hypothesis.

Key words: Anglicisms. Translation equivalent. Computer technology. New media.

1. UVOD

U svekolikoj prirodi bogatoj brojnim vrstama, čovek je jedino svesno živo biće kadro da komunicira sa drugim ljudima. U ovoj privilegiji upotrebljava jezik kao osnovni simbolski sistem kako bi razmenio informacije i dosegao značenje unutar tih istih informacija, tj. kako bi komunicirao sa pripadnicima ljudske vrste.

Jezik je „univerzalni, neizbežni i dominantni verbalni simbolski sistem u komuniciranju. U širem, antropološkom smislu izraz jezik objedinjuje sve žive i izumrle jezike koje čovek koristi i koje je koristio od nastanka ljudske vrste kao izraz čovekove generičke suštine – svesnosti“ [1]. Tako je jezik postao neodvojiv deo čovekovog bitisanja od prvih plemenskih jezika, pa sve do mnoštva savremenih jezika koji se danas govore u svetu. Prvi jezici su bili usmeni, zatim je na scenu stupilo pismo, te je jezik dobio i svoju pisanu manifestaciju. Pisma se, opet, razlikuju od jezika do jezika doprinoseći bogatstvu riznice svih svetskih jezika koji, uprkos razlikama, imaju jednu zajedniču osobinu – služe za sporazumevanje, tj. komuniciranje među ljudima.

Neki jezici se govore na širem govornom području, neki na užem, dok su pojedini i dalje deo plemenske komunikacije u ruralnim afričkim sredinama i poseduju samo usmenu formu.

S druge strane, engleski jezik je krajem dvadesetog, a posebno u dvadeset prvom veku, dobio primat kao dominantni jezik univerzalnog sporazumevanja širom zemaljske kugle kao svojevrсна lingva franka (lingua franca). Ovakvoj ekspanziji engleskog jezika posebno je doprineo razvoj kompjutera i kompjuterske terminologije koja je u nedostatku postojećih termina u drugim jezicima jednostavno transponovana iz engleskog u ostale svetske jezike, i ne samo to. Internet, bez koga gotovo da ne možemo ni zamisliti savremeni život, doneo je apsolutnu dominaciju engleskog jezika. Na ovaj način, putem medija, „engleski jezik prodire u sve registre pisane i govorne komunikacije“ [2]. „Zabava i računarstvo, nazivi i opisi raznovrsnih proizvoda, i reklamni slogani, da spomenemo samo one najupadljivije, posvuda u svetu gotovo bez izuzetka 'govore' engleskim jezikom i time umnogome doprinose širenju pojave koja bi se mogla nazvati jezička angloglobalizacija“ [3].

Ovaj fenomen iz dana u dan postaje sve naglašeniji, posebno kod mlađe generacije, usled prekomerne upotrebe takozvanih društvenih mreža na kojima su postavljeni sadržaji velikim delom na engleskom jeziku. U ovakvom dodiru engleskog i srpskog jezika dolazi do njihovog stapanja te mladi, uglavnom, mada ni starije generacije nisu pošteđene ovog uticaja, nesvesno počinju da koriste reči engleskog jezika

koje se još uvek nisu odomaćile u govoru kao prihvaćeni anglicizmi, i praktično ih koriste paralelno sa ostalim srpskim rečima. Na ovaj način nastaje specifičan varijetet srpskog jezika svojstven „urbanim, obično dvojezičnim, ljudima mlađe generacije, započetog a nezavršenog obrazovanja, koji svoju jezičku i drugu kulturu stiču uglavnom putem popularnih mas-medija. Hibridni jezik kojim se oni, ali ne samo oni, služe, i koga oličava sindrom milenijumske bube, može se nazvati jedino anglosrpskim jezikom“ [3]. „Nazovimo ga anglosrpskim ili novosrpskim, ovaj hibridni jezik je naša realnost, a ukoliko, kao izvorni govornici srpskog jezika, ne utičemo na kolektivnu svest po ovom pitanju, ova stihijska pojava može rezultirati utemeljenjem novosrpskog jezika“ [4]. Cilj ovog rada je da se utvrdi u kojoj meri je kompjuterska terminologija i terminologija novih medija direktno preuzeta iz engleskog jezika prisutna u svakodnevnom govoru mladih i kako je oni doživljavaju (kao pozajmljenice ili kao deo srpskog jezika).

2. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

U ovom radu je kao istraživačka metoda korišćena metoda ispitivanja. Upotrebljena tehnika je anketa, dok je kao instrument korišćen upitnik. Reč je o kombinovanom upitniku. Prvi deo sadržao je pitanja zatvorenog tipa, gde su se ispitanici odlučivali za jedan od ponuđenih odgovora, dok je drugi deo bio otvorenog tipa i na ispitanicima je bilo da ponude prevodni ekvivalent, tj. termin na srpskom jeziku za ponuđene pozajmljenice koje pripadaju široko korišćenoj računarskoj terminologiji.

Uzorak u istraživanju čine studenti prve godine Akademije tehničko-vaspitačkih strukovnih studija, Odsek Niš. Reč je o namernom uzorku. Radi se o grupi mladih ljudi, u skladu sa postavljenim ciljem istraživanja. Ispitanici su približno istog

uzrasta, istog su nivoa obrazovanja, i u tom smislu čine homogenu grupu pogodnu za ovakvu vrstu ispitivanja.

Anketom je obuhvaćen uzorak od 40 studenata, 34 muškog i 6 ženskog pola, starosti od 18 do 21 godine života.

Korpus termina koji je korišćen u upitniku delimično je preuzet iz „Malog rečnika Google i Microsoft termina iz oblasti informacionih tehnologija“ [5], tako što je odabran određeni broj termina koji se po mišljenju autorâ učestalo koriste u svakodnevnom govoru mladih ljudi, što je u skladu sa ciljem ovog istraživanja. Osim toga, termini su dodatno adaptirani u skladu sa jezičkim navikama mlađe generacije danas, s obzirom da su u gorepomenutom radu ponuđeni termini u izvornom obliku, na engleskom jeziku, sa njihovim prevodnim ekvivalentima, na srpskom jeziku.

Polazna pretpostavka je da mladi ljudi danas u velikoj meri koriste ne samo odomaćene anglicizme koji pripadaju kategoriji kompjuterske terminologije i novih medija, već upotrebljavaju i neke engleske termine bez ikakve adaptacije, u izvornom obliku, ili čak u nekoj prilagođenoj „novosrpskoj“ formi, dok za njih postoje prevodni ekvivalenti u srpskom jeziku. Cilj istraživanja je da potvrdi ili opovrgne polaznu hipotezu.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Upitnik je koncipiran na način da prvi deo sadrži 25 pitanja zatvorenog tipa, a drugi deo 25 pitanja otvorenog tipa.

U prvom delu upitnika u svakom pitanju su ponuđena po dva termina, jedan anglicizam, a drugi prevodni ekvivalent na srpskom jeziku. Na ispitanicima je bilo da se opredele za jedan od dva ponuđena sinonima koji koriste u svakodnevnom životu. U tabeli u nastavku procentualno su predstavljeni odgovori ispitanika:

TERMINI	ANGLICIZAM	SRPSKI PREVODNI EKVIVALENT	NEOPREDELJENI
akaunt / nalog	50%	50%	-
backup / rezervna kopija	80%	12,5%	7,5%
bag / greška	75%	20%	5%
kropovati / izrezati	67,5%	30%	2,5%
desktop / radna površina	97,5%	2,5%	-
drajv / disk (jedinica)	57,5%	37,5%	5%
folder / direktorijum, fascikla	75%	25%	-
houm skrin / početni ekran	30%	70%	-
džek / priključak	32,5%	62,5%	5%
ulogovati se / prijaviti se	62,5%	37,5%	-
izlogovati se / odjaviti se	40%	60%	-
mod / režim	80%	17,5%	2,5%
njuzleter / bilten	62,5%	15%	22,5%
panel / tabla	42,5%	57,5%	-
peč / zakrpa	82,5%	7,5%	10%

provajder / dobavljač usluge	87,5%	10%	2,5%
resetovati / vratiti na početna podešavanja	77,5%	15%	7,5%
skrinsejver / čuvar ekrana	75%	22,5%	2,5%
setings(i) / podešavanja	57,5%	42,5%	-
spam / neželjena pošta	87,5%	10%	2,5%
subskrajbovati se / pretplatiti se, prijaviti se	72,5%	27,5%	-
taskbar / traka zadataka	97,5%	-	2,5%
apdejtovati / ažurirati	55%	45%	-
aploudovati / otpremiti, postaviti	67,5%	32,5%	-
vajerles / bežični	32,5%	65%	2,5%

Kao što se u priloženoj tabeli može videti, ispitanici su se 19 od 25 slučajeva odlučili za engleski termin, u 5 slučajeva je njihov izbor bio termin na srpskom jeziku, dok je u jednom slučaju tačno polovina ispitanika izabrala anglicizam, a druga polovina srpski prevodni ekvivalent. Kada ove brojke pretvorimo u procenat, videćemo da su ispitanici u 76% slučajeva dali prednost engleskom terminu, u 20% slučajeva, srpskom, dok je u 4% slučajeva rezultat izjednačen. Prednost data engleskim terminima kreće se u rasponu od 55% do čak 97%, dok je kod srpskog prevodnog ekvivalenta to raspon od 57,5% do 70%. U 14 slučajeva određeni broj ispitanika je bio neopredeljen, tj. nije odabrao ni jedan od ponuđenih odgovora, što možemo protumačiti na dva načina: ili da koriste oba sinonima ili ni jedan od njih. U većini slučajeva to je zanemarljiv procenat od 2,5%, a kreće se od 2,5% do 22,5%. Možemo zaključiti da najveći broj ispitanika u svakodnevnom govoru prednost daje engleskim terminima u odnosu na srpske reči.

Što se drugog dela upitnika tiče, on je bio otvorenog tipa. Ispitanici su imali zadatak da napišu prevodni ekvivalent za ponuđen anglicizam iz oblasti kompjuterske tehnologije, a ponuđeni termini su bili sledeći: atačment, brauzer, difolt, daunloudovati, fajl, houn pejdž, imejl, input, lejaut, mejling lista, mutirati, onlajn, oflajn, pasvord, pending, restartovati, restorovati, šerovati, slajdšou, storidž, tagovati, tulbar, apgrejdovati, juzernejm i zumirati. Zanimljiva je činjenica da je veliki procenat ispitanika naveo prevodni ekvivalent, što znači da su upoznati sa terminima na srpskom jeziku iako, opet, velika većina koristi engleske termine što su rezultati ovog istraživanja u prvom delu upitnika i potvrdili. U 7,8% slučajeva nije bilo ponuđenog srpskog termina, odnosno značenja, što znači da u pojedinim slučajevima, iako je taj procenat mali, ispitanici čak ne poznaju reč na srpskom jeziku. Primer „atačment“ ilustruje činjenicu koliko su mladi ljudi danas pod uticajem moderne tehnologije i novih medija. Naime, tek nekolicina njih je za ovaj termin ponudila reč „prilog“ koja predstavlja adekvatan prevodni ekvivalent. Značajan broj njih se opredelio za termin „dodatak“, dok je najveći broj ispitanika naveo reč „prikačica“. Ilustracije radi, ova, još uvek nepostojeća, reč u srpskom jeziku bila je odabrana na skorašnjem konkursu za najbolju novu srpsku reč koji je organizovao sajt „Mala biblioteka“ [6] iz Londona.

Ovaj primer samo potvrđuje značajan uticaj novih medija i društvenih mreža, a to ilustruje brzina kojom se ova izmišljena reč proširila među mladom populacijom i odnela prevagu u ovom slučaju u odnosu na ustaljenu i korišćenu reč „prilog“.

4. ZAKLJUČAK

Rezultati sprovedenog istraživanja potvrdili su početnu pretpostavku, a to je da mladi danas u svakodnevnom govoru daleko više koriste anglicizme i novije anglicizme koji pripadaju oblasti kompjuterske tehnologije i novih medija u odnosu na prevodne ekvivalente koji postoje u srpskom jeziku. Razlog za to je brz razvoj moderne tehnologije i upliv novijih termina koji se istom brzinom ustale u upotrebi, pre nego što daju priliku srpskim prevodnim ekvivalentima. To se, opet, dešava usled prevelike prisustnosti novih medija u životima mladih ljudi kojima su svakodnevno dostupni sadržaji na engleskom jeziku, koji konstantnim ponavljanjem počinju da zvuče poznato i prirodno. Nije reč samo o terminima koji pripadaju oblasti računarske tehnologije, iako je ovaj aspekt najizraženiji.

Ovaj trend upliva novih reči u srpski jezik nastavlja se i širi velikom brzinom. Uglavnom čujemo konstantaciju da je nemogući uticati na njega, ali to svakako nije istina. Kada bi svaka osoba krenula od sebe i potrudila se da svesno koristi srpske termine umesto pozajmljenica, mogao bi da se napravi pomak. Osim toga, potrebno je uticati na mlade ljude i probuditi u njima svest u vezi sa ovim pitanjem, jer je u ovoj populaciji primećena najučestalija upotreba anglicizama i novijih anglicizama, iako i starije generacije ne zaostaju mnogo. Češćim korišćenjem srpskih ekvivalenata umesto pozajmljenica može im se utrti put u upotrebu, jer ponavljanjem one mogu postati zvučne kao i tuđice koje svakodnevno koristimo. Jedino na taj način očuvaćemo prirodnost srpskog jezika i izraza i nećemo doći u situaciju da mi i naša deca govorimo različitim jezikom.

LITERATURA

- [1] Miletić, Mirko, Nevena (2021), *Komunikološki leksikon*, Beograd: Jasen.

- [2] Panić-Kavgić, Olga (2006), *Koliko razumemo nove anglicizme*, Novi Sad: Zmaj.
- [3] Prčić, Tvrтко (2005), *Engleski u srpskom*, Novi Sad: Zmaj.
- [4] Boranijašević, Marija (2018), *Uljezi u srpskom jeziku: noviji anglicizmi i „kvazi-anglicizmi“ u tekstovima novinskih članaka nedeljnih i mesečnih magazina* u: „Komunikacije, mediji, kultura“, Godišnjak Fakulteta za kulturu i medije Megatrend univerziteta u Beogradu, str. 145-160.
- [5] Stamenković, Ivan (2014), *Mali rečnik Google i Microsoft termina iz oblasti informacionih tehnologija* u: Zbornik radova „Nova naučna edukativna misao“, 2/14, str. 232-249.
https://www.academia.edu/6884289/MALI_RE%C4%8CNIK_GOOGLE_I_MICROSOFT_TERMINA_IZ_OBLASTI_INFORMACIONIH_TEHNOLOGIJA Ivan Stamenković% C4%87 diplomirani filolog master
- [6] *Mala biblioteka*,
<https://www.malabiblioteka.net/%D0%BF%D0%BE%D1%87%D0%B5%D1%82%D0%BD%D0%B0/>



NASTAVNIČKI I GOTOVI TESTOVI TEACHER AND READY-MADE TESTS

Anđelina Stefanović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, Filipa Filipovića 20, Vranje.*

Sadržaj: *Koliko su testovi i testiranje jezika kompleksni procesi pokazuje i insistiranje Dimitrijevića (1999: 15) da se u testiranju stranog jezika ukrštaju problemi iz više disciplina, uključujući ne samo lingvistiku, metodiku i didaktiku već i psihologiju i psihometriju, granu psihologije koja donosi rigorozna pravila neophodna za obezbeđivanje kvaliteta testiranja i smanjenje subjektivnosti (McNamara & Roever, 2006: 2), te da su sastavljanje testa i ocenjivanje dobijenih rezultata „složeni procesi koji od autora zahtevaju visoku stručnost, iskustvo i vreme“ (Dimitrijević, 1999: 19). Uz to, Dimitrijević (1999: 19–20) skreće pažnju da objektivno ocenjivanje, precizni kriterijumi i jasna predstava o uspehu, odnosno neuspehu pozitivno utiču i na učenike i na nastavnike, pojačavaju motivaciju za učenje jezika i stvaraju povoljne uslove za dalji rad; s druge strane, neobjektivna i netačna ocena negativno utiče na motivaciju učenika, izaziva štetne reakcije i pogoršava odnose ne samo između učenika i nastavnika već i između samih učenika.*

Ključne reči: strani jezik, učenici, nastavnici, motivacija, učenje jezika, testiranje.

Abstract: *Dimitrijević's (1999: 15) insistence that foreign language testing intersects with problems from several disciplines, including not only linguistics, methodology and didactics, but also psychology and psychometrics, the branch of psychology that brings the necessary rigorous rules, shows how complex tests and language testing are. for ensuring the quality of testing and reducing subjectivity (McNamara & Roever, 2006: 2), and that the compilation of the test and the evaluation of the obtained results are "complex processes that require high expertise, experience and time from the author" (Dimitrijević, 1999: 19). In addition, Dimitrijević (1999: 19–20) draws attention to the fact that objective assessment, precise criteria and a clear idea of success or failure have a positive effect on both students and teachers, increase motivation for language learning and create favorable conditions for further work; on the other hand, non-objective and inaccurate assessment negatively affects student motivation, causes harmful reactions and worsens relations not only between students and teachers, but also between students themselves.*

Keywords: foreign language, students, teachers, motivation, language learning, testing.

1. UVOD

I Janković (2016) i Glušac i Pilipović (2017) ukazuju na to da se nastavnici i u radu na času i prilikom testiranja umnogome oslanjaju na gotov materijal iz udžbenika, odnosno priručnika za nastavnike. Tako se u praksi zapaža da „udžbenici sami po sebi diktiraju aktivnosti i način rada na času“ (Janković, 2016: 105), a da nestandardizovane testove, pored nastavnika, prave i autori udžbenika te da su u priručnicima za nastavnike često dostupni „unapred pripremljeni testovi vezani za pojedine nastavne jedinice ili teme“ (Janković, 2016: 60). Takođe, iako su nastavnički testovi „mnogo korisniji merni instrumenti“ zbog toga što „odslkavaju proces učenja kroz koji je učenik prošao“ – dakle, u potpunosti su prilagođeni nastavnom procesu, obrađenom i uvežbanom gradivu i potrebama učenika, – primetno je da naši nastavnici neretko „upotrebljavaju one testove koji dolaze u sklopu udžbenika“ (Glušac i Pilipović 2017: 287). Međutim, kako se kod nas sve više koriste udžbenici stranih izdavača napravljeni za globalno tržište,

koji nisu ni namenjeni niti do kraja prilagođeni specifičnim potrebama srpskih učenika, tako i gotovi testovi ne mogu „u potpunosti odgovarati svakoj grupi učenika“ (Glušac i Pilipović, 2017: 288). Uz to, Dimova (2012: 155) naglašava da često dolazi i do raskoraka, odnosno neslaganja između planova i programa s jedne i gotovih testova s druge strane, u zavisnosti kako od udžbenika koji su u upotrebi u školama, tako i od količine sadržaja koji nastavnik uspe da obradi na času. To dodatno umanjuje vrednost gotovog teksta i njegove mogućnosti da adekvatno izmeri učeničko znanje.

2. METRIJSKE (MERNE) KARAKTERISTIKE TESTOVA

Testiranje jezika i ocena koja se pritom dobija od velikog su značaja u obrazovanju. Kako Glušac i Pilipović (2017: 285) ističu, testiranje je „neodvojivi deo procesa učenja i podučavanja“ čija je primarna svrha pomoć u „proceni usvojenosti znanja i unapređenju kvaliteta nastave i procesa učenja“, a pored toga služi i za poređenje i klasifikovanje

učenika, odnosno donošenje pedagoških odluka. Sledstveno tome, krajnji rezultat testiranja nije samo ocena koja odslikava trenutno učeničko vladanje potrebnim jezičkim znanjima i veštinama već i usmeravanje procesa učenja (Glušac i Pilipović, 2017: 288). Ovde naročito treba imati u vidu uticaj vrednovanja znanja stranog jezika na učenike: dok se prema Pravilniku o ocenjivanju učenika u srednjem obrazovanju i vaspitanju (*Službeni glasnik RS*, 59/2020) pojam predmetna ocena u većini slučajeva odnosi na „redovno i plansko prikupljanje relevantnih podataka o napredovanju učenika, postizanju propisanih ishoda i ciljeva i postignutom stepenu razvoja kompetencija učenika“, na osnovu nje se mogu vrednovati i mogućnosti učenika za dalje školovanje (upis na fakultet) ili zaposlenje. Zato je od izuzetne važnosti da se sastavljanje, distribucija i ocenjivanje testova zasnivaju na preciznim i pažljivo osmišljenim profesionalnim standardima kojima se garantuje kvalitet testa, odnosno validnost i objektivnost izrečene ocene (Fan & Jin, 2013: 2).

Iz tog razloga od nastavnika se s pravom očekuje da poseduje potrebna znanja o svim aspektima ocenjivanja, čime će u nastavnoj praksi na pravi način odgovoriti potrebama i očekivanjima učenika, roditelja i školske zajednice. Međutim, u praksi se pokazalo da i nastavnici i šire društvo nemaju niti pravu percepciju niti potreban stav prema testiranju: umesto da se testiranje smatra integralnim delom nastave i učenja jezika, ono se pretvara u čin merenja koji se obavlja nakon završetka učenja; uz to, široko je rasprostranjeno i verovanje da se rezultati testova (zlo)upotrebljavaju za određivanje ko će položiti, a ko pasti na popravni ispit ili ponoviti godinu, za kontrolu discipline na času, pa čak i za upućivanje pretnji učenicima (Herrera & Macías, 2015: 303). Zato dosta učenika testiranje doživljava traumatično, a sami nastavnici zanemaruju ovaj aspekt nastave, često sastavljajući testove koji nisu u skladu sa principima efektnog vrednovanja učeničkog rada, gde prvenstveno spadaju valjanost (*validity*), pouzdanost (*reliability*), praktičnost (*practicality*), autentičnost (*authenticity*) i posledice (*washback*), odnosno uticaj koji testiranje ima na nastavu jezika (Herrera & Macías, 2015: 303).

Stoga bi, kao merni instrument, svaki test trebalo da poseduje određene metrijske karakteristike, koje praktično obezbeđuju merodavnost izvedene ocene. Haris (Harris, 1969: 13), recimo, tvrdi da dobar test mora da poseduje tri osnovne karakteristike: validnost, pouzdanost i praktičnost, odnosno da odgovara ciljevima testiranja, donosi pouzdane rezultate i bude primenljiv u datoj situaciji. Preciznije, idealan test bi trebalo da to što testira meri *tačno* (da bude nepristrasan i bez grešaka), *dosledno* i *kompletno* (da bude pouzdan i da poseduje konstruktnu valjanost i valjanost sadržaja), i da uz to bude *adekvatno upotrebljen* i *jednostavan za interpretaciju* (Spaan, 2000: 35–36). Iako su ova tri elementa “*sine qua non*” – izostanak bilo kojeg od njih praktično bi značio da je test neupotrebljiv (Harris, 1969: 13) – u dostupnoj literaturi (Harris, 1969; Bachman & Palmer, 1996; Dimitrijević, 1999 i dr.) kao ključne se izdvajaju sledeće merne karakteristike nastavnčkih testova:

1. **Valjanost** (*validnost*). Valjan test „meri ono što treba da meri, ono što želimo da meri“ (Dimitrijević, 1999: 73). Preciznije, validnost se odnosi na stepen tačnosti merenja učeničkog poznavanja jezičkih znanja i veština koje se

testiraju (Weir, 2005: 12). Haris (1969: 19) opominje da se u vezi sa validnošću postavljaju dva ključna pitanja: 1) šta tačno test meri? i 2) koliko dobro test meri? Postoji više tipova validnosti: spoljna (prividna) valjanost (*face validity*), koja se utvrđuje na osnovu spoljnog izgleda testa; valjanost sadržaja (*content validity*), koja se odnosi na poklapanje sadržaja testa sa precizno određenim ciljevima nastave stranog jezika; empirijska validnost (*empirical validity*), koja se utvrđuje poređenjem rezultata testa sa rezultatima nekog drugog merenja (recimo, nastavnikovih ocena) ili drugog testa čija je validnost već dokazana; konstruktna valjanost (*construct validity*), koja ukazuje koliko test odgovara, odnosno potvrđuje određenu teoriju u celini ili delovima; i kriterijumska validnost (*criterion/concurrent validity*), kojom se utvrđuje da li se test može porediti sa nekim drugim kriterijumom (Dimitrijević, 1999: 74–75). Kopriva (2008) sugerise da su specifikacije testa jedan od najboljih indikatora njegove validnosti. Specifikacije objašnjavaju kako su nastali i zbog čega su u test uključeni određeni zadaci: one odgovaraju na pitanja tipa kako sročiti zadatke, kako koncipirati test, kako rasporediti određena poglavlja i sl., i, možda najbitnije, zašto se nastavnik, odnosno sastavljač teksta odlučio za baš te elemente (Fulcher & Davidson, 2007: 52). Prema Koprivi (2008: 68–69), mogu se definisati i kao prevođenje nastavnih planova i programa i predviđenih standarda postignuća u merni instrument kojim će se oceniti učeničko znanje. U kompletiranom, odnosno završenom testu, specifikacije su te koje pokazuju šta je, u kojoj meri i iz kog razloga test obuhvatio, čime se direktno apostrofira više tipova validnosti.

2. **Pouzdanost** (*doslednost ili vernost*). Test je pouzdan ako prilikom ponovnih primena na istoj ili približno istoj populaciji daje približno iste rezultate. Pouzdanost testa najviše zavisi od jedinica istog kvaliteta od kojih se test sastoji – reprezentativnosti jezičkog uzorka i dovoljnog broja zadataka da se učenik u datoj oblasti adekvatno oceni. Uz to, Haris (1969) ističe da pouzdanost testa zavisi od više faktora, uključujući uslove pod kojima se radi, način na koji se test najavljuje, motivaciju učenika i sl. Takođe, za pouzdanost testa važna je i stabilnost samog ocenjivanja, odnosno pouzdanost ocenjivača: jako je bitno da jedan ocenjivač da istu, odnosno približno istu ocenu za iste postignute rezultate, odnosno da dva ili više ocenjivača daju iste ocene istom radu (Harris, 1969: 15). Iz ovoga sledi da su najpouzdaniji testovi višestrukog izbora, ali i da kod testova koji podrazumevaju slobodne odgovore učenika može doći do izvesnih problema. Kod standardizovanih testova pouzdanost je obično na zadovoljavajućem nivou. Međutim, kada nastavnik sam pravi testove, naročito ako planira da ih više puta koristi, potrebno je da dobro obrati pažnju na ovaj aspekt; s druge strane, za test koji nastavnik sastavi za određenu priliku i upotrebi samo jednom procena pouzdanosti se vrlo retko radi. Haris (1969: 18) napominje i da se pouzdanost odnosi samo na preciznost mernog instrumenta; visoka pouzdanost testa ne znači da on meri ono što želimo.

3. **Objektivnost**. Test je objektivan ako različiti ocenjivači odgovore na testu jednako ocene. Zbog karakteristika samog jezika, kod pojedinih oblasti (recimo, pisanog i usmenog izražavanja) nije moguće postići stoprocentnu objektivnost; tamo gde je to moguće, objektivnost se postiže tako što se izabranom tehnikom testiranja isključuje nastavnikova

subjektivna procena tačnosti datog odgovora (Dimitrijević, 1999: 78).

4. **Osetljivost.** Test mora da pokaže i razlike u stepenu znanja kod učenika iz istog uzorka populacije. Ako svi učenici pokažu iste rezultate, test je ili prelak (svi tačni odgovori) ili pretežak (svi netačni). Osetljivost raste sa povećanjem broja i varijacijom težine zadataka (Dimitrijević, 1999: 79).

5. **Diskriminativne vrednosti zadataka u testu.** Ako su zadaci u testu nedovoljno jasno formulisani ili dvosmisleni, desiće se da slabiji učenici postignu bolje rezultate od odličnih učenika. Takvi zadaci imaju negativnu diskriminativnu vrednost i treba ih isključiti iz testa, a što je moguće više insistirati na zadacima sa pozitivnom diskriminativnom vrednošću (Dimitrijević, 1999: 80).

6. **Baždarenost.** Baždarenje „omogućuje poređenje rezultata dva testa“ (Dimitrijević, 1999: 80). Ova merna karakteristika uvodi se samo u situacijama kada je potrebno porediti dobijene rezultate sa onima koje je dobio drugi nastavnik iz iste ili čak različite obrazovne oblasti.

7. **Praktičnost i ekonomičnost.** Kako Haris (1969: 21) ističe, i stoprocentno validan i pouzdan test može da bude neupotrebljiv ako se ne uklapa u prostorne, odnosno organizacione kapacitete ustanove u kojoj se vrši testiranje. Zato test treba da bude i praktičan i ekonomičan, tj. da ne traje duže od školskog časa, da ne uključuje pomoćna sredstva kojima učenik, odnosno škola ne raspolaže, da ne podrazumeva dugu obradu rezultata, ili da ne zahteva velika finansijska sredstva kako za pripremu tako i za obradu podataka (Dimitrijević, 1999: 81). Pored toga, test bi trebalo da bude jednostavan za distribuciju i ocenjivanje, odnosno da ne zahteva previše vremena i teško dostupne opreme i da koristi jednostavne procedure za ocenjivanje, naročito kada se radi o testovima koji obuhvataju veliki broj ispitanika (Harris, 1969: 22).

8. **Autentičnost.** Bakman i Palmer (Bachman & Palmer, 1996: 23–25) ukazuju na to da karakteristike testa moraju da odlikavaju praktičnu upotrebu jezika u specifičnim vannastavnim domenima. Sledstveno tome, rezultati autentičnog testa trebalo bi da pokažu u kojoj su meri učenici generalizovali stečena jezička znanja i veštine, što ovu mernu karakteristiku povezuje sa valjanošću sadržaja. To dalje znači da bi sadržaj i zadaci testa morali da odgovaraju konkretnim životnim situacijama u kojima se očekuje aktivna upotreba jezika: ako je reč o testiranju čitanja, nastavnik će iskoristiti materijal koji bi učenik trebalo da čita van škole; ako se testira konverzacija, karakteristike testa uključice interakciju i povratne informacije. Autori skreću pažnju da su ovakvi testovi zbog svoje relevantnosti bolje prihvaćeni od učenika, koji se zbog toga više trude i postižu bolje rezultate.

9. **Interaktivnost.** Prema Bakmanu i Palmeru (1996: 25–28), interaktivnost predstavlja stepen i načine uključenosti individualnih karakteristika učenika u rešavanju predviđenih zadataka. Naime, uspeh na testu umnogome zavisi ne samo od stečenih jezičkih znanja i veština već i od učeničkih metakognitivnih strategija, interesovanja i poznavanja oblasti na koju se zadaci odnose, kao i afektivnog razumevanja.

3. ZAKLJUČAK

Iz dostupne literature jasno je da su sastavljači tekstova dužni da poznaju i, koliko je moguće, obraćaju pažnju na metrijske karakteristike testova. Tako Haris (1969: 20) upozorava da autori standardizovanih testova imaju obavezu da dosledno sprovode i dokumentuju provere osnovnih metrijskih karakteristika, dok Dimitrijević (1999: 73) ukazuje da se i kod nastavnčkog testa treba truditi da merne karakteristike budu zastupljene „koliko je moguće više“. Međutim, s obzirom na trenutno stanje u našim školama i činjenicu da nastavnici, preopterećeni obavezama, a često i nedovoljno stručni, sve više koriste gotove testove, opravdano se postavlja pitanje koliko se pazi na metrijska svojstva testova i koliko je, kod testova kod kojih ona nedostaju, ocena učenčkog vladanja jezikom opravdana i merodavna. S druge strane, iako je izrada odgovarajućeg nastavnčkog testa zahtevan i dugotrajan proces koji podrazumeva da nastavnik poseduje odgovarajuća znanja i veštine, samo nastavnčki testovi mogu da uključe sve potrebne elemente – „učenike, proces i ciljeve učenja, kao i kontekst u kome se to učenje odvijalo“ (Glušac i Pilipović, 2017: 294). To, naravno, podrazumeva da validnost zaključaka koji se donose na osnovu testa, a koji mogu imati dalekosežne posledice po učenike, umnogome zavisi od toga koji i kakav test je upotrebljen.

LITERATURA

- [1] Bachman, L. F., & Palmer, A. S. (1996). *Language testing in practice: Designing and developing useful language tests*. New York: Oxford University Press.
- [2] Dimitrijević, N. (1999). *Testiranje u nastavi stranih jezika* (3. izdanje). Beograd: Zavod za udžbenike i nastavna sredstva.
- [3] Dimova, S. (2012). Matura's rocky road to success: Coping with test validity issues. In D. Tsagari & I. Csépes (Eds.), *Collaboration in language testing and assessment* (pp. 143–157). Frankfurt am Main: Peter Lang.
- [4] Fan, J., & Jin, Y. (2013). A survey of English language testing practice in China: The case of six examination boards. *Language Testing in Asia*, 3(1), 1–16. <https://doi.org/10.1186/2229044337>
- [5] Fulcher, G., & Davidson, F. (2007). *Language testing and assessment: An advanced resource book*. London: Routledge.
- [6] Glušac, T. Lj., & Pilipović, V. B. (2017). Značaj nastavnčkih testova u nastavi stranih jezika. *Nasleđe*, XIV(36), 285–296.
- [7] Harris, D. P. (1969). *Testing English as a second language*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- [8] Herrera, L. M., & Macías, D. F. (2015). A call for language assessment literacy in the education and development of teachers of English as a foreign language. *Colombian Applied Linguistics Journal*, 17(2), 302–312. <http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.calj.2015.2.a09>

- [9] Janković, N. Z. (2016). Vrednovanje jezičkih znanja i sposobnosti u nastavi engleskog jezika (doktorska disertacija). Beograd: Univerzitet u Beogradu, Filološki fakultet.
- [10] McNamara, T., & Roever, C. (2006). *Language testing: The social dimension*. Oxford: Blackwell Publishing.
- [11] Kopriva, R. J. (2008). *Improving testing for English language users*. London: Routledge.
- [12] Spaan, M. (2000). Enhancing fairness through a social contract. In A. J. Kunnan (Ed.), *Fairness and validation in language assessment: Selected papers from the 19th Language Testing Research Colloquium, Orlando, Florida* (pp. 35–39). Cambridge: Cambridge University Press.
- [13] Weir, C. J. (2005). *Language testing and validation: An evidence-based approach*. London: Palgrave Macmillan.



CHAT GPT U KONTEKSTU NASTAVE ENGESKOG JEZIKA ZA POSEBNE NAMENE CHAT GPT IN THE CONTEXT OF ENGLISH FOR SPECIFIC PURPOSES

Danica Milošević, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj – Chat GPT je zanimljiv alat veštačke inteligencije koji se vrlo uspešno može primeniti u savladavanju jezičkih veština pri učenju engleskog jezika. Brojne opcije koje ovaj system nudi daju širok spektar mogućnosti korisnicima da razvijaju pre svega svoje veštine razumevanja i pisanja, ali posebno može biti značajan u nastavi engleskog jezika za posebne namene. Rad ima za cilj da predstavi osnovne prednosti i mane ovog alata i ukaže na načine kako se on može implementirati u digitalnoj jezičkoj učionici struke.

Ključne reči: Chat GPT. Engleski jezik struke. Veštačka inteligencija. Jezičke veštine.

Abstract – Chat GPT is an interesting tool of artificial intelligence which can be used in mastering English language skills with success. Numerous options the system provides give a wide range of opportunities for the users to develop their comprehension and writing skills, but they can be especially relevant in the context of teaching English for specific purposes. This paper intends to disclose the main benefits as well as the downsides of this tool and indicate to the possible ways of implementing Chat GPT in a digital ESP classroom.

Key words: Chat GPT. English for specific purposes. Artificial Intelligence. Language skills.

1. INTRODUCTION

Chat GPT is a relatively new tool on the digital market. Released in 2021, it represents an open-access artificial intelligence with an easily-navigable interface, designed primarily for the learning purposes. By definition “it is a large language model...trained on a massive amount of text data that uses neural networks to generate natural language responses to user input” [1]. Although its initial idea was to give assistance in exploring the area of IT, it soon became clear that it could be ideally used for studying foreign languages, especially English as a lingua franca.

Already in use around the world by the internet community, this tool is gaining increasing popularity among English language teachers with an innovative approach to teaching methodology. Chat GPT offers various new options for improved learner experience, which is why it happens to be more advanced than any other language teaching tool so far, being extremely helpful to the learners in terms of creating opportunities for practicing different types of language skills.

Although no language tool can ever replace a certified language teacher, Chat GPT can be seen as a teaching tool which makes English language classes more technology-wise, which is important in the world of digitalization where students are expected to foster their digital literacy in all possible ways.

Therefore, this paper is going to focus on the aspects of Chat GPT which can be incorporated in the English classes, primarily in ESP or English for Specific Purposes, where this tool might be even more beneficial, taking into account the

scarcity of authentic materials and follow-up language activities related to the ESP narrative.

2. ADVANTAGES OF CHAT GPT

One of the greatest features of Chat GPT is the fact that it is adjustable to the needs of individual learners, so in this sense it can be seen as tailor-made. It is designed to track the progress of each individual student in a group, pile his/her assessment records, and create evaluation reports that are sent to the teacher and the student in question. This way learners can study at their own pace, and take full responsibility for the learning process itself, which can ultimately increase the level of their independence as learners, and lead to a much greater language confidence in them.

Once they create their profiles, students can communicate with Chat GPT in the written form, and ask the AI system various types of questions related to English grammar or vocabulary. In return, they can be given the desired grammar rules and explanations to do some language exercises, or they might create their own word banks comprised of vocabulary items they need for their level of English knowledge. The AI system can also generate definitions for the selected key words, provide examples of contextual vocabulary, or even compose short texts and essays to the pre-given instructions and topics, thus creating opportunities for fast, interactive learning.

Not only do the AI's features allow interaction with users in a simple manner, but they also enable the users themselves to be creative with it. Both learners and teachers can create their own language activities and knowledge quizzes, make adaptations of the texts in order to render them suitable for a

certain level of language proficiency, use writing prompts to create longer pieces of prose, or brainstorm ideas through Chat GPT for discussions and debates. Endless number of opportunities is what makes Chat GPT an unquenchable source of information and knowledge to be readily applicable in the educational process.

3. DISADVANTAGES OF CHAT GPT

Chat GPT compiles data from different databases, open-resources and libraries, but it shouldn't be perceived as a completely reliable tool. The data it provides is not necessarily valid, truthful or unbiased per se, so the resources that are disclosed through it should be double-checked and taken with reserve. Also, Chat GPT does not encompass any data beyond 2021, so it is unable to provide to its users the latest information on any of the topics after this time period.

The fact that its interface is made entirely in English also poses a difficulty to the absolute beginners, who struggle to grasp the AI surroundings, explore all the options the system has, and use the features properly, which just stresses the importance of a teacher's role in this learning process.

However, in order to be able to use Chat GPT, teachers need a rudimentary computer literacy, since they are expected to grab hold of technology in order to be able to deliver their classes through the Chat GPT platform. Besides, they need to be aware of all the threats that an online learning platform can bring alongside, in relation to user-privacy and confidentiality of the documents that are created and shared through the AI.

As it comes to the learners themselves, they are in great risk of becoming too dependent on the AI system, and over-using it to the extent that they might stop being honest to the teachers about their personal achievements, especially when submitting written papers and tasks. That is why the teachers should create strict rules about the usage of Chat GPT outside the classroom.

Also, the system might not recognize each mistake and correct each error a student makes, which can lead to formation of bad learning habits and false knowledge.

Another short-coming in the line is the fact that this AI, even though interactive, cannot offer real spoken interaction and really help learners much in practicing their speaking and listening skills. Communication is achieved through the written input; therefore, it is not possible to vocally express oneself, nor improve pronunciation. This flaw might be elevated in the future, but for the time being it is one of the most-striking flaws of the system. But, it might not be perceived as such in the presence of a teacher who is there to provide not only technical support, but also needed human assistance in oral communication.

4. CHAT GPT IN THE CONTEXT OF ESP

English for Specific Purposes or ESP is a special area of language with its unique discourse and forms of genre that are shared and used by the members of the same professional community. For learners of English as a second language it is important for the ESP content to be authentic, that is, created by native speakers who should ideally be the experts in a particular professional field. But, such content is not readily available in the form of textbooks, which is why most of the

time ESP teachers are responsible for ESP course design, preparation of language materials, and creation of adequate testing instruments. Bearing this in mind, it can be perceived how potent Chat GPT can be in the realm of ESP tuition, being a repository of a vast quantity of information.

Since most of the time an ESP classroom is heterogenous, being comprised of students who possess different levels of English knowledge, Chat GPT can be helpful here to balance out the differences, and make management of such an ESP classroom much easier to the teacher. For instance, if the teacher has found an ESP text at an advanced level, the same text can be adapted and simplified through the AI for the students who are at a lower level of English language knowledge, such as the beginner or the intermediate level.

Chat GPT can work with genres and can switch registers from informal to formal, business to academic, etc. It can be used to generate professionally-oriented questions, fill-in the blanks, the odd one out, multiple-choice, and similar types of language exercises, as a follow-up to the textual materials previously used, which can shorten the time a teacher needs for class preparation, and make such exercises more professionally-wise.

Another advantage is the fact that Chat GPT can produce written samples of text, so it can help students practice complex ESP language through novel narratives, give them ideas how to approach certain professional themes and topics, and also assist teachers who are struggling to find material on a particular topic, by generating one for them upon given input.

And, since vocabulary building is really important for the ESP settings, Chat GPT can teach collocations and help learners memorize the key terms much faster, by creating word lists and word banks for them, with or without adequate technical definitions.

CONCLUSION

In the era of digital tools such as online English courses, You Tube vlogs on English grammar and vocabulary, native online tutors, and mobile phone applications for learning languages such as Duolingo, studying English at home has become a reality. But none of these tools is quite applicable in, nor adequate for studying ESP, that is the English language of the professionals. Chat GPT, the artificial intelligence system, is the only tool so far which has made studying the ESP possible through its advanced functions and features. By relying on Chat GPT, ESP teachers and students can finally have access to the appropriate teaching/studying materials, but also create their own language resources in the context of ESP, thus developing and improving their skills in this complex area. Therefore, in order to promote blended or hybrid learning, which is a combination of traditional methods and the new ones supported by technology, Chat GPT should be enlisted as one of the important teaching aids that can strengthen both digital and linguistic learning outcomes in the ESP classroom.

REFERENCES

- [1] <https://elearningindustry.com>



ПОКРЕТАЧИ ИНОВАЦИЈА INNOVATION DRIVERS

Сузана Стојковић, Академија техничко-васпитачких струковних студија - Одсек Врање,
Филипа Филиповића 20, Врање.

Садржај - У савременим условима пословања иновације представљају глобални мотор економског раста и истовремено су кључни фактор за већу конкурентност организација у свакој индустријској грани. Услов за постизање бољих пословних перформанси и водеће конкурентске позиције на тржишту је константно праћење промена у окружењу и иновирање. Организација може постићи супериорне перформансе ако поседује способности интеграције, изградње и обнављања интерних и екстерних ресурса и знања. Циљ рада је да се укаже на значај иновација у савременим условима пословања, као и на то који су то покретачи иновација и како доприносе успеху организација.

Кључне речи: Иновација. Инвенција. Покретачи иновација.

Abstract - In modern business conditions, innovations represent a global engine of economic growth and are at the same time a key factor for greater competitiveness of organizations in every industry. A condition for achieving better business performance and a leading competitive position on the market is constant monitoring of changes in the environment and innovation. An organization can achieve superior performance if it has the ability to integrate, build and renew internal and external resources and knowledge. The aim of the paper is to point out the importance of innovation in modern business conditions, as well as what are the drivers of innovation and how they contribute to the success of organizations.

Key words: Innovation. Invention. Innovation drivers.

1. УВОД

Иновације представљају основну способност организације неопходну за њен опстанак, профитабилност и раст у савременим условима пословања. На тржишту се свакодневно јавља велики број нових конкурената, а постојећи конкуришу новим производима или услугама. Иновативна способност или иновација непосредни је извор конкурентности који доводи до побољшања перформанси организације. Основни разлог иновационих активности организације је очекивани позитиван утицај иновација на успех организације и опстанак на тржишту. Иновативни процес започиње идејом, наставља се развојем проналаска и резултира увођењем новог производа, процеса или услуге. Стога је разумевање шта покреће иновације и стварање окружења за промоцију иновације од великог значаја за управљање иновативним процесом. Циљ рада је да се укаже на значај иновација у савременим условима пословања, као и на то који су то покретачи иновација и како доприносе успеху организација.

2. ИНОВАЦИЈА VS. ИНВЕНЦИЈА

Појам иновација се може користити у различитим контекстима, тако да се односи или на процес или на исход. Иновације могу бити нешто ново само за организацију, ново на тржишту, или радикално ново у

свету. Према Schumpeter-у, који се сматра једним од оснивача савремених истраживања иновација, иновација је имплементација нове комбинације фактора. Дефиниција иновација коју је представио је свеобухватна и укључује пет различитих аспеката: [1]

- увођење потпуно новог производа или унапређење неке карактеристике производа која раније није постојала,
- примена нових метода производње или продаје производа,
- отварање нових тржишта,
- коришћење нових извора снабдевања материјалима или полупроизводима,
- нови облици конкуренције који воде до реструктурирања или деструкције индустрије.

Аутори у академској литератури наводе различите дефиниције и тумачења појма иновација. Иновација се може манифестовати у виду промене производа или процеса, новог маркетинг приступа, нове форме дистрибуције која настаје као последица организационог учења, али и истраживачко-развојних активности. Иновације се дефинишу као производња или усвајање, асимилација и експлоатација новитета са додатом вредношћу у економским социјалним сферама; обнављање и проширење производа, услуга и тржишта;

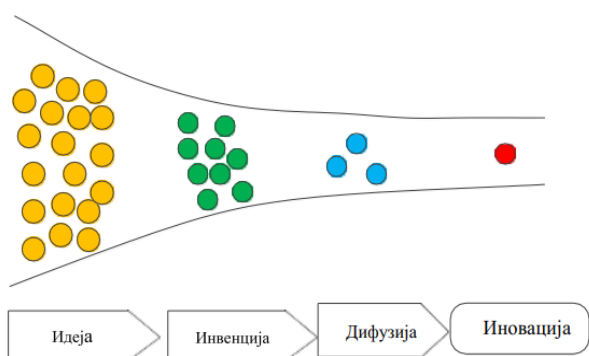
развој нових метода производње и успостављање нових система менаџмента. [2]

У издању из 2018. године извршена је велика промена у дефиницији пословне иновације у приручнику Организације за економску сарадњу и развој [3] у односу на претходни приручник. Приручник нуди нову, ревидирану дефиницију и претходну дефиницију засновану на четири врсте иновација (производ, процес, организациона и маркетинг), своди на два главна типа: иновације производа и иновације пословних процеса. Општа дефиниција иновације је следећа [3]: „иновација је нови или побољшани производ или процес (или њихова комбинација) који се значајно разликује од претходних производа или процеса јединице и који је стављен на располагање потенцијалним корисницима (производ) или уведен у употребу од стране јединице (процеса)“.

Постоје суптилне разлике између иновације и инвенције, при чему једно води ка другом, односно међусобно су повезани. Фагерберг и др. [4] доприносе разјашњењу концепата супротстављајући инвенцију и иновацију. Инвенција се дефинише као прва појава идеје за нови производ или процес, док је иновација први покушај да се она спроведе у пракси.

Нова и креативна идеја не представља иновацију, већ почетни корак који се мора разрадити како би се креирао нови производ, услуга или процес. Када се једна таква инвенција успешно пласира на тржиште (процес дифузије) тада предложена идеја постаје иновација. [5] Разлика између иновације и проналаска повезана је са извором знања. [6] Отуда постаје очигледно да комбинација различитих врста ресурса и знања може довести до различитих врста иновација.

Иновациони процес од преласка идеја у инвенције, преко генерисања нових производа/услуга на основу тих инвенција, до њихове дифузије на тржишту се врло често приказује у виду левка – тзв. иновациони левак (Слика 1).



Слика 1. Иновациони левак. (Weis, 2014)

Иновација је више од нове идеје или проналаска. [3] Она захтева имплементацију, било стављањем у активну употребу или стављањем на располагање другим странама, фирмама, појединцима или организацијама. Штавише, иновација је динамична и свеобухватна активност која се јавља у свим секторима привреде; то није искључиви прерогатив сектора пословних предузећа.

Дакле, инвенција постаје иновација када се користи и усвоји, односно у економском погледу, инвенција постаје иновација када се комерцијализује.

3. ПОКРЕТАЧИ ИНОВАЦИЈА

Иновација представља један од главних процеса који покрећу економски раст и одрживе конкурентске предности за производну индустрију. Стога је разумевање шта покреће иновације и стварање окружења за промоцију иновације од великог значаја за управљање иновативним процесом. Док су широк спектар економских, друштвених и технолошких подстицаја предложени као покретачка снага иновација, постоји недостатак консензуса о томе шта покреће иновације, односно како и у којој мери је иновациона активност одговор на промене у друштвеном или економском окружењу. [7]

Литература о покретачима иновација се може сагледати кроз два приступа:

- (1) заснован на тржишту и
- (2) заснован на ресурсима.

Први приступ полази од тога да тржишни услови диктирају обим иновационе активности организације, односно олакшавају или га ограничавају. [8] Кључни проблем који се јавља у овом случају је способност компаније да благовремено препозна шансе и могућности на тржишту.

Други приступ који се заснива на ресурсима, подразумева да компаније користе сопствене ресурсе како би обезбедиле стабилнији контекст у којем ће развијати своје иновационе активности и обликовати тржиште на свој начин. [8] Приступ који се заснива на ресурсима ставља фокус на организацију, њене ресурсе, способности и вештине. Овим се потврђује да компаније које поседују ресурсе који су вредни, ретки и није их лако копирати, могу постићи одрживу конкурентску предност.

Иновације се могу разумети у смислу дугорочног међусобног односа са економским механизмима, подстакнутих изгледима за раст, али и као одговор на промене политике, економску кризу и социјалне преокрете. [9] Британски Национални институт за економска и социјална истраживања [10] сугерише да приватна улагања у истраживање и развој успешно подстичу иновације у организацијама, посебно у смислу иновација процеса и увођења иновативних производа. Инвестиције у истраживање и развој имају јаче ефекте када се узме у обзир најнапреднији и најрадикалнији тип иновација.

Организације имају користи од знања и идеја које се преливају из географски и технолошки блиских организација, универзитета или других истраживачких организација које се баве истраживањем и развојем. Знање представља веома важан ресурс сваке организације. Приватна и јавна улагања у истраживање и развој могу додатно стимулисати технолошка побољшања и подстаћи стварање идеја у другим организацијама које се налазе у суседним областима и ширем ланцу интегрисаних области пословања.

Организације у том случају могу да извуку иновације комбиновањем екстерног знања и учења са сопственим унутрашњим ресурсима, идејама и стручношћу. [10]

Покретачи иновација могу бити интерни или екстерни [2]. Међу главним унутрашњим факторима који утичу на иновацију налазе се: организациона култура, лидерство, стратегија иновације, доступност интерних ресурса, власништво над технологијом и учешће запослених. Екстерни фактори, међутим, укључују различите аспекте који се односе на окружење, тржиште и односе организација са другим актерима. Све већа сложеност предузетничког окружења као и глобализација са променама које доноси, повећавају утицај екстерних фактора на укупне перформансе организација. [11]

Интерни покретачи иновације

Спремност и способност организације да иновира зависиће од разних карактеристика. Младе, мале фирме главни су покретачи иновација. Мада такве фирме дају важан допринос развоју нових производа, оне нису нужно иновативније од других фирми када се посматрају као целина. Иновације не само да подразумевају потпуно коришћење постојећих ресурса, побољшање ефикасности, или додавање потенцијалне вредности, то такође значи стварање нематеријалних ресурса унутар организације. То је делимично и због тога што, када су младе, иновативне фирме успешне, оне често брзо расту, чиме постају веће фирме. [12]

Још један фактор који може да утиче на иновације је организациона култура. [2] Наиме, чврста организациона структура и организација, одговарајућа стратегија иновација и адекватна комуникација стратегије запосленима представљају фундаменталне факторе за иновације. Јасна и заједничка визија међу запосленима има позитиван ефекат на иновације. [2]

Друга важна карактеристика која утиче на иновације је врста власништва фирми. Генерално гледано, очекује се да страном власништво и интеграција локалних фирми у глобалне ланце снабдевања води ка повећаној иновацији. Са друге стране, понекад се повећава забринутост да мултинационалне компаније могу да спроводе све своје Р&Д активности у својим матичним земљама, тако да страна преузимања заправо могу резултирати смањеном потрошњом на Р&Д у земљама у развоју. [13]

Екстерни покретачи иновације

Пословно окружење представља екстерни фактор који утиче на иновативност организације. Постоје емпиријски докази да тржишна турбуленција позитивно утиче на иновативне активности малих и средњих предузећа. [14][15] Са друге стране, према неким ауторима, тржишне турбуленције уопште нису директан претходник иновација. [16]

Организације оријентисане ка иновацијама имају тенденцију да буду успешније у развоју нових вештина и прилагођавању потребама пословних партнера и клијената, што им омогућава достизање већих перформанси. [17] Разлике између ставова иновативних и неинновативних организација су посебно велике када су у питању вештине, корупција и царина и трговински прописи.

Унутрашња покретачка снага укључује предузетништво, пословне циљеве и природу иновација организације, док спољашња покретачка снага укључује тржишну конкуренцију, привлачење тражње, развој технологије и владину интервенцију. [18]

Предузетничка оријентисаност представља један од покретача иновације. Предузетнички оријентисани подухвати су боље опремљени за уочавање и учење из егзогених сигнала, испољавање проактивности у извиђању за могућности, избор високоризичних, високонаграђиваних пројеката и остваривање иновација. [19] Предузетници јачају преливање знања и комплементарност искуства кроз размену и проток посла. Предузетници промовишу континуирану оптимизацију и унапређење индустрије кроз иновације. [18]

Уколико организација жели да победи у оштрој конкуренцији на тржишту, кључно је да њени производи и пословна филозофија буду прихваћени од стране потрошача. Захваљујући технологији интернет ствари (Internet of Things) потрошачи и организације директно контактирају једни са другима и на тај начин се ослушкују потрошачи и њихове потребе.

На основу поверења, потрошачи и организације раде заједно на заједничком стварању вредности у релативно стандардизованом и транспарентном тржишном окружењу. Постојећа литература сугерише да су купци јачи покретачи иновација међу малим и средњим предузећима него међу великим фирмама. [20] Мала и средња предузећа су флексибилнија.

Иновативно понашање и иновативни дух појединачних организација постепено су постали главни тренд, а остале организације позивају да спроводе иновације у управљању, технолошке иновације и концептуалне иновације. Такође, захтева се да организације имају нови став који подразумева инсталирање нове технологије. [18]

Организације одржавају своју конкурентност само кроз континуиране иновације. Стога је тржиште вођено конкуренцијом највећи спољни подстицај за организације или индустрије за спровођење иновација. Организације које реагују на оперативном окружење повезане су опортунистичким надзором. [21]

Према теорији технолошких иновација, на размере и правац иновација утиче размера и структура друштвене тражње. Из стварне ситуације социјалног и економског развоја, размере и структура тражње на тржишту директно утичу на индустријску структуру и економски раст једне земље. Размере и структура тражње се увек мењају са напретком људског друштва. Човеку је потребна боља роба и новије услуге, што доводи до континуиране иновације производне технологије и пословног модела. [18]

Влада може да убрза развој и комерцијализацију нових технологија, подржава иновације и предузетништво у производном сектору, повећава виталност и потенцијал ланца снабдевања у настајању индустрије и остварује индустријску трансформацију и надоградњу. Поред тога, влада би требало да гарантује раст простора компаније и тржишне конкуренције и

побољша правне и регулаторне системе за нелојалну конкуренцију и антимонополски систем. [18]

Све већи степен иновативности је услов који је неопходан за развој тржишта и побољшање конкурентског положаја организације на тржишту. [22]

4. ЗАКЉУЧАК

Иновација се сматра једним од главних процеса који покрећу економски раст и одрживу конкурентску предност за производну индустрију. Стога је разумевање шта покреће иновације и стварање окружења за промоцију иновације од великог значаја за управљање иновативним процесом и за континуиран напредак организације.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] J. A. Schumpeter, *The Theory of Economic Development: An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest, and the Business Cycle*, With a New Introduction by John E. Elliott, Reprint, Originally published: Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1934, Transaction Publishers, New Brunswick, New Jersey, 1982.
- [2] M. M. Crossan, M. Apaydin, *A multi-dimensional framework of organizational innovation: A systematic review of the literature*. Journal of Management Studies, 47(6), pp. 1154–1191, 2010.
- [3] OECD/Eurostat. Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th Edition, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities, OECD Publishing, Paris/Eurostat, Luxembourg, 2018.
- [4] J. Fagerberg, D. C. Mowery, & R. R. Nelson, *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford University Press, 2005.
- [5] B. Weis, B. *From Idea to Innovation: A Handbook for Inventors, Decision Makers and Organizations*. Springer, 2014.
- [6] J. F. Padgett, and W.W Powell, *The Problem of Emergence*. In *The Emergence of Organizations and Markets*, W.W. Princeton: Princeton University Press, 2012.
- [7] B. Lidija, B., & D. H. Robert, *Dynamic capabilities vs. innovation capability: Are they related?* Journal of Small Business and Enterprise Development, 21(3), pp. 368-384, 2014.
- [8] P. Trott, *Innovation Management and New Product Development Sixth Edition Trott*, Pearson, 2017.
- [9] J. Taalbi, *What drives innovation? Evidence from economic history*, Research Policy, Volume 46, Issue 8, 2017.
- [10] Institute for Economic and Social Research -NIESR, *From ideas to growth Understanding the drivers of innovation and productivity across firms, regions and industries in the UK*, BEIS Research Paper Number: 2021/041, 2021.
- [11] K. N. Dervitsiotis, *Developing full-spectrum innovation capability for survival and success in the global economy*, Total Quality Management & Business Excellence, Vol. 21 No. 2, pp. 159-170, 2010.
- [12] EBRD, *Drivers of Innovation*, Transition report 2014, EBRD, преузето са tr.ebrd.com, 2014.
- [13] I. Sample, "If Pfizer's AstraZeneca takeover succeeds, bad news for UK research", *The Guardian*, 28 April 2014.
www.theguardian.com/business/2014/apr/28/pfizer-astrazeneca-takeover-bad-news-uk-research
- [14] D. I. Prajogo, & C. McDermott, *Antecedents of Service Innovation in SMEs: Comparing the Effects of External and Internal Factors*. Journal of Small Business Management, 52, pp. 521 – 540, 2014.
- [15] C. Uz Kurt, R. Kumar, S. H. Kimzan, G. Eminoğlu, *Role of innovation in the relationship between organizational culture and firm performance: A study of the banking sector in Turkey*. European Journal of Innovation Management, 16(1), pp. 92–117, 2013.
- [16] R. J. Calantone, N. Harmancioglu, & C. Droge, *Inconclusive innovation returns: A meta-analysis of research on innovation in new product development*. Journal of Product Innovation Management, 27, pp. 1065–1081, 2010.
- [17] Z. Wang, and N. Wang, *Knowledge sharing, innovation and firm performance*, Expert Systems with Applications, Vol. 39 No. 10, pp. 8899-8908, 2012.
- [18] G. Chen, *Research on innovation driving force and industrial upgrading under information technology*. Advances in Intelligent Systems Research, pp. 131, 320-323, 2017.
- [19] L. Cui, D. Fan, F. Guo, and Y. Fan, *Explicating the relationship of entrepreneurial orientation and firm performance: underlying mechanisms in the context of an emerging market*, Industrial Marketing Management, Vol. 71, May, pp. 27-40, 2018.
- [20] D. I. Prajogo, C. M. McDermott, & M. A. McDermott, *Innovation orientations and their effects on business performance: contrasting small and medium-sized service firms*, R&D Management, Vol. 43 No. 5, pp. 486-500, 2013.
- [21] H. Pratono, & R. Mahmood, *The Moderating Effect of Environmental Turbulence in the Relationship between Entrepreneurial Management and Firm Performance*, Universal Journal of Management, 7(2), 285-292, 2014.
- [22] M. Stanković, S. Stojanović, *Franšizing: između inovacije i imitacije*, Ekonomski signali, Vol. 15, No. 1, 61-77, 2020.



MAKROEKONOMSKA KRETANJA U SRBIJI U PERIODU 2020-2023. GODINE I MERE EKONOMSKE POLITIKE U CILJU STABILIZACIJE I PRIVREDNOG RAZVOJA

MACROECONOMICAL CHANGES IN SERBIA IN THE PERIOD 2020-2023 AND ECONOMIC POLICY MEASURES FOR STABILIZATION AND ECONOMIC DEVELOPMENT

Gordana Mrdak, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, F. Filipovića 20, Vranje.*
Milica Stanković, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, F. Filipovića 20, Vranje.*
Nataša Dimitrijević, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, F. Filipovića 20, Vranje.*

Sadržaj – Ovaj rad daje prikaz makroekonomskih kretanja u Republici Srbiji u periodu od 2010. do 2023. godine. Ciljevi ekonomske politike jedne zemlje definisani su tako da se ostvari stabilizaciona funkcija s jedne strane i alokativna i redistributivna funkcija s druge strane. To podrazumeva držanje bitnih makroekonomskih parametara pod kontrolom, i alokaciju i redistribuciju bruto domaćeg proizvoda a sve u cilju bolje preraspodele ukupnog dohotka i podsticanja privrednog rasta i razvoja. U tom smislu, predmet ovog rada biće kretanja makroekonomskih parametara u posmatranom periodu, sa posebnim akcentom na period počev od 2020. godine do danas, kada je došlo do makroekonomske nestabilnosti usled pandemije izazvane Sars-cov-19 virusom.

Ključne reči: Inflacija. Bruto domaći proizvod. Investicije. Javni dug. Privredni razvoj.

Abstract - This paper provides an overview of macroeconomic trends in the Republic of Serbia in the period from 2010 to 2023. The goals of a country's economic policy are defined in such a way as to achieve a stabilization function on the one hand and an allocative and redistributive function on the other. This implies keeping important macroeconomic parameters under control, and the allocation and redistribution of gross domestic product, all with the aim of better redistribution of total income and encouragement of economic growth and development. In this sense, the subject of this paper will be the movements of macro-economic parameters in the observed period, with a special emphasis on the period starting from 2020 until today, when there was macroeconomic instability due to the pandemic caused by the Sars-cov-19 virus.

Key words: Inflation. Gross Domestic Product. Investments. Public debt. Economic development.

1. UVOD

Ekonomska politika je bitan element koji utiče na kretanje makroekonomskih pokazatelja jedne nacionalne privrede. Uz pomoć instrumenata i mera ekonomske politike država vrši intervencije u privredi i to tako da utiče na bitne realne ekonomske varijable kao što su zaposlenost, dohodak, inflacija, proizvodnja, itd. Dakle zavisno od okolnosti u kojima se država konkretno nalazi, sprovede se različit mikš mera i instrumenata ekonomske politike, gde spadaju i mere i instrumenti monetarne, fiskalne, inovacione, spoljno-trgovinske politike.

Sve ove politike su delovi ekonomske politike i međusobno su povezane. One se sprovode u istom pravcu, imaju slična dejstva (pogotovu monetarna i fiskalna politika) ali treba naglasiti da je reč o različitim politikama koje se sprovode apsolutno nezavisno i od strane različitih tela. Na primer, i monetarna i fiskalna politika mogu biti restriktivne

ili ekspanzivne ali bez obzira na to one primenjuju različite mere i instrumente. Svaka privreda posluje u nekim konkretnim okolnostima i uz dejstvo nekih konkretnih faktora i aktera, pa prema tome, zavisno od okolnosti država treba da primeni odgovarajuću kombinaciju instrumenata i mera ekonomske politike. U Srbiji se zajednički uticaj svih pojedinačnih ekonomskih politika, odnosno ekonomske politike u celini, ogleđa u obezbeđivanju cenovne i makroekonomske stabilnosti ali i kroz uticaj na smanjenje javnog duga i kreiranje stabilnog budžeta što je osnovni preduslov dugoročnog privrednog razvoja [1].

2. MAKROEKONOMSKA KRETANJA SRBIJE U PROTEKLIM PERIODU

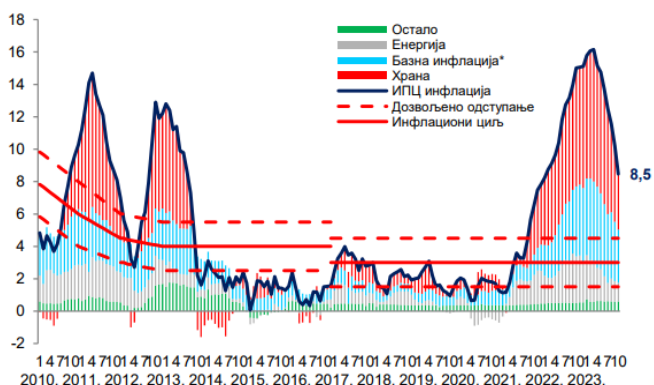
Prema Narodnoj banci Srbije, Srbija je nakon krize izazvane pandemijom virusa Sars-cov-19, uspela da sačuva stabilnost ekonomije i poverenje potrošača i investitora. U cilju objašnjenja makroekonomske situacije u Republici

Srbiji u prethodnom periodu, biće korišćeni podaci koje je za period do trećeg tromesečja 2023. godine objavio Republički zavod za statistiku. U daljem tekstu biće reči o kretanju inflacije u periodu od 2020. do 2023. godine, o kretanju bruto domaćeg proizvoda ali i investicijama koje su neophodan uslov privrednog rasta.

Inflacija je dostigla svoj vrhunac u prvom tromesečju 2023. godine i od aprila 2023. godine se nalazi u padu (grafikon 1). Očekuje se da će se ciljna inflacija ostvariti do sredine 2024. godine [2].

Iz priloženog grafikona se vidi da je indeks potrošačkih cena, odnosno inflacija do 2013. godine bila na visokom nivou, odnosno da se u periodu od 2014. godine pa sve do izbijanja pandemije kretala na nivou od oko 2%. Na ovom nivou se držala zahvaljujući adekvatnim merama monetarne i fiskalne politike. Međutim, kako je privredna aktivnost opala s obzirom na stagnaciju koja je usledila od drugog tromesečja 2020. godine, bilo je potrebno probuditi uspavanu privredu i pokrenuti je. U te svrhe su korišćene ekspanzivna monetarna i fiskalna politika, odnosno politika jeftinih kredita i poreskih olakšica kako bi se privreda i stanovništvo što više podstakli na potrošnju i investicije.

Grafikon 1. Indeks potrošačkih cena u Srbiji u period od 2010. do 2023. godine.



Ovakvo ponašanje države dovelo je do rasta potrošačkih cena odnosno do inflacije koja je dostigla svoj vrhunac na početku drugog tromesečja 2023. godine.

Prosečna inflacija je tokom 2022. godine iznosila 11,9%, što se duguje svetskoj energetskej krizi ali i dalje prisutnim posledicama pandemije i ekspanzivne monetarne i fiskalne politike koja je sprovedena nakon vanrednog stanja [2] [3].

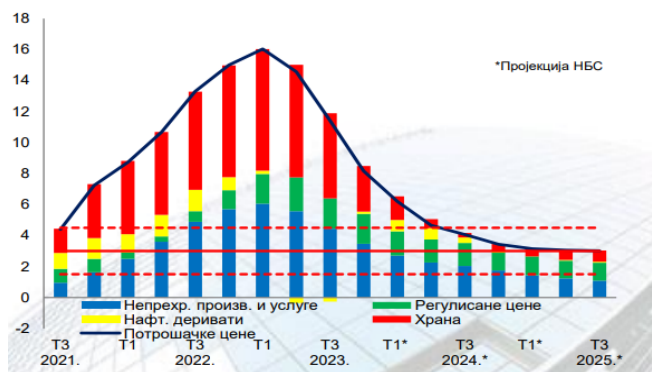
Na kraju trećeg tromesečja 2023. godine inflacija se zadržala na nivou od 8,5% što je rezultat usporavanja rasta cena hrane, ali i cena u okviru bazne inflacije, čemu je doprinelo zaoštavanje mera monetarne politike, smanjenje uvozne inflacije, ublažavanje inflacionih pritisaka. Ovo smirivanje inflacije dovelo je do pada inflacionih očekivanja za naredni period, što se prati na krivi inflacionog cilja, a može se predstaviti i na grafikonu 2 [2].

Bruto domaći proizvod je takođe doživeo pad 2020. godine, kada je zabeležena negativna stopa rasta od -0,9% (grafikon 3). Zahvaljujući fiksnim investicijama i privatnoj potrošnji, 2021. godine je došlo do naglog rasta stope bruto domaćeg proizvoda, da bi nakon prividne stabilizacije stope rasta bruto domaćeg proizvoda usporile u 2022. i 2023.

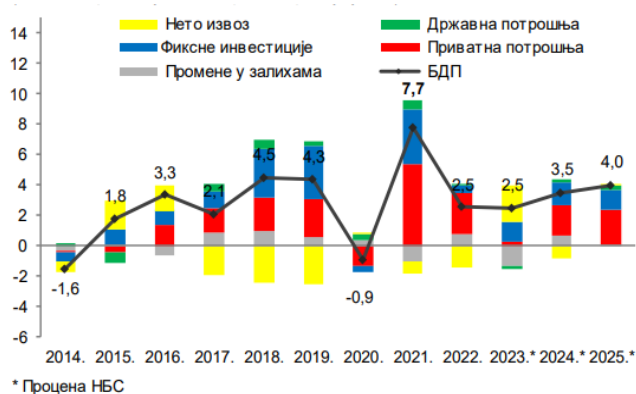
godini. Rast u 2023. godini je vođen neto izvozom i fiksnim investicijama [2].

Kada se govori o investicijama najčešće se misli na strane direktne investicije, koje zahtevaju stabilno makroekonomsko okruženje i finansijsku stabilnost zemlje. Uprkos padu stranih direktnih investicija u 2020. godini, njihov priliv u 2021. i 2022. godini je dostigao 7% bruto domaćeg proizvoda što se vidi na grafikonu 4 [2].

Grafikon 2. Projekcija NBS o kretanjima stope inflacije do 2025. godine.



Grafikon 3. Kretanje stope rasta bruto domaćeg proizvoda u Srbiji u period od 2014 do 2023



* Процена НБС

Grafikon 4. Ključni izvori finansiranja investicija u posmatranom periodu.



3. PROJEKCIJA MAKROEKONOMSKIH KRETANJA ZA BUDUĆI PERIOD

Očigledno je da je Srbija uspela brzo da se vrati na put finansijske i makroekonomske stabilnosti. To je postigla zahvaljujući primeni adekvatnih mera ekonomske politike.

Međutim, s obzirom na to da na međunarodnom nivou i dalje postoje pretnje po opstanak globalne ekonomije srpska ekonomija se ne sme prepustiti stihijskom delovanju, nego nosioci ekonomske politike moraju držati sve konce u rukama, kako bi se što pre postigle ciljne vrednosti makroekonomskih varijabli.

Iz datih grafikona vidi se da je srpska privreda krenula da usporava u drugom tromesečju 2022. godine, a sa ovim trendom je nastavila i u 2023. godini [4]. Tokom 2023. godine je započeo i oporavak građevinarstva, dok su pojedini poljoprivredni sektori (proizvodnja žita i kukuruza) zabeležili rezultate koji su bili bolji od očekivanih. S obzirom na ove činioce, očekuje se ubrzanje rasta do kraja 2023. godine, tako da bi stopa rasta za 2023. godinu trebalo da iznosi 2%, dok se za naredni period u srednjem roku očekuje porast od 3 do 4% [4].

Srbija svakako ima mogućnosti da ostvari dosta bolje rezultate od ovih, pa je potrebno baviti se nekim strukturnim reformama u narednom periodu. Nedavna energetska kriza u Srbiji je ukazala na to da se javnim preduzećima u Srbiji neadekvatno upravlja, pa svakako treba sprovesti jednu temeljnu reformu javnih preduzeća kako bi ona postala finansijski i poslovno održiva. Ekonomskom rastu i razvoju Srbije bi svakako bile od koristi i reforma drugih oblasti od javnog značaja kao što su prosveta, saobraćaj, lokalna javna komunalna preduzeća, i druga preduzeća koja zbog svoje glomaznosti i birokratije usporavaju ekonomski rast i razvoj.

S druge strane, uprkos projekcijama i rezultatima istraživanja koje je objavio Republički zavod za statistiku, svedoci smo visokih potrošačkih cena hrane, energenata i svih ostalih potrepnosti. Očigledno je da je visoka inflacija i dalje prisutna s obzirom na to da rast zarada ne prati rast cena. S obzirom na to potrebno je uzeti u obzir rizik od daljeg rasplamsavanja postojeće inflacije, pa prema tome voditi adekvatnu ekonomsku politiku. Primenom adekvatnog miksa instrumenata i mera ekonomske politike, a pre svega monetarne, fiskalne i spoljnotrgovinske politike suzbice se inflacija i doći će do privrednog rasta i rasta životnog standarda ljudi [4].

4. MERE I INSTRUMENTI EKONOMSKE POLITIKE U CILJU OSTVARENJA MAKROEKONOMSKIH CILJEVA

Kada se govori o merama ekonomske politike koje su neophodne za ostvarenje ciljnih vrednosti makroekonomskih varijabli često se spominju mere monetarne i fiskalne politike, odnosno njihova kombinacija. Cilj monetarne i fiskalne politike jeste da osiguraju dovoljnu tražnju koja neće izazvati inflatorne efekte [5].

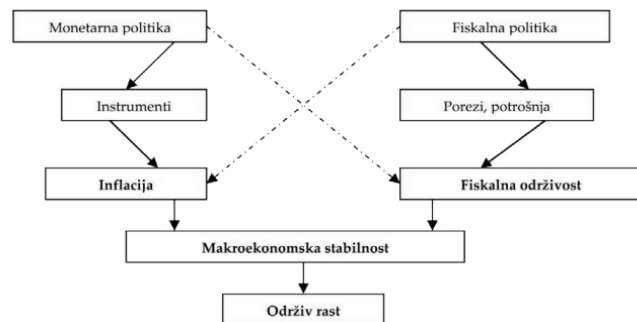
Stabilizaciona funkcija monetarne i fiskalne politike se ogleda u održavanju stabilnosti cena, odnosno u ublažavanju ili sprečavanju nastanka inflacije. Prema tome, u uslovima pune zaposlenosti, potrebno je sprovesti sledeće mere:

1. *Monetarna politika*: visoke kamatne stope uz restriktivnu ponudu novca (ograničavanje količine novca u opticaju);
2. *Fiskalna politika*: povećanjem fiskalne osnovice ili fiskalne stope obuzdati povećanu potrošnju koja vodi ka inflaciji.

Pored stabilizacione funkcije monetarne i fiskalne politike, treba spomenuti i *alokativnu i distributivnu funkciju monetarne i fiskalne politike*. U tom smislu, merama monetarne i fiskalne politike se zahvata deo dohotka stanovništva i privrede i na taj način dalje se utiče na potrošnju i investicije. Ovaj deo ekonomske politike je u službi privrednog razvoja.

Jasno je da ostvarenje ova dva glavna makroekonomska cilja ne mogu da se ostvare samo primenom mera monetarne ili samo primenom mera fiskalne politike. Neophodno je da ove dve politike međusobno budu isprepletane, kako bi se ostvario sinergijski efekat (ilustracija 1) [6].

Makroekonomski instrument o kome takođe treba voditi računa je *javni dug*. Javni dug nije samo rezultat finansijskih teškoća sa kojima se jedna makroekonomija suočava nego je i posledica vanrednih potreba države. Javni dug može da ima i monetarnu i fiskalnu funkciju. Najpre, emisijom i prodajom državnih obveznica, država prikuplja slobodna sredstva građana i privrede koji kupuju sigurne finansijske instrumente i za to nakon isteka vremenskog perioda dobijaju određenu nadoknadu, pa u tom slučaju država sprovodi restriktivnu monetarnu politiku, odnosno smanjuje količinu novčane mase u opticaju. S druge strane, država može da kupuje hartije od vrednosti na finansijskom tržištu i da tako sprovodi ekspanzivnu monetarnu politiku kroz operacije na otvorenom tržištu povećavajući na taj način količinu novca u opticaju [7].



Ilustracija 1. Uticaj mera i instrumenata monetarne i fiskalne politike na makroekonomsku stabilnosti i održiv privredni rast.

Ovakvo finansiranje državnih potreba putem operacija na otvorenom tržištu dovodi do crowding out efekta, odnosno do toga da se privatne investicije istisnu - eliminišu, s obzirom na to da je višak sredstava povučen emisijom državnih hartija od vrednosti. S druge strane ako bi se država zadužila u inostranstvu to bi dovelo do pritiska na kurs domaće valute, pa bi centralna banka trebala da sprovede određene intervencije kako bi sprečila da prekomerni priliv strane valute smanji vrednost domaće valute.

Fiskalna politika s druge strane utiče na monetarnu politiku odnosno njene mere i instrumente i direktno i indirektno [8]. Indirektno utiče putem sprovođenja ekspanzivne fiskalne politike gde dolazi do nestabilnosti cena i samim tim se neutrališu efekti monetarne politike. Direktna uticaj se vrši putem restriktivne fiskalne politike gde se povećanjem poreske stope a pre svega na posredne poreze, utiče na rast prodajnih cena, pa sve to pokreće inflacionu spiralu koja dovodi do daljeg rasta cena a što podstiče dalji

rast inflacionih očekivanja i rast cena. Ovakve mere dovode do destabilizacije na finansijskom tržištu a onda i do kolapsa monetarne politike [9].

5. ZAKLJUČAK

Savremena ekonomija je suočena sa brojnim preprekama na svom putu uspeha. Te prepreke proizilaze iz neizvesnosti koja vlada na tržištu ali i asimetričnosti informacija. XXI vek je vek informacija i prema tome neophodno je pratiti sva kretanja na globalnom tržištu kako bi se te informacije iskoristile na pravi način i to u svrhu pozitivne korekcije makroekonomskih pokazatelja.

Pandemija izazvana virusom Sars-cov-19, energetske krize, ratovi, utiču na stvaranje poremećenih ekonomskih odnosa između različitih zemalja i do velikih potresa u globalnoj ekonomiji tako da otvorene ekonomije poput Srbije, koje posluju na globalnom tržištu u ovakvim uslovima trpe velike štete koje se ogledaju u padu osnovnih makroekonomskih pokazatelja.

U takvim uslovima potrebno je na vreme prepoznati trendove i preduzeti neophodne mere i to primenom adekvatnog miksa mera i instrumenata ekonomske politike, a pre svega monetarne i fiskalne politike.

Da bi ove mere i instrumenti dali zadovoljavajuće efekte neophodno je da se pravilno postave ciljevi makroekonomske politike i da se na osnovu njih definišu pravi instrumenti i mere ekonomske politike koji će se sprovesti na taj način da jedna mera ne poništava efekte drugih mera, odnosno da sve primenjene mere zajedno daju sinergijski efekat ostvarenju makroekonomskih ciljeva.

LITERATURA

- [1] Cvetković, M., Simonović, Z., & Đorđević, V. (2022). *Sinergija monetarne i fiskalne politike u funkciji privrednog rasta Republike Srbije*. Ekonomika. Vol. 68. No. 4, p. 57-63. Dostupno na: <https://scindeks-clanci.ceon.rs/data/pdf/0350-137X/2022/0350-137X2204057C.pdf>
- [2] Narodna banka Srbije [NBS]. (2023). *Makroekonomska kretanja u Srbiji*. Novembar 2023. Dostupno na:

https://www.nbs.rs/export/sites/NBS_site/documents/finansijska-stabilnost/prezentacije/prezentacija_invest.pdf

- [3] Stanković, M., Anđelković, T., Mrdak, G., & Stojković, S. (2022). *Globalno tržište osiguranja nakon zdravstvene krize izazvane Covid-19 virusom*. Knowledge - International Journal. Vol. 53.1. p. 59-64. Dostupno na: <https://ikm.mk/ojs/index.php/kij/article/view/5526/5457>
- [4] World Bank Group (2023). *Ka održivom razvoju. Redovni ekonomski izveštaj za Zapadni Balkan*. Br. 24. Jesen 2023. godine. Dostupno na: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/099101623051536039/pdf/P500648067b8c902d09ed205f62044de6b8.pdf>
- [5] Obradović, I. (2013). *Inflacija u privredi Republike Srbije*. Socioeconomica. Vol. 2. No 4. p. 329-342. Decembar 2013. Dostupno na: https://www.researchgate.net/publication/274300494_I_NFLACIJA_U_PRIVREDI_REPUBLIKE_SRBIIJE
- [6] Laurens, B., Piedra, E., (1998). "Coordination of Monetary and Fiscal Policies", IMF Working Paper, International Monetary Fund, pp. 5-7.
- [7] Kvirgić, G., Čolić, Z., Vujović, T., (2011). *Značaj koordinacije mera monetarne i fiskalne politike*, Bankarstvo 3-4. Beograd, 2011. god. str. 36. Dostupno na: https://www.casopisbankarstvo.rs/Portals/0/Casopis/2011/3_4/B03-04-2011-Kvirgic-Colic-Vujovic.pdf
- [8] Ješić, M. (2013). *Fiskalna odgovornost: Značajan faktor cenovne stabilnosti*, Ekonomske ideje i praksa, Ekonomski fakultet, Beograd str. 93. Dostupno na: <https://scindeks-clanci.ceon.rs/data/pdf/0350-137X/2022/0350-137X2204057C.pdf>
- [9] Giuseppe, F. (2009). *The transmission mechanism of fiscal policy: a critical assessment of current theories and empirical methodologies*. Journal of Post Keynesian Economics, Vol. 31, No. 4. p. 587 – 604. Dostupno na: <https://www.jstor.org/stable/27746869>



EKONOMSKI ASPEKTI DIGITALNE TRANSFORMACIJE I KONKURENTNOSTI ECONOMIC ASPECTS OF DIGITAL TRANSFORMATION AND COMPETITIVENESS

Milica Stanković, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, Filipa Filipovića 20, Vranje.*
Milica Stošić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, Filipa Filipovića 20, Vranje*

Sadržaj – Digitalna transformacija je prioritet brojnih kompanija u cilju prilagođavanja novoj digitalnoj realnosti. Digitalizacija više nije alternativa za kompanije, već faktor uspeha i potencijalni izvor održive konkurentske prednosti. Uspeh procesa transformacije povezan je sa sposobnošću inoviranja, ali i sposobnošću formiranja sistema međusobnog povezivanja zaposlenih, poslovnih procesa i tehnologija. Preduzeća koja su uspešno prošla kroz proces digitalne transformacije imaju veće šanse da ostvare održivu konkurentsku prednost. Cilj rada je da ukaže na ekonomske aspekte digitalne transformacije, uz analizu modela digitalne konkurentnosti.

Ključne reči: Digitalna ekonomija. Digitalna transformacija. Digitalni marketing. Digitalna konkurentnost

Abstract - Digital transformation is a priority for many companies in order to adapt to the new digital reality. Digitization is no longer an alternative for companies, but a success factor and a potential source of sustainable competitive advantage. The success of the transformation process is related to the ability to innovate, but also the ability to form a system of interconnection of employees, business processes and technologies. Companies that have successfully done the digital transformation process have a greater chance of achieving a sustainable competitive advantage. The aim of the paper is to point out the economic aspects of digital transformation, along with the analysis of the digital competitiveness model.

Key words: Digital economy. Digital transformation. Digital marketing. Digital competitiveness

1. UVOD

U cilju prilagođavanja novoj digitalnoj realnosti, mnoge kompanije kao svoj prioritet postavljaju digitalnu transformaciju. Digitalizacija više nije alternativa za kompanije, već faktor uspeha i potencijalni izvor održive konkurentske prednosti. Savremena tehnologija je promenila svet u kome živimo, te digitalna transformacija doprinosi sve većoj povezanosti pojedinaca i kompanija na globalnom nivou. Digitalizacija povećava obim i brzinu međunarodne trgovine, uz bolju povezanost između preduzeća, ali i preduzeća i krajnjih kupaca. Pored toga, važno je naglasiti i značaj digitalnog marketinga kao važnog sredstva za sticanje konkurentske prednosti. Uspeh procesa transformacije povezan je sa sposobnošću inoviranja, ali i sposobnošću formiranja sistema međusobnog povezivanja zaposlenih, poslovnih procesa i tehnologija. Cilj rada je da ukaže na ekonomske aspekte digitalne transformacije, uz analizu modela digitalne konkurentnosti.

2. DIGITALNA EKONOMIJA I DIGITALNA TRANSFORMACIJA

Digitalna transformacija je među ključnim strateškim prioritetima mnogih preduzeća. Kompanije su spremne na velike promene vezane za razvoj digitalnih tehnologija, sa ciljem da transformišu poslovanje kako bi se prilagodile

novoj digitalnoj realnosti. Digitalizacija utiče na pojedince, preduzeća i društvo u celini. Brzo širenje digitalnih tehnologija pokreće ogromnu promenu u društvu, ali implicira i velike izazove. Uspešno korišćenje šansi koje pruža upotreba digitalne tehnologije zahteva od kompanija da se na odgovarajući način transformišu. Ne postavlja se pitanje digitalizacije kao izbora za preduzeća, već digitalna transformacija postaje uslov uspešnog poslovanja, posebno na globalnom nivou [1]. Digitalna transformacija menja poslovne modele, metode proizvodnje i distribucije i način na koji se kompanije takmiče na globalnom tržištu. Digitalne tehnologije su smanjile troškove ulaska na brojna tržišta, te omogućile čak i malim i srednjim preduzećima da posluju globalno i postanu „mikro-multinacionalne“ [2].

Digitalna ekonomija doprinosi formiranju novih poslovnih modela, pri čemu digitalne inovacije mogu biti izvor održive konkurentske prednosti. Većina malih i srednjih preduzeća zaostaje u digitalnim inovacijama i postojeće poteškoće sa njihovom implementacijom povezuju sa brzim promenama u digitalnim tehnologijama. Razvoj digitalnih inovacionih centara može omogućiti pristup najnovijoj tehnologiji za podsticanje inovacija. Poslovni pristup najnovijim digitalnim tehnologijama i sinergija između digitalnih tehnologija obezbeđuje mrežu digitalnih inovacionih centara. Prema istraživanju „Zrelost IT transformacije“, 71% preduzeća je priznalo da gube

konkurentnost bez digitalne transformacije, dok se čak 95% analiziranih preduzeća složilo da zaostaju u odnosu na konkurente koji su prošli kroz digitalnu transformaciju. Uspešno transformisana preduzeća imaju sedam puta veću šansu da informacione tehnologije postanu izvor njihove održive konkurentne prednosti [3].

Kontinuirane inovacije u digitalnoj tehnologiji i način na koji se one koriste odražavaju digitalno vreme u kojem trenutno živimo [4]. Nema sumnje da je internet promenio svet u kome živimo. Pristup informacijama, komunikacija sa ljudima ili deljenje sadržaja nikada nije bilo lakše. Internet vodi ka sve većoj povezanosti ljudi i biznisa na globalnom nivou. Nove tehnologije se danas usvajaju od strane korisnika mnogo brže nego ikada ranije. Dok je radiju trebalo 38 godina da dopre do 50 miliona ljudi, iPod je taj broj korisnika dostigao za samo četiri godine, a Instagram za manje od šest meseci [1].

Digitalizacija je promenila obim i brzinu aktivnosti preduzeća, omogućila da se proizvodne aktivnosti odvijaju brže i lakše i pomogla preduzećima, posebno mikro, malim i srednjim preduzećima, da se bolje povežu jedni sa drugima i sa potrošačima na globalnom nivou. Digitalizacija povećava obim i brzinu trgovine, omogućavajući kompanijama da ponude nove proizvode i usluge većem broju digitalno povezanih kupaca širom sveta [5]. Trendovi u oblasti marketinga podložni su brzim promenama, pri čemu se zahteva kontinuirana optimizacija marketinških kampanja u zavisnosti od aktuelnih zahteva kupaca [6]. Digitalni marketing danas predstavlja moderan marketinški pristup, koji je važno sredstvo za sticanje konkurentne prednosti [7]. Glavne prednosti digitalnog marketinga za poslovnu sferu su mogućnost individualne brige za svakog kupca i izazivanje osećaja jedinstvenosti i dodatne vrednosti za kompaniju [8].

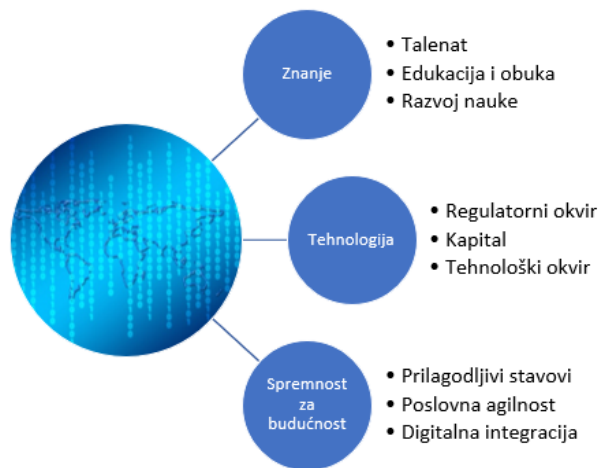
Digitalna transformacija se vidi kao prilika za povećanje produktivnosti preduzeća i smanjenje vremena potrebnog za plasiranje proizvoda na tržište na osnovu uvođenja novih poslovnih modela zasnovanih na najnovijim tehnologijama. Poboljšanje poslovnih rezultata deluje kao podsticaj za digitalnu transformaciju. U ove svrhe se takođe razvijaju novi poslovni modeli i uvode nove tehnologije. Uspeh procesa transformacije povezan je sa sposobnošću inoviranja, povećanjem prihoda i smanjenjem troškova preduzeća, sposobnošću formiranja sistema međusobnog povezivanja zaposlenih, poslovnih procesa i tehnologija. Prema istraživanju Boston Consulting Group (BCG), digitalna transformacija može smanjiti troškove za 30% i povećati prihod za 20% [3].

Prema EIB [9], digitalizacija je od suštinskog značaja za unapređenje globalne konkurentnosti evropskih kompanija. Kako bi smanjila digitalni jaz, Evropska unija treba da poveća ulaganja i stvori ekosisteme koji podržavaju inovacije i koriste savremene tehnologije. Stoga bi se digitalizacija mogla smatrati ključnim faktorom u promovisanju konkurentnosti i preduzetničke aktivnosti [10].

3. MODEL DIGITALNE KONKURENTNOSTI

Digitalna transformacija je postepena i zahteva promene na organizacionom, institucionalnom i strukturnom nivou. Organizacije treba da budu u stanju da prepoznaju, komuniciraju i preuzmu izazove koje donosi pojava novih

tehnologija. Kompanije treba da unaprede svoju „otvorenost i fleksibilnost“ kako bi se prilagodile savremenim uslovima poslovanja. Model digitalne konkurentnosti se oslanja na analizu tri faktora: znanje, tehnologija i spremnost za budućnost (Slika 1.). Znanje se odnosi na posedovanje talenta, edukacije i treninge i razvoj nauke i naučnih kompetencija neophodnih za razumevanje i sticanje novih znanja u oblasti digitalnih tehnologija. Tehnologija procenjuje ukupan kontekst kroz koji je omogućen razvoj digitalnih tehnologija. Ovaj kontekst uključuje podržavajući regulatorni i tehnološki okvir, kao i kapital koji omogućava efikasno obavljanje poslovnih aktivnosti uz podsticanje poslovnog razvoja i inovacija. Spremnost za budućnost se odnosi na nivo pripremljenosti privrede za digitalnu transformaciju. Konkurentnost zahteva da društvo „apsorbira“ dostupne digitalne tehnologije. Za apsorpciju digitalnih tehnologija potrebni su posebni adaptivni stavovi, uključujući spremnost društva da učestvuje u procesima povezanim sa digitalnom tehnologijom. Spremnost za budućnost takođe zahteva poslovnu fleksibilnost i podrazumeva da su preduzeća u stanju da transformišu svoje poslovne modele kako bi iskoristile nove digitalne mogućnosti [11].



Slika 1. Model digitalne konkurentnosti [11].

IMD Svetska rang lista digitalne konkurentnosti (engl. World Digital Competitiveness Ranking), koju je izradio IMD Svetski centar za konkurentnost (engl. World Competitiveness Center) meri kapacitet i spremnost 64 privrede da usvoje i istraže digitalne tehnologije kao ključnog pokretača digitalne transformacije u poslovanju. Ova rang lista pomaže vladama i kompanijama da shvate gde da usmere svoje resurse i koje bi mogle biti najbolje prakse kada se upuste u digitalnu transformaciju. Sjedinjene Američke Države su se prošle godine našle na drugom mestu na ovoj rang listi po prvi put od pokretanja godišnje rangiranja 2017. godine., ali su tokom 2023. godine postigli izuzetne rezultate u sve tri kategorije, odnosno u okviru sva tri faktora koja utiču na digitalnu konkurentnost: znanje, tehnologija i spremnost za budućnost [12].

Konkurentnost jedne zemlje u velikoj meri zavisi i od ulaganja u obrazovanje i pružanja onih veština koje zahteva tržište rada, ali i od ulaganja u savremenu tehnologiju i veštačku inteligenciju. Holandija je napredovala čak za četiri pozicije i zauzela drugo mesto na rang listi, čemu je doprinela visoka sajber bezbednost i unapređenje obrazovanja u

domenu digitalizacije. Švajcarska je zadržala istu ukupnu poziciju kao i prošle godine i zauzela peto mesto na Svetskoj rang listi digitalne konkurentnosti. Danska, koja je bila lider rangiranja 2022. godine, ove godine se nalazi na četvrtom mestu na Svetskoj rang listi digitalne konkurentnosti, uglavnom zbog pada u domenu faktora spremnosti za budućnost i tehnološkog i regulatornog okvira (Slika 2.). U pogledu digitalne transformacije, može se zaključiti da kompanije u Evropi tokom 2023. godine nisu značajno napredovale u odnosu na prošlu godinu, te se može zaključiti da digitalni fondovi Next Generation još nisu transformisali digitalnu kulturu u Evropi. Next Generation je privremeni instrument Evropske unije od 800 milijardi evra koji ima za cilj podršku ekonomskom oporavku od pandemije COVID-a i izgradnju zelenije, digitalnije i otpornije budućnosti [12].



Slika 2. Svetska rang lista digitalne konkurentnosti za 2023. godinu – Top 10 zemalja [12].

4. ZAKLJUČAK

Digitalizacija je od suštinskog značaja za unapređenje konkurentnosti kompanija. U cilju smanjenja digitalnog jaza, važno je opredeliti značajnija sredstva za ulaganje u inovacije i digitalnu transformaciju. Stoga bi se digitalizacija mogla smatrati ključnim faktorom za promovisanje preduzetničke aktivnosti i konkurentnosti. Digitalne inovacije mogu biti izvor održive konkurentne prednosti. Većina malih i srednjih preduzeća zaostaje u primeni digitalnih inovacija i digitalnoj transformaciji, te razvoj digitalnih inovacionih centara može doprineti većoj digitalnoj integraciji. Preduzeća koja su uspešno prošla kroz proces digitalne transformacije imaju veće šanse da ostvare održivu konkurentsku prednost.

LITERATURA

[1] Gimpel, H. and Röglinger, M. (2015). Digital Transformation: Changes and Chances – Insights based on an Empirical Study. Project Group Business and Information Systems Engineering (BISE) of the Fraunhofer Institute for Applied Information Technology FIT, Augsburg/Bayreuth

[2] OECD (2018), Towards the Implementation of the G20 Roadmap for Digitalisation: Skills, Business Dynamics

and Competition; Report prepared at the request of the 2017 G20 German Presidency, OECD Publishing.

[3] Sunigovets, O. (2019). Enterprise competitiveness in the digital economy, Web of Conferences, 67, pp. 4-12.

[4] MacGregor, R. K., Sroka, W., & MacGregor Pelikánová, R. (2020). A comparative study of low-level management's attitude to marketing and innovations in the luxury fashion industry: pro-or anti-CSR?. Polish Journal of Management Studies, 21.

[5] OECD (2023). Key issues in Digital Trade, OECD Global Forum on Trade 2023 "Making Digital Trade Work for All", OECD Publishing.

[6] Shpak, N., Kuzmin, O., Dvulit, Z., Onysenjkó, T., & Sroka, W. (2020). Digitalization of the Marketing Activities of Enterprises: Case Study. Information, 11(2), 109. [CrossRef]

[7] Shpak, N., Seliuchenko, N., Kharchuk, V., Kosar, N., & Sroka, W. (2019). Evaluation of Product Competitiveness: A Case Study Analysis. Organizacija, 52(2), 107-125.

[8] Nadanyiova, M., Majerova, J., & Gajanova, L. (2021). Digital Marketing as a Source of Competitive Advantage: Case Study of Slovak Republic. Marketing and Management of Innovations, 4, 92-103.

[9] European Investment Bank (2021) Digitalisation in Europe 2020–2021. Evidence from the EIB investment survey. <https://www.eib.org/en/publications/digitalisation-in-europe-2020-2021>. Pristupljeno: 03.12.2023.

[10] Galindo-Martin, M. & Castaño-Martínez, M. & Méndez-Picazo, M. (2023). Digitalization, entrepreneurship and competitiveness: an analysis from 19 European countries. Review of Managerial Science. 17. 1-18.

[11] Bris, A., Caballero, J., Cabolis, C. (2017). The IMD World Digital Competitiveness Ranking, International Institute for Management Development (IMD)

[12] IMD (2023). World Digital Competitiveness Ranking 2023, World Competitiveness Center, International Institute for Management Development (IMD)



AKTIVNOSTI MENADŽERA LJUDSKIH RESURSA U SAVREMENIM KOMPANIJAMA

ACTIVITIES OF HUMAN RESOURCE MANAGER IN MODERN COMPANIES

Svetlana Trajković, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, Filipa Filipovića 20, Vranje.*

Branislav Stanisavljević, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, Filipa Filipovića 20, Vranje.*

Sadržaj - U ovom radu predmet istraživanja predstavlja upoznavanje sa konceptom strategijskog menadžmenta, aktuelnost i specifičnosti primene strategijskog menadžmenta, kao i osvrt na strateški menadžment ljudskih resursa. U ovom radu prikazan je značaj i uloga strategijskog menadžmenta ljudskih resursa u upravljanju i razvoju kompetencija ljudskih resursa, kao ključnog faktora za uspešnost svake strategije.

Ključne reči: Menadžment. Ljudski resursi.

Abstract - In this paper, the subject of the research is an introduction to the concept of strategic management, the actuality and specifics of the application of strategic management, as well as a review of the strategic management of human resources. This paper shows the importance and role of strategic management of human resources in the management and development of human resources competencies, as a key factor for the success of any strategy.

Key words: Management. Human resources.

1. UVOD

Korene strategijskog menadžmenta trebalo bi tražiti u organizacionom upravljanju, a u tom kontekstu je i prvi put korišćen pojam strategija [1]. Mora se reći da je prvo nastalo strategijsko planiranje (60-tih godina), da bi se strategijski menadžment razvijao tokom 70-tih i 80-tih godina prošlog veka i izdvojio kao posebna naučna disciplina [2]. Ipak, polemike se i dalje vode da li je nastao kao nadgradnja strategijskog planiranja ili je izveden iz koncepta organizacionog upravljanja kroz efektivno korišćenje resursa u cilju stvaranja profita [3].

Bez obzira na ove nedoumice, strategijski menadžment danas predstavlja izuzetno značajan pristup u oblasti menadžmenta. Koncepti u strategijskom menadžmentu i dalje se razvijaju.

Postoji veliki broj definicija strategijskog menadžmenta, što govori o kompleksnosti ovog pojma. Ne možemo zaobići definiciju Igora Asnoffa, jednog od prvih teoretičara u ovoj oblasti, prema kojem je strategijski menadžment „sistematski Priestap, glavne i povećane odgovornosti menadžmenta: poziciji i povezanosti organizacije s njenim okruženjem na način koji će obezbediti njen kontinuirani uspeh i obezbeđenje od iznenađenja“ [4].

Prema Milisavljeviću [5], strategijski menadžment uključuje strategijsku analizu, strategijski izbor i strategijsku promenu, od toga strategijsko planiranje se odnosi na strate-

gijsku analizu i strategijski izbor, a strategijski plan preduzeća izražava smer za budućnost, cilj i strategiju.

2. AKTIVNOSTI MENADŽMENTA LJUDSKIH RESURSA

Jedna od ključnih upravljačkih funkcija, menadžment ljudskih resursa, i sama obuhvata više funkcija sprovođenjem različitih aktivnosti koje se odnose na: planiranje ljudskih resursa u smislu ponude i tražnje, privlačenje i regrutovanje u cilju popunjavanja radnih mesta, zasnivanje radnog odnosa, razvoj i nagrađivanje zaposlenih, uređivanje odnosa zaposlenih.

Prema Martinoviću i Tanasković [6], menadžment ljudskih resursa obuhvata sledeće aktivnosti:

- Analiza radnog mesta
- Planiranje ponude i tražnje ljudskih resursa
- Regrutovanje ljudskih resursa
- Selekcija ljudskih resursa
- Socijalizacija zaposlenih
- Obuka/trening zaposlenih
- Ocenjivanje performansi zaposlenih
- Nagrađivanje i motivisanje zaposlenih
- Upravljanje stresom na radnom mestu
- Upravljanje sistemom bezbednosti i zdravlja na radu
- Upravljanje procesom napuštanja organizacije

Analiza radnog mesta podrazumeva definisanje položaja radnog mesta i njegovog okruženja u organizaciji, aktivnosti, rezultata, znanja i drugih zahteva radnog mesta.

Planiranje ljudskih resursa zahteva analizu internih i eksternih promena kako bi se najbolje odgovorilo potrebama o broju i karakteristikama radne snage.

Regrutovanje je proces privlačenja kvalitetne radne snage.

Selekcijom se vrši izbor najboljih kandidata za popunjavanje radnih mesta.

Socijalizacija zaposlenih je proces koji omogućava upoznavanje novozaposlenih sa organizacijom (organizacione politike, procedure, organizaciona kultura) i poslovima koje će raditi, kao i sa svojim pravima i odgovornostima.

Obuka/trening zaposlenih bavi se razvojem radne snage, njihovih znanja i veština, kako bi što bolje odgovorili zahtevima posla koji obavljaju.

Ocenjivanjem performansi zaposlenih meri se doprinos zaposlenog u ostvarivanju radnih ciljeva.

Nagrađivanje i motivisanje zaposlenih obuhvata određivanje sistema direktnih i indirektnih zarada zaposlenih.

Upravljanje stresom podrazumeva nadzor nad pritiscima koje zaposleni trpi u vezi sa poslom koji obavljaju.

Upravljanje sistemom bezbednosti i zdravlja na radu predstavlja integrisani sistem zakonodavnog, inspekciskog, medicinskog, zdravstvenog i drugih aspekata rada regulišući bezbednost i zdravlje radnika.

Upravljanje procesom napuštanja organizacije podrazumeva planiranje i realizaciju dobrovoljnog odlaska zaposlenih, otkaza ili njihovog odlaska u penziju.

3. ULOGA MENADŽERA U MENADŽMENTU LJUDSKIH RESURSA

Nosioci funkcije menadžmenta ljudskih resursa u organizaciji su svi nivoi menadžmenta – vrhovni, srednji i operativni. Ovo se može objasniti činjenicom da svi rukovodioci moraju biti uključeni u procese regrutovanja, intervjuisanja, selekcije i obuke zaposlenih, pogotovo ukoliko ne postoji organizaciona jedinica za ljudske resurse.

Posmatrajući ulogu linijskih menadžera kroz odgovornost za postizanje ciljeva, za njih je ključna savetodavna funkcija menadžera ljudskih resursa u procesu regrutovanja, zapošljavanja i isplaćivanja. Sa druge strane, i linijski menadžeri su odgovorni za poslove menadžmenta ljudskih resursa. Ovo se odnosi na njihov uticaj na izbor kandidata prilikom zapošljavanja, u dodeljivanju pravog posla pravoj osobi, kao i u odgovornosti kod podučavanja zaposlenih, praćenja njihovih učinaka, u tumačenju politika i procedura organizacije, razvoju i produktivnosti zaposlenih, zaštiti zdravlja zaposlenih i drugo.

Odgovornost linijskih menadžera raste sa širenjem organizacije. Stoga, u velikim kompanijama odgovornost za menadžment ljudskih resursa mora biti poverena i izdvojenim jedinicama za ljudske resurse, a ne samo linijskim menadžerima. Zapravo, možemo reći da odgovornost ne može biti koncentrisana samo na jednom odeljenju, niti je samo na pojedinačnim rukovodiocima. Kompleksnost oblasti

zahtevala je da se u organizaciji poslova velikih kompanija razvijaju i različite jedinice i profili menadžera ljudskih resursa, a to su: menadžer za plate i beneficije, supervizor za zapošljavanje i regrutovanje, specijalista za obuku, menadžer za odnose na radu, supervizor za bezbednost na radu i drugi [7]. Karakteristike organizacije, u pogledu menadžmenata ljudskih resursa, zavise od strategije i odluke vrhovnog menadžmenta.

4. SAVREMENI TRENDOVI I UTICAJ NA MENADŽMENT LJUDSKIH RESURSA

Svet se menja stvarajući nove okolnosti kojima se moramo prilagoditi. Može se reći da se te okolnosti, sa stanovišta menadžmenta ljudskih resursa, odnose na sledeće novine [8]: ekspanzija konkurencije, upravljanje međunarodnim poslovima, tehnološke inovacije, poslovanje u skladu sa zakonom, poslovanje sa/ bez sindikata, etička pitanja, najbolja praksa nasuprot najboljem uklapanju.

Spajanje tržišta, kroz proces globalizacije i razvoj tehnologije, donelo je i problem sve veće konkurencije. Ova okolnost traži nove pristupe u borbi za konkurentsku prednost, a mogu se sagledati na nekoliko načina. Prvi jeste da se, u borbi za konkurentsku prednost, organizacije mogu odlučiti za niže cene proizvoda/usluga, smanjenje troškova kroz npr. zadržavanje/snižavanje plata zaposlenih i drugo. U takvoj situaciji, menadžment ljudskih resursa suočiće se ili sa problemom motivacije ili sa neophodnošću smanjenja radnih mesta. Drugi pristup je ponuditi visoko kvalitetne proizvode/usluge i time se otvara potreba za nalaženjem radne snage koja je visoko kvalifikovana. Ovde je neophodno suočiti se potrebom razvoja ovakve radne snage i održavanjem njenog visokog potencijala. Mora se naglasiti i neophodnost u promeni odnosa između organizacije i zaposlenog: organizacija zaposlenom ne može više garantovati trajni odnos, a očekivanja zaposlenog moraju biti usmerena na ono najbolje što može dobiti u cilju razvoja svoje karijere u takvim okolnostima. Zbog toga, menadžment ljudski resursa treba da opravda svoje postojanje očekivanim rezultatima.

Već pomenuto globalno poslovanje suočilo je današnje organizacije sa poslovanjem sa inostranim partnerima. Kao posledica ovoga dolazi do prilagođavanja programa, praksi i procedura menadžmenta ljudskih resursa međunarodnim standardima. Ovo se odnosi i na pravne, ekonomske, fiskalne i druge aspekte poslovanja, ali i na razlike u kulturi kako bi se kreirao internacionalni identitet. U tom smislu, menadžment ljudskih resursa mora pažljivo pristupiti pitanjima kao što su npr. odnosi na radnom mestu, procena rezultata rada i načinima poboljšanja i drugo. Kao neophodno pokazalo se povezivanje međunarodnih menadžera ljudskih resursa, kako bi se razvijali globalni pristupi filozofiji menadžmenta ljudskih resursa.

Tehnološke inovacije ponudile su i mogućnosti, ali i probleme. Mogućnosti su korišćenje internet tehnologija u komunikacijama i informisanju, skladištenju i razmeni podataka, brzom učenju i primeni u svakodnevnom obavljanju radnih zadataka. To za posledicu ima i reorganizaciju u smislu strukture, podele poslova i organizacione kulture. Same aktivnosti menadžmenta ljudskih resursa promenile su pristup u procesima regrutovanja, selekcije, obučavanja, ali i otpuštanja. Opet, dodatno se uticaj tehnologije ogleda i na aspekt inovacija i razvoja, gde se od organizacije očekuje da

ovim zadacima prilagodi svoju strukturu i zaposlene u oblasti menadžmenta ljudskih resursa kako bi pomogli razmeni ideja i znanja.

Sve veći broj usvojenih novina u zakonodavstvu radnih odnosa tokom proteklih godina uticale su na oblast upravljanja ljudskim resursima. One se odnose na novine u zapošljavanju, zdravstvenoj zaštiti i zaštiti na radu, u oblasti polne i rasne diskriminacije, jednakosti plata i drugo. Teži se da se što više zaštite prava radnika i njihova socijalna sigurnost, a sa druge strane primoravaju menadžment ljudskih resursa da prate i primenjuju propise u svom radu. Ipak, primetne su negativne posledice sve većeg broja propisa, stvarajući i ograničenja koja dovode do nespремnosti za otvaranje novih radnih mesta od strane poslodavaca, premeštanje poslovanja u zemlje gde ne postoji velika kontrola i ograničenja usvojenim propisima, time i veća nezaposlenost i drugo.

Radno zakonodavstvo reguliše pitanje postojanja sindikata, saradnje poslodavaca i sindikata, obaveze poslodavca u slučaju sindikalnog postojanja odnosno nepostojanja i drugo. Iako menadžeri imaju negativne stavove u vezi sindikata, sindikati podržavaju dugoročni uspeh organizacije. Posebno se ovaj odnos može unaprediti partnerskim odnosom koje u nekim zemljama podržavaju i vlade tih zemalja. Ovakav odnos dovodi ih poziciju da se bore za zajedničke ciljeve, za razliku od tradicionalnog odnosa koji se sastojao u otporu sindikata odlukama menadžmenta. Svakako se može reći da je značaj sindikata i dalje kritika onih odluka koje nisu u skladu sa interesima zaposlenih, ali se mora poštovati i težnja menadžera za komercijalnim uspehom. Menadžeri ljudskih resursa mogu izvući korist iz ovog odnosa preuzimanjem konstruktivnih predloga sindikata u vezi sa zaposlenima, a kojih sami nisu bili svesni i slično.

Etika u poslovanju ogleda se u pravičnosti, otvorenosti i doslednosti u odnosu sa ljudima. Međutim, preporučuje se da je potrebno da se nađe mera između efikasnosti i pravičnosti, imajući u vidu da menadžment ljudskih resursa ne može postojati izvan menadžmenta. Ovo je važno, jer menadžeri ljudskih resursa učestvuju u upravljanju poslom i zaposlenima imajući u vidu sve okolnosti i probleme u stvarnosti.

Ne postoji zajedničko gledište u stručnoj javnosti o postojanju univerzalnog načina upravljanja ljudskim resursima. Pojedini autori iz oblasti menadžmenta ljudskih resursa tvrde da ipak postoji opšti pristup u upravljanju ljudima kao garant uspeha (poznatiji pod nazivom „najbolje prakse“) korišćenjem naprednih metoda selekcije, uključujući visoku posvećenost zaposlenih, ulaganjem u obuke i razvoj, korišćenjem pojedinačnih sistema nagrađivanja i harmonizacijom uslova rada među različitim grupama zaposlenih. Drugi pristup zastupa ideju nepostojanja univerzalnog pristupa, već prilagođavanja različitim situacijama, karakteristikama organizacije i potrebama poslodavaca

5. ZAKLJUČAK

Uspeh u savremenim uslovima poslovanja postao je neizvestan, a same organizacije moraju da se menjaju da bi opstale. Strategije i strategijski menadžment mogu pomoći da se izborimo sa rizicima, da ostvarimo ciljeve i opstanemo dugoročno. Karakteristike strategije su da dugoročno vidi budućnost organizacije, bavi se dugoročnim razvojem, uzima

u obzir potrebe korisnika i konkurencije, čime određuje smer kretanja, misiju i viziju organizacije.

Stalno učenje je imperativ savremenog doba - ekonomije znanja. Ovo je značajno i sa stanovišta traženja posla, kao i sa stanovišta razvoja zaposlenih i njihovih karijera. Još je značajnije za obezbeđivanje ključnih kompetencija od kojih zavisi ostvarivanje strateških ciljeva organizacije. Imati takvu radnu snagu koja je osposobljena za obavljanje poslova, koja je motivisana i inovativna, odnosno raspolaže ključnim kompetencijama, zavisi od toga kako se pristupa upravljanju ljudskim resursima. Individualno učenje kroz obuke i treninge doprinosi ličnom i organizacionom razvoju, ali organizaciono učenje predstavlja trajni izvor konkurentne prednosti za organizaciju. Obukama u organizaciji razvijaju se kompetencije koje će nas izdvojiti na tržištu. Uspeh na tržištu organizacije postižu kada imasvoju strategiju, a svaka strategija zahteva različite kompetencije. Strategija ljudskih resursazavisi od unutrašnjih i spoljašnjih okolnosti, životnog ciklusa organizacije, sektora u kom posluje, očekivanja menadžmenta i usvojene generalne strategije. Strategijskim pristupom izdvajaju se one najvažnije kompetencije za postizanje ciljeva, poznatijim kao ključne kompetencije. Ključne kompetencije definišu se posebnim modelima za različite poslove i pozicije, odnosno za nivo menadžera, nivo izvršilaca i nivo zaposlenih u ljudskim resursima. Svi oni zajedno imaju važnu ulogu u sprovođenju strategije i konačnom postizanju ciljeva. Modeli ključnih kompetencija će služiti u procesu selekcije i raspoređivanja, u proceni potreba i planiranju obuka i razvoja zaposlenih, adekvatnom izboru poslovnih zadataka u upravljanju karijerom na individualnom nivou, za usklađivanje rada timova sa strategijom na nivou organizacije, podsticanju kreativnosti i inovativnosti, spremnosti na promene.

Preporuka današnjim organizacijama u našoj zemlji, koje nisu uhvatile korak sa savremenim trendovima u upravljanju ljudskim resursima, svakako je usvajanje strategijeza ljudske resurse (menadžment znanja, učenje i razvoj i druge). Uzimajući u obzir prethodno navedene podatke o investiranju preduzeća u obuku zaposlenih, nameće se zaključak o neophodnosti obuka - podjednako i menadžera i izvršilaca. Analize potreba za obukom treba izvršiti sprovođenjem istraživanja među zaposlenima, o njihovim stavovima koje vidove učenja preferiraju, samoprocenom sopstvenih potencijala i nedostataka, uz testiranja, posmatranja i razgovore sa njima.

Menadžment ljudskih resursa mora da poznaje sopstvene potencijale, kao i da obezbedi podatke o potencijalima konkurencije na tržištu. Menadžment ljudskih resursa, na osnovu svega nabrojanog, treba da obezbedi informacije o onim kompetencijama koje su potrebne zaposlenima, odeljenjima i organizaciji kao celini da bi se postigli strateški ciljevi poslovanja. Obuka zaposlenih mora biti povezana sa poslovnom strategijom i ciljevima, postavljena kao koherentan sistem definisanim programima i planovima u okviru organizacije. Ključne kompetencije treba usvojiti i pripremiti u vidu priručnika za sva radna mesta i pozicije, kao i što treba usvojiti metodologiju analiza potreba i evaluacije sprovedenih obuka. Pažljivo urađena analiza i obuke zaposlenih ispuniće svoj osnovni cilj kroz unapređenje učinka i promenu ponašanja.

LITERATURA

- [1] N. Černiauskiene, Strategic Management of Public Sector Institutions, Mykolas Romeris University, 2009., Vilnius.
- [2] M. Coulter, Strategijski menadžment na delu, Data Status, 2010. Beograd.
- [3] E.W., Mainardes, J.J. Ferreira, M:L: Raposo, Strategy and strategic management concepts, Journal econimika and management (1), 2016, pp. 162.
- [4] B. Mašić, Strategijski menadžment, Univerzitet Singidunum, 2009. Beograd
- [5] M. Milisavljević, Strategijski menadžment, Privredni pregled, 2011. Beograd.
- [6] M. Martinović, Z. Tanasković, Menadžment ljudskih resursa, Visoka poslovno- tehnička škola strukovnih studija, 2020. Užice.
- [7] G. Dessler, Osnovi menadžmenta ljudskih resursa, Data Status, 2018. Beograd.
- [8] D. Torrington, L. Hall, S. Taylor, Menadžment ljudskih resursa, Data, 2019. Beograd.



PREDUZETNIČKI EKOSISTEMI U SRBIJI STARTUP ECOSYSTEMS IN SERBIA

Tiana Anđelković, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, Filipa Filipovića 20, Vranje.*
Gordana Mrdak, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, Filipa Filipovića 20, Vranje.*

Sadržaj – Danas se sve češće govori o preduzetništvu kao faktoru razvoja privrede. U razvijenim zemljama sveta preduzetništvo je veoma visoko rangirano, a broj zaposlenih u privredi apsolutno dominira u odnosu na broj zaposlenih u državnim preduzećima. Cilj ovog rada jeste da se prikaže fenomen preduzetničkih ekosistema, kao sveobuhvatne podrške koja je na raspolaganju svim potencijalnim i mladim preduzetnicima kako bi uspešno sprovedli svoje preduzetničke ideje od invencije do inovacije. U radu će biti prikazan stepen razvoja preduzetničkih ekosistema u Srbiji.

Ključne reči: Preduzetnički ekosistem. Inovativnost. Globalni indeks preduzetničkih ekosistema

Abstract - Entrepreneurship is probably a main factor in the development of the economy. In the developed countries of the world, entrepreneurship is ranked very high, and the number of employees in the economy absolutely dominates in relation to the number of employees in state enterprises. The goal of this paper is to present the phenomenon of entrepreneurial ecosystems, as a comprehensive support that is available to all potential and young entrepreneurs to successfully implement their entrepreneurial ideas from invention to innovation. The paper will show the degree of development of entrepreneurial ecosystems in Serbia.

Key words: Startup ecosystem. Innovation. Global Startup Ecosystem Index

1. UVOD

Privredni rast i razvoj razvijenih zemalja sveta, ali i njihov dugogodišnji opstanak na vrhu liste ukazuje na to da je preduzetništvo zapravo osnovni faktor njihovog uspeha. Zašto je to tako? Pa upravo zbog njihovih kulturoloških karakteristika koje podržavaju privatnu inicijativu. U takvom okruženju postoji institucionalna podrška razvoju preduzetništva, pa je potrebno da se zemlje u razvoju ugledaju upravo na razvijene zemlje.

Prema Statisti u Sjedinjenim Američkim Državama je 2020. godine bilo oko 6,6 miliona malih biznisa koji zapošljavaju više od jednog zaposlenog, odnosno oko 27 miliona malih preduzeća sa jednim zaposlenim (sam preduzetnik - osnivač) [1]. Iste godine je u Srbiji prema Republičkom zavodu za statistiku bilo registrovano 298.279 preduzetnika; 90.106 mikro preduzeća; 12.187 malih preduzeća; 2.716 srednjih preduzeća; odnosno ukupno 403.288 poslovnih subjekata iz domena MSPP [2]. Apsolutni brojevi ne ukazuju na neke bitne činjenice, osim na to da je u Sjedinjenim državama neuporedivo veći broj preduzetnika i malih i srednjih preduzeća, ali ako bi se ovi brojevi uporedili sa brojem stanovnika, dobili bi se vredni pokazatelji koji upravo govore o tome da je preduzetništvo i tek kako zastupljeno u ukupnoj privrednoj strukturi razvijenih zemalja.

S obzirom na očigledan značaj preduzetništva po privredni rast i razvoj, autori smatraju podesnim da za predmet svog rada uzmu ovu temu. U redovima koji slede biće reči o pojmu preduzetničkog ekosistema i razvoju

preduzetničkog ekosistema u Republici Srbiji u poslednjih pet godina.

2. PREDUZETNIČKI EKOSISTEMI

Preduzetnički ekosistem nije isto što i prirodni ekosistem, mada imaju nekih zajedničkih karakteristika [3]. Definicija preduzetničkih ekosistema ima dosta ali svaka od njih kaže da se isti sastoji od velikog broja aktera koji igraju različite uloge u preduzetničkom ekosistemu. Na rad preduzetničkih ekosistema deluje veliki broj faktora, pa samim tim ti akteri ali i faktori utiču na uspeh i razvoj preduzetničkog ekosistema. Svi elementi preduzetničkog ekosistema mogu se grupisati u šest domena: kultura, politika, finansije, ljudski kapital, tržište i institucionalna i infrastrukturna podrška, što se može videti na slici 1 [4].

Reč je o osnovnom modelu preduzetničkih ekosistema, koji je nakon ove osnovne verzije više puta nadograđivan, ali je u osnovi ostao isti. Najnoviju šemu preduzetničkih ekosistema dao je Svetski ekonomski forum (The World Economic Forum). Ova šema proširuje preduzetnički ekosistem za još dve dimenzije a to su obrazovanje i univerziteti kao glavni katalizatori inovacija [5].

Brojni autori međutim kritikuju ovaj osnovni Isenberg-ov model preduzetničkih ekosistema. Kao osnovni nedostatak navode da u ovom modelu nije naveden sam preduzetnik kao osnovna i najjača karika u preduzetničkom procesu. Takođe izostavljena je i konkurencija kao i preduzetnička kultura koje su sastavni činoci poslovanja na globalnom tržištu [6].



Slika 1. Dimenzije preduzetničkog ekosistema.

Jasno je da svi elementi preduzetničkih ekosistema moraju biti jasno povezani, ali ni to nije dovoljno. Potrebno je utvrditi kako i na koji način sve karike u lancu međusobno funkcioniraju kako bi se pronašle najbolje kombinacije faktora i aktera za ostvarenje cilja, a to je podrška razvoju preduzetništva.

Bitan činilac koji govori u prilog razvoju preduzetničkih ekosistema jeste i trend digitalizacije koji je opšteprisutan poslednjih decenija i zahvata sve pore života i posla. Samim tim, danas preduzetnički ekosistemi postaju sve više digitalni preduzetnički ekosistemi koji omogućavaju da se u virtuelnom prostoru organizuje podrška preduzetnicima na najefikasniji način a uz poštovanje osnovnih ekonomskih principa – produktivnosti, ekonomičnosti i rentabilnosti.

Važan faktor razvoja preduzetništva i preduzetničkih ekosistema je i sklonost ka inovacijama. Zemlje u čijim preduzećima se implementiraju inovacije imaju veći bruto domaći proizvod ali i bruto domaći proizvod po glavi stanovnika kao osnovni pokazatelj razvoja neke zemlje. Samim tim što je za razvoj i implementaciju inovacija potrebno da se neki kreativni pojedinac bavi time, jasno je da će inovativnost izaći na videlo kao osnovna karakteristika preduzetnika kao lidera sa vizijom.

3. ELEMENTI I AKTERI PREDUZETNIČKIH EKOSISTEMA

Preduzetnički ekosistem je očigledno izuzetno kompleksan skup komponenti i odnosa koji postoje između aktera i faktora koji opstaju u njemu.

Kao i preduzeća, tako i preduzetnički ekosistemi imaju svoj životni ciklus – imaju svoj početak, rast, zrelost [7]. S obzirom na to da je veliki broj aktera koji učestvuje u procesu preduzetničkog ekosistema i da svi oni imaju neke druge pozicije u različitim razvojnim fazama potrebno je definisati koji su ciljevi i zadaci preduzetničkih ekosistema u različitim razvojnim fazama, odnosno koji su to akteri koji pružaju institucionalnu, formalnu, suštinsku podršku preduzetničkim ekosistemima u različitim fazama životnog ciklusa njihovih preduzetničkih poduhvata.

Ovde se pre svega misli na državu, vladu, različita ministarstva, agencije za finansiranje, akademske institucije, naučno-istraživačke centre, ali i na organizacije za podršku ekosistemima u ranoj fazi rasta kao što su poslovni inkubatori i akceleratori, odnosno u fazi rasta klasteri.

U ranoj fazi rasta valja spomenuti poslovne odnosno inovacione inkubatore i akceleratorne kao osnovne modalitete podrške budućim preduzetnicima. Poslovni inkubatori daju podršku preduzetnicima u fazi ranog rasta i to u pogledu pružanja alata, mentorstva ali i operativne podrške u cilju ostvarenja njihovih preduzetničkih ciljeva [8]. Inkubatori preduzetnicima pružaju mogućnost davanja u zakup poslovnog prostora sa svom neophodnom kancelarijskom opremom po izuzetno povoljnim cenama. Pošto i drugi preduzetnici koriste usluge poslovnih inkubatora, postoji mogućnost učenja na tuđim greškama. Često uz malu nadoknadu, inkubatori završavaju sve administrativne poslove preduzetnicima koji koriste njihove usluge. U slučaju da preduzetnici koriste usluge poslovnih inkubatora imaju mnogo veću stopu uspešnosti u prvim godinama rada. S druge strane akceleratori pružaju dodatne mogućnosti preduzetnicima. Pored svih navedenih usluga koje pružaju inkubatori, akceleratori daju i mogućnost finansiranja preduzetničkih ideja i to kroz pronalaženje potencijalnih investitora ali i kroz direktno finansiranje nekih preduzetnika. Reč je o tzv. seed investicijama koje predstavljaju osnovu iz koje će se preduzeće razvijati.

Klasteri su mreže međusobno povezanih preduzeća, akademskih institucija i potrošača koje su povezane u lancu proizvodnje dodate vrednosti [9]. Pored klasičnih klastera koji se identifikuju kao geografski ograničene grupe povezanih preduzeća postoje i tzv. virtuelni klasteri koji su rezultat primene savremenih informaciono – komunikacionih tehnologija a koji nisu ograničeni geografski.

4. PREDUZETNIČKI EKOSISTEMI U SRBIJI

Srbija je zemlja koja je uprkos tome što ne spada u visokorazvijene zemlje sveta dobro pozicionirana što se tiče indeksa preduzetničkih ekosistema, a koji se svake godine objavljuju na portalu Startup blink. U tabeli 1 dat je prikaz globalnog indeksa preduzetničkog ekosistema za period od 2019 do 2023. godine [10].

Tabela 1. Globalni indeks preduzetničkog ekosistema Srbije za period 2019-2023. godine.

Godina	Pozicija u svetu	Broj gradova rangiranih u prvih 1000	Globalni indeks preduzetničkih ekosistema
2019.	36.	2	9,213
2020.	42.	3	3,614
2021.	53.	2	2,680
2022.	52.	3	4,289
2023.	51.	3	4,424

Startup blink inače računa globalni indeks preduzetničkih ekosistema tako što uzima u obzir tri elementa – kvantitativni, kvalitativni i skor poslovnog okruženja. Zbir ova tri skora čini ukupan skor, koji predstavlja sam globalni indeks preduzetničkih ekosistema. Sve posmatrane zemlje su rangirane prema ukupnom skor, ali i prema svakom pojedinačnom skor koji je naveden, kako bi se utvrdilo kako i na koji način pojedine komponente preduzetničkih ekosistema utiču na poziciju te zemlje u odnosu na druge razvijene i nerazvijene zemlje.

Iz tabele 1. vidi se da je Srbija imala veliki pad globalnog indeksa preduzetničkih ekosistema u 2020. godinu. Ovaj pad Srbija, kao i sve ostale zemlje, kako razvijene tako i nerazvijene, duguje pandemiji izazvanoj virusom Sars-cov-19, koja je zahvatila ceo svet. Celokupna privreda je stala u proleće 2020. godine. Mnoga preduzeća su nažalost propala u ovom periodu, a uspeali su da opstanu samo najjači koji su se snašli, odnosno oni koji su zahvaljujući svojoj inovativnosti uspeali da opstanu uprkos ograničenjima koja su postojala.

Taj pad se zahvaljujući zatvorenosti privrede nastavio i u 2021. godini, pa Srbija pada sa 36. mesta u 2019. godini na 53. mesto u 2021. godini. Ovaj pad se u obe godine ne odnosi samo na pad u rangu, nego i na pad u ukupnom skoru jer bez privredne aktivnosti nije mogao ni da se ostvari veći ukupni skor.

Poboljšanje se oseća tek u 2022. godini, kada se Srbija popela na rang listi za jedno mesto naviše, i kada je došlo do rasta ukupnog skora za skoro 50%. Tim tempom je Srbija nastavila i 2023. godine kada je napredovala za još jedno mesto naviše, ali bez nekih bitnijih promena u skoru, odnosno globalnom indeksu preduzetničkih ekosistema. Ove promene je moguće videti i na slikama br. 2 i 3.



Slika 2. Pozicija Srbije na Startup blink listi za period 2019-2023. godine.



Slika 3. Globalni indeks preduzetničkih ekosistema Srbije za period 2019-2023. godine.

Što se tiče gradova rangiranih u prvih 1000 gradova na svetu po razvijenosti preduzetničkog ekosistema, u Srbiji je u ovom periodu u svakom trenutku bilo dva grada, koja su spadala u ovu grupaciju a to su bili Beograd i Novi Sad. Niš se prvi put pojavio u prvih 1000 gradova na svetu 2020. godine u prvom kvartalu, međutim zbog privredne neaktivnosti koja se desila tokom preostala tri kvartala 2020.

odine i tokom 2021. godine Niš se ponovo spominje tek 2022. i 2023. godine [10].

Prepreke za razvoj preduzetničkih ekosistema u Srbiji su grupisane u tri kategorije – finansije, fiskalni sistem i pristup informacijama i veštinama [11]. Uglavnom srpski preduzetnici imaju problem da pronađu potrebnu količinu kapitala kako bi započeli biznis. Sredstva za početak poslovanja često obezbeđuju tako što prodaju neku svoju imovinu, ili iz uštedevine ili putem pozajmica od rođaka i prijatelja, s obzirom na to da je teško dobiti neki vid komercijalnog kredita. S druge strane obrazovni sistem je tako postavljen da svršeni studenti nakon završetka studija nemaju potrebne veštine i znanja za započinjanje sopstvenog biznisa. Kako je na tržištu dostupno mnoštvo informacija potrebno je iz gomile izdvojiti one informacije koje će dati prave smernice preduzetnicima.

Institucionalna podrška razvoju preduzetništva u Srbiji je na veoma niskom nivou. Neophodno je u narednom periodu povećati stepen podrške preduzetnicima ali i drugim malim i srednjim preduzećima kako bi preduzetnički ekosistemi u budućnosti bili efikasniji i bolje pozicionirani.

5. ZAKLJUČAK

Istraživanje koje je krajem 2018. godine sproveda „Digitalna Srbija“ pokazuje da Srbija pre 2013. godine nije ni imala mogućnost finansiranja startup preduzeća, dok je u desetogodišnjem periodu u startup preduzeća investirano oko 143 miliona evra. Pri tom su dva startup preduzeća u celom preduzetničkom ekosistemu dobila 122 miliona evra, dok su sva ostala startup preduzeća dobila samo 21 milion evra. Čak 45% svih startup preduzeća u Srbiji nije dobilo nikakvu eksternu finansijsku pomoć [12].

Uprkos ovim podacima srpski preduzetnički ekosistem je zaista dobro rangiran u poređenju sa ostalim razvijenim zemljama pa je potrebno na razne načine podstaknuti poboljšanje uslova za pokretanje i uspešno vođenje novih poslovnih poduhvata. Ako uporedimo srpski preduzetnički ekosistem sa preduzetničkim ekosistemom Sjedinjenih Američkih država, možemo uvideti razliku da naši preduzetnici nisu toliko aktivni na društvenim mrežama i ostalim medijumima kao na primer Ilon Mask ili Bil Gejts. Stalnim prisustvom u medijima ovi uspešni ljudi šire priče o svojim počecima ali i uspesima, i na taj način zapravo motivišu ljude da se pomere iz svoje komforne zone u akciju.

LITERATURA

- [1] Statista. (2023). *Number of small businesses (employer and non-employer) in the United States from 1988 to 2020*. Dostupno na: <https://www.statista.com/statistics/257521/number-of-small-businesses-in-the-us/>
- [2] Republički zavod za statistiku. (2023). *Preduzeća po veličini i preduzetnici u Republici Srbiji: 2019-2021*. Beograd, 2023. Dostupno na: <https://publikacije.stat.gov.rs/G2023/Pdf/G20236005.pdf>
- [3] Stam, E., & Spigel, B. (2017). *Entrepreneurial Ecosystems*. SAGE Publications Ltd. Dostupno na: <https://dx.doi.org/10.4135/9781473984080>

- [4] Isenberg, D., (2011). *The entrepreneurship ecosystem strategy as a new paradigm for economic policy: Principles for cultivating entrepreneurship*. Institute of International and European Affairs, 1(781), p.1-13.
- [5] Petković, S. (2021). *Preduzetništvo i inovacije u digitalnoj eri*. Univerzitet u Banjoj Luci, Ekonomski fakultet
- [6] Petković, S., & Kisić, S. (2019). *The necessity of building entrepreneurial ecosystems in the educational system of small post-transition developing economies for the fourth industrial revolution*. Journal of Contemporary Economics, 1(1), 31-55. Dostupno na: <http://dx.doi.org/10.7251/JOCE1901030P>
- [7] Auerswald, P.E., & Dani, L. (2017). *The adaptive life cycle of entrepreneurial ecosystems: the biotechnology cluster*. Small Business Economics Vol. 49, p. 97–117 (2017). Dostupno na: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11187-017-9869-3>
- [8] Ivanović Đukić, M., & Radosavljević, M. (2020). *Preduzetnički proces*. Univerzitet u Nišu, Ekonomski fakultet Niš. p.329
- [9] The Organization for Economic Co-operation and Development [OECD] (2007). *Regional Innovation Reviews: Competitive Regional Cluster: National Policy Approaches*. Dostupno na: <https://www.oecd.org/cfe/regionaldevelopment/38678677.pdf>
- [10] Startup Blink (2019). Startup Ecosystem Rankings 2019-2023. Dostupni izveštaji na sajtu: [Global Startup Ecosystem Index 2023 by StartupBlink](#)
- [11] Bobić, D. (2017). *Preduzetništvo mladih u Srbiji: Mapiranje prepreka za preduzetništvo mladih*. Centar za visoke ekonomske studije [CEVES]. Beograd. Dostupno na: [Mapiranje prepreka za preduzetništvo mladih by Biznis Finansije - Issuu](#)
- [12] Inicijativa Digitalna Srbija (2020). *Startup skener 2019: Kako ide startapima u Srbiji?* Dostupno na: [Startup-skener_2019_SRB.pdf \(dsi.rs\)](#)



ZNANJE KAO STRATEŠKA PERFORMANSA INOVACIJA

KNOWLEDGE AS STRATEGIC PERFORMANCE INNOVATION

Ljiljana Stošić Mihajlović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, Filipa Filipovića 20, Vranje.*

Marija Mihajlović, *Ministarstvo građevinarstva, saobraćaja i infrastrukture Republike Srbije, Nemanjina 22-26, Beograd.*

Sadržaj - u ovom radu biće reči o tome da je savremena ekonomija zasnovana na znanju, uz insistiranje na upravljanje znanjem, što postaje značajna strateška aktivnost menadžera. Inteliktualni kapital postaje glavni faktor u očuvanju i unapređenju, kreiranju i širenju znanja unutar savremene organizacije. Održiva konkurentna prednost savremene organizacije proizilazi iz onoga šta firma zna, koliko efikasno koristi ono što zna i koliko brzo stiže i koristi novo znanje. Između intelektualnog kapitala i performansi organizacije postoji direktna pozitivna veza. Inteliktualni kapital je i u korelaciji s budućim performansama organizacije, a stopa rasta intelektualnog kapitala je u pozitivnom odnosu s performansama organizacije, što je rezultat strateškog upravljanja organizacijom. Organizacija koja uči, koja je u stalnoj potrazi za novim, inoviranim i/ili unapređenim znanjem iz oblasti delatnosti, u realnom vremenu ima uslova, šanse i mogućnosti da ide napred, da raste i razvija se. U savremenim uslovima poslovanja i ekonomiji zasnovanoj na znanju održiva konkurentna prednost na duže staze biće ostvarena u uslovima kada organizacija zauzme trajno opredeljenje da uči, da ulaže u ljude i njihov intelektualni potencijal, da potpomaže potrebu ljudi da stalno istražuju, saznaju i prihvataju nova, potpunija i primenljiva znanja. Ulaganje u intelektualni kapital u kratkom roku, za organizaciju može biti značajan trošak, ali, u dugom roku svako ulaganje u razvoj intelektualnog kapitala – novih saznanja – kako naučnih, opšte teorijskih, tako i praktično primenljivih imaće višestruko pozitivni efekat na buduće poslovanje organizacije. Pozitivna iskustva organizacija to i potvrđuju. Privredna društva koja svoju delatnost zasnivaju upravo na ljudskim saznanjima i naučnim potencijalima imaju preimućstvo, ali važi i obrnuto. Prvenstveno su to kompanije iz oblasti visokih tehnologija, što je opšte poznata stvar. Međutim iskustva takvih organizacija mogu i/ili moraju da budu orijentir za sve organizacije koje nameravaju da budu uspešne na savremenim, vrlo turbulentnim tržištima. Ovo je važno i za one organizacije koje nameravaju da budu lideri u nekoj oblasti ili grani delatnosti. Naime, liderstvo u nekoj oblasti se ne ostvaruje samo na osnovu broja proizvedenih proizvoda, pruženih usluga ili na osnovu broja izvršenih transakcija sa okruženjem. Lider je ona organizacija rada koja se nametne kao organizacija gde preovladava intelektualni kapital. Danas je i u praksi potvrđeno da tek kada ljudi osećaju da su u nekoj organizaciji prijateljski raspoloženi, tek tada i samo tada daju svoj maksimalni doprinos. Dakle, jedino u uslovima potpune slobode, neke naizgled neprihvatljive ideje postižu svoju ekonomsku valorizaciju na tržištu.

Ključne reči: Inteliktualni kapital, menadžment znanja, upravljanje performansama organizacije, poslovna izvrsnost, inovacije

Abstract – In this paper will discuss the fact that the modern economy is based on knowledge, with an insistence on knowledge management, which becomes an important strategic activity of managers. Intellectual capital becomes the main factor in preserving and improving, creating and spreading knowledge within a modern organization. The sustainable competitive advantage of a modern organization derives from what the firm knows, how effectively it uses what it knows, and how quickly it acquires and uses new knowledge. There is a direct positive relationship between intellectual capital and organizational performance. Intellectual capital is also correlated with the future performance of the organization, and the growth rate of intellectual capital is in a positive relationship with the performance of the organization, which is the result of strategic management of the organization. A learning organization, which is constantly searching for new, innovative and/or improved knowledge in the field of activity, in real time has the conditions, chances and opportunities to move forward, to grow and develop. In modern business conditions and an economy based on knowledge, sustainable competitive advantage in the long run will be achieved in conditions when the organization takes a permanent commitment to learn, to invest in people and

their intellectual potential, to support people's need to constantly explore, find out and accept new, more complete and applicable knowledge. Investing in intellectual capital in the short term can be a significant cost for the organization, but in the long term, any investment in the development of intellectual capital - new knowledge - both scientific, generally theoretical, and practically applicable will have a multiple positive effect on the organization's future operations. The positive experiences of organizations confirm this. Businesses that base their activity precisely on human knowledge and scientific potential have an advantage, but the reverse is also true. Primarily, these are companies from the field of high technologies, which is a well-known fact. However, the experiences of such organizations can and/or must be a landmark for all organizations that intend to be successful in modern, very turbulent markets. This is also important for those organizations that intend to be leaders in a field or branch of activity. Namely, leadership in a certain area is not achieved only on the basis of the number of products produced, services provided or on the basis of the number of transactions with the environment. The leader is that work organization that imposes itself as an organization where intellectual capital prevails. Today and in practice, it is confirmed that only when people feel that they are in a friendly mood in an organization, only then and only then do they give their maximum contribution. Therefore, only in conditions of complete freedom, some seemingly unacceptable ideas achieve their economic valorization on the market.

Key words: Intellectual capital, knowledge management, organizational performance management, business excellence, innovation

1. UVOD

Neprimetno savremeni uslovi poslovanja su iz industrijskog doba prešli u doba znanja, u kojem se biznis mora posmatrati iz potpuno nove perspektive, perspektive znanja. Savremena ekonomija se sve manje orjentiše ka prirodnim resursima, a sve više ka znanju koje sama poseduje, ka intelektualnom kapitalu. Savremeni uslovi poslovanja zahtevaju od organizacija, tržišnu konkurenciju, koja je bazirana na znanju. Terminima ekonomske teorije rečeno, potrebno je izgraditi strategiju koja će proizvesti super profit, tj. strategiju koja će efikasnim iskorišćavanjem znanja omogućiti firmi da osvoji konkurentsku prednost [1].

Ušli smo u epohu, koja se zasniva na nematerijalnom, intelektualnom stvaranju vrednosti. Postoji velika razlika između stvaranja dodate vrednosti na bazi znanja i fizički dodate vrednosti. U periodu industrijske ere, masovna proizvodnja je bila dominantan način stvaranja dodate vrednosti, a kapital ključni faktor, koji je uz pomoć velikog broja radnika stvarao vrednost. Veličina novostvorene vrednosti je tada zavisila od kvantiteta, odnosno od količine proizvedenih proizvoda. Danas je situacija potpuno drugačija, a kvalitet i uspeh ekonomije poslovanja direktno zavise od znanja ugrađenog u proizvode ili usluge. Vrednost se u ekonomiji znanja ne stvara kvantitetom proizvedenih proizvoda, već kvalitetom koji stvaraju radnici znanja. Sve ove promene su dramatično promenile prirodu stvaranja vrednosti. Savremena organizacija u eri znanja je ona koja uči, pamti i deluje na osnovu informacija i znanja dostupnog na najbolji mogući način. Promenjen je i pogled na sam proizvod, i sada se on više ne posmatra kroz fizičku vrednost, nego proizvodi i usluge gube vrednost, zastarevanjem znanja koje je u njim ugrađeno. Danas, kupci kupuju novi proizvod, ne zato što prethodni više ne ispunjava svoju funkciju, već zato što novi proizvod sadrži više znanja. Zbog toga, ne zastareva fizička komponenta proizvoda, već njegova nematerijalna komponenta – znanje.

2. POJAM INTELEKTUALNOG KAPITALA

Sam termin intelektualni kapital datira od davnih dana, međutim u kontekstu u kom se pominje u današnjem vremenu prvi put ga koristi John Kenneth Galbreith 1969.

godine u svom pismu Michael Kalecki. Galbreith je verovao da ova forma kapitala ne predstavlja samo statičnu imovinu, već da ima dinamične komponente koje stvaraju vrednost u poslovnoj praksi. Širu upotrebu termina intelektualni kapital, nalazimo posle članka koji je objavio Stewart, juna 1991. godine, u magazinu Fortune pod naslovom „Moć mozga – Kako intelektualni kapital postaje najveća vrednost Amerike“, nakon koga se kao termin usvaja u svetu menadžmenta [2].

„Sve brže i neizvesnije promene u poslovnom okruženju preduzeća naterale su preduzeća da razmisle na čemu će zasnovati svoju konkurentsku prednost i kako će se odupreti konkurenciji. Ubrzo se shvatilo da prednost njihovog preduzeća zavisi od toga šta ono zna, kako upotrebljava to što zna i koliko brzo može naučiti nešto novo. Sposobnost prilagođavanja i učenja preduzeća, neki su autori povezali s novom ekonomskom kategorijom – intelektualnim kapitalom.“ [3]. Intelektualni kapital se može definisati i kao organizaciona sposobnost neke nacije, vlade, korporacije, ili u praksi i nekog društvenog organizma - da stiče i koristi informacije, da proveri okruženje, identifikuje nove pretnje i izazove, kao i da na kreativan način odgovori na nove izazove [4]. Pri tome je važno istaći da je sposobnost organizacije da akumulira i memoriše informacije obično mnogo veća od njene sposobnosti da te iste informacije analizira i ocenjuje. Za razliku od materijalne, opipljive, imovine („Tangible asset“ - zemlja, zgrade, pogoni, oprema i novac) intelektualni kapital predstavlja nematerijalnu, neopipljivu imovinu („Intangible asset“). Izraz "intelektualni kapital" u stvari najslikovitije i najpotpunije predstavlja neopipljive resurse, kao što su know-how, kompetencija, inovativnost, korporativna kultura, timski rad, imidž, lojalnost potrošača. Intelektualni kapital čine:

1. svi zaposleni
2. njihova organizacija
3. sposobnost stvaranja vrednosti koju valorizuje tržište.

Karakteristike intelektualnog kapitala su od presudnog značaja pri stvaranju, pri funkcionisanju, pri održavanju, kao i pri ostvarivanju poslovne profitabilnosti, i diktiraju rast i razvoj organizacije. Faktori ekonomskog razvoja u savremenom dobu su informacije, prostor i vreme, i u skladu s tim,

intelektualni kapital se odnosi, interdisciplinarna, multidisciplinarna, pluridisciplinarna i transdisciplinarna znanja, sposobnosti, umeća, iskustva, kroz informacije koje stvaraju razliku jednih u odnosu na druge, i stvaraju promene i inovacije. To dovodi do toga da intelektualni kapital pojedinca, preduzeća, regije, nacije –predstavlja znanje koje se na tržištu pretvara u vrednost. Ukoliko znanje ne proizvodi novu vrednost, ono ne predstavlja intelektualni kapital. Postoje tri tipa intelektualnog kapitala [5]:

1. Ljudski kapital ili humani kapital (uključuje iskustvo, veštine i sposobnostin ljudi),
2. Strukturni ili interni kapital (uključuje patente, tržišne marke i zaštićena prava, čuvanje znanja u bazama podataka i listama potrošača i dizajn i sposobnosti informacionih sistema)
3. Relacioni, tržišno orijentisan ili eksterni kapital - uključuje profitabilnost i lojalnost potrošača, kao i snagu marke, licenci i franšiza.

Intelektualna imovina može da dostigne 80% do 90% vrednosti akcije, ali njihova vrednost (uzimajući u obzir razliku između tržišne i računovodstvene vrednosti) ostaje pokrivena nevidljivim bilansom stanja. Najrazvijenije ekonomije sveta, više od polovine bruto domaćega proizvoda zasnivaju na znanju. Industrije poput telekomunikacija, računara, softvera, tj. industrije visoke tehnologije, gotovo su udvostručile svoj udeo u outputu u poslednjih dvadesetak godina, dok usluge zasnovane na znanju rastu i brže.

U sadašnjem vremenu globalizacije, znanje ima stratešku ulogu napretka i razvoja. U znanje ulažu i male firme, i velike korporacije, pa i država. U najrazvijenijim zemljama, više od ½ BDP počiva na znanju. Povećanje ulaganja u stvaranje novog znanja u svim naučnim područjima i pretvaranje tog znanja u sveukupni razvoj nužno je ne samo za stvaranje društva temeljenog na znanju već i za poboljšanje nacionalne konkurentnosti, kvaliteta života pojedinca i društva, smanjivanja nesklada na tržištu rada, stvaranja socijalne pravde i povezivanja svih društvenih segmenata. U današnjem globalnom privrednom okruženju moguć je napredak samo onog privrednog sistema koji vrednuje znanje i inovacije te ulaže odgovarajuća sredstva u inovativnost, istraživanja i razvoj. Globalizacijski trendovi povezuju svet informacijski, privredno, tehnološki, tržišno i medijski u celine, u kojima se primenjuju jednaka merila i vrednosni sistemi. Razlike u znanju i njegovoj tehnološkoj primeni postaju glavni činioci koji dele razvijene zemlje od nerazvijenih, bogate od siromašnih, visoki životni standard od niskog. Kada se govori o društvu znanja koje se odražava permanentnim učenjem, misli se na informacijsko društvo u kojem se svaki napredak ostvaruje oplemenjivanjem te širenjem znanja i informacija. Permanentno, naučno-tehnička revolucija i evolucijsko menjanje društva zahtevju da se sve podredi povećanju i produbljivanju čovekovog znanja. Stoga, ono je danas ključni i najvažniji činilac sveukupnog života i delovanja [6].

3. STRATEŠKO UPRAVLJANJE ORGANIZACIJOM I POSLOVNA IZVRSNOST

Preduslov organizacionog funkcionisanja je da poslovni sistem ima postavljene adekvatne ciljeve, strategiju, organizacionu strukturu i performanse. Pošto su resursi prilično ograničeni, a potrebe neograničene, prisutno je neprekidno traganje za najboljim oblikom organizacije. Performanse

doprinosu opstanku i razvoju organizacije, svojom kvantitativnom i kvalitativnom težinom. Performanse se, najčešće, označavaju kao stanje u kome se preduzeće nalazi i stanje koje ono želi da dostigne. To su ostvarenja ili učinci koje preduzeće postiže u različitim oblastima i aspektima poslovanja, u određenom vremenskom periodu. Pored rezultata procesa, autputa, performanse preduzeća se odnose i na osobenost ulaganja tj. inpute neophodne da bi se autputi ostvarili, kao i na osobenost procesa konverzije inputa u outpute“ [7].

Što se tiče kadrova ili ljudskih potencijala uopšte – njihove performanse bi se ogledale u stepenu obrazovanja, kvalifikacijama i stručnosti, veštinama, talentu, vaspitanju, iskustvu u praksi. Sa aspekta ekonomije, performanse zaposlenih bi se ogledale u produktivnosti. Intelektualne performanse preduzeća u najvećoj meri sadržane su u dimenziji učenja zaposlenih i njihovog razvoja. U ovoj dimenziji su, naime, sadržane performanse humanog kapitala (veštine, praktična znanja, formalna edukacija, dodatna obuka, isl.) ali takođe i informacionog kapitala (sistemi i baze podataka), kao i ostalog strukturnog intelektualnog kapitala, koji se naziva organizacioni kapital (kultura, liderstvo, timski rad). Intelektualne performanse preduzeća mogu se identifikovati i delom kroz dimenzije potrošača, a delom i iz dimenzije internih poslovnih procesa. Drugim rečima, intelektualne performanse se mogu identifikovati ukoliko se kroz dimenziju internih poslovnih procesa reflektuju dobavljači i zajednica, odnosno odnosi sa ovim stejkholderima.

Prema Krstiću i Sekulić, kao performansa intelektualnih resursa mogu se uzeti, broj prijavljenih patenata ili tehnološka aktuelnost patenata u portfoliju, ali kao performanse upotrebe ovih resursa mogu se uzeti efekti u prihodu od datih licenci za korišćenje patentom zaštićenih tehnologija (izuma) [8]. U skladu sa životnim ciklusom organizacije i bitnim makroekonomskim efektima, utvrđuju se performanse organizacije kao paralela, srodnim konkurentskim organizacijama, u odgovarajućim periodima poslovanja [9].

Proces upravljanja performansama preduzeća i obuhvata sledeće faze: 1) planiranje performansi - definisanje njihovih ciljnih nivoa, 2) merenje ostvarenih performansi, 3) analizu i izveštavanje o performansama, 4) determinisanje mera za unapređenje performansi .

4. UPRAVLJANJE INTELEKTUALNIM KAPITALOM

Menadžment intelektualnim kapitalom i menaxment znanja predstavlja identifikaciju, optimizaciju i aktivno upravljanje intelektualnim sposobnostima, bilo u obliku eksplicitnog znanja sadržanog u veštačkim izvorima ili u obliku implicitnog znanja sadržanog u samim pojedincima ili zajednicama. Eksplicitno znanje nastaje iz različitih izvora i lako se može kodifikovati u dokumente, procese ili praksu (uključuje sve sazajne nivoe koji se mogu pretvoriti u vizuelnu prezentaciju, reči ili brojeve). Sa druge strane, implicitno znanje je ugrađeno u ljudsko iskustvo i rad. Ono se teško može registrovati i dokumentovati i odnosi se na lična znanja ugrađena u iskustvo u obliku pravila, vrednosti i intuicije. Optimizacija eksplicitnog znanja postiže se konsolidovanjem njegovih veštačkih izvora i obezbeđivanjem uslova za nesmetano korišćenje, dok se optimizacija implicitnog znanja postiže formiranjem zajednica za razmenu i povećanje njegovog kvantuma. To znači, da organizacija koja maksimalno

želi da iskoristi znanje koje poseduje, mora upravljati pomenutim komponentama i njihovom međusobnom interakcijom, čiji je cilj pokretanje inovacija u organizaciji.

Intelektualni kapital je najvažniji izvor konkurentske prednosti, što diktira menadžmentu intenzivno strategijsko upravljanje istim. Neki od dominantnih razloga upravljanja intelektualnim kapitalom su: procenjivanje vrednosti preduzeća, povećanje nivoa organizacionog znanja, kontrola efikasnosti organizacije za ostvarivanje svojih ciljeva, aktivnosti istraživanja i razvoja, prikupljanje bitnih informacija za aktivnosti poslovne transformacije preduzeća usmeravanje pažnje na programe inovacije znanja (edukacije, obuke). Proces upravljanja intelektualnim kapitalom ima sledeće faze:

Faza 1. Razviti svest o važnosti tog resursa.

Faza 2. Vizualizovati i kategorizovati intelektualni kapital preduzeća.

Faza 3. Odrediti način upravljanja ključnim faktorima.

Faza 4. Uspostaviti merni sistem za performansu intelektualnog kapitala.

Faza 5. Uvesti novi sistem izveštavanja.

Sposobnost kompanija da na pravi način iskoriste svoje nematerijalne resurse, postala je mnogo značajnija u odnosu na investiranje i upravljanje fizičkom imovinom. Upravljanje znanjem utiče na poboljšanje performansi zaposlenih, što predstavlja izuzetno važan faktor u ostvarivanju konkurentske prednosti organizacije, te je stoga znanje koje doprinosi ostvarivanju osnovnih ciljeva preduzeća neophodno posmatrati kao nezamenljiv strateški resurs preduzeća. U novoj globalnoj informacionoj ekonomiji znanje dobija ulogu veću, nego ikada pre. Ono postaje presudan strateški faktor razvitka. Pojedinci, preduzeća i države koje u njega intenzivno ulažu, koji se njime koriste i na odgovarajući način vrednuju, postaju globalni dobitnici. I obratno, svi oni koji ga marginalizuju, zaostaju i gube „veliku trku“ [10]. Najrazvijenije ekonomije sveta, više od polovine bruto domaćeg proizvoda zasnivaju na znanju.

5. ZAKLJUČAK

Menadžment organizacionim performansama u poslovnom sistemu povezuje ljude sa organizacijom ali i profitom. Ono započinje razumevanjem šta se podrazumeva pod ekonomskim uspehom preduzeća, a zatim obezbeđuje da svako u preduzeću efikasno radi kako bi se ostvario uspeh. Upravljanje performansama obuhvata sve one aspekte upravljanja koji su dizajnirani da poboljšaju efikasnost i efektivnost pojedinaca i organizacije. Otuda, osnovna svrha upravlja performansama je razvoj potencijala zaposlenih, kako bi poboljšali svoje performanse i, kroz povezivanje individualnih ciljeva sa poslovnim strategijama, unapredili performanse organizacije preduzeća. Ekonomski sistem se može definisati kao skup metoda i standarda usvojenih od strane kompaniju koja će joj omogućiti da odluči organizovati distribuciju ograničenih ekonomski resursi da zadovolje neograničeno ljudske potrebe. Alternativno, "ekonomski" sistem "odnosi se na organizacionu strukturu i proces kroz koje društvo čini svoj proizvod i procesne odluke. Kreiranje i promena njihov ekonomski sistem, svako društvo bira između alternativnih ciljeva i alternativne odluke.

Savremeno poslovanje obeleženo je ekonomskom neizvesnošću, izraženom fluktuacijom kvalifikovanih kadrova, globalnom konkurencijom i jedini postojani element

u modernom privrednom okruženju je promena. U takvim uslovima, preduzeće ne može opstati na tržištu bez stručnog menadžmenta, veštih radnika i adekvatnih metoda za upravljanje znanjem svih zaposlenih, kao i za primenama najsavremenije tehnologije. Smatra se da je jedan od najznačajnijih razloga za to globalizacija ekonomije i proširenje konkurentske tržišta rada, proizvoda i usluga. Izuzetna brzina tržišnih i tehnoloških promena nameće potrebu za što fleksibilnijim poslovanjem, pa je neophodno adekvatno upravljanje promenama, kako bi se na što bolji način poslovanje prilagodilo dinamičnom okruženju. Način na koji preduzeće upravlja svojim ljudskim resursima, u velikoj meri može pomoći kreiranju i održavanju konkurentske prednosti, jer zapravo oni predstavljaju intelektualni kapital koji kreiranjem inovacija i znanja omogućava diferencijaciju preduzeća u kompetitivnom tržišnom okruženju. Kako se tržišta šire, neizvesnost raste, tehnologije se razvijaju, konkurencija se povećava i jača, proizvodi i usluge brzo zastarevaju i nestaju sa tržišta, uspešne kompanije karakterišu njihova sposobnost da permanentno kreiraju nova znanja, da ih brzo rašire na sve nivo organizacije i ugrade u nove tehnologije, procese, proizvode i usluge. Jedini, glavni i osnovni mehanizam za postizanje poslovne izvrsnosti u savremenom svetu jeste kontinuirano ulaganje u znanje i menadžment znanjem.

LITERATURA

- [1] T. Davenport and L. Prusak *Working Knowledge, How Organizations Manage What They Know*, Harvard Business School Press, 2000.
- [2] K. Sveiby *Intellectual capital and knowledge management*, dostupno na www.sveiby.com.
- [3] M. Biljan-August and P. Jakovac, The importance of ICT – overview on IT literacy, *Proceedings of the 32nd International convention on information and communication technology, electronics and microelectronics: Vol. IV: Computers in Education: CE/*, 2009.
- [4] B. Inić i M. Kukrika, Kako biti konkurentan na globalnom tržištu“, *Menadžment znanjem i intelektualnim kapitalom, Kvalitet, Poslovna politika*, br. 9-10, Beograd, 2003.
- [5] Ž. Pržulj, *Menadžment ljudskih resursa*, Institut za razvoj malih i srednjih preduzeća, Beograd, 2002.
- [6] A. Pulić i D. Sundać, *Intelektualni kapital*, IBCC, Rijeka, 1998.
- [7] B. Krstić i V. Sekulić, *Upravljanje performansama preduzeća*, Ekonomski fakultet u Nišu, 2013.
- [8] A. Pešalj, *Merenje uspešnosti preduzeća - tradicionalni i savremeni koncepti*. Beograd: Centar za izdavačku delatnost Ekonomskog fakulteta u Beogradu, 2006.
- [9] S. Čabrilo, *Istraživanje indikatora za merenje intelektualnog kapitala u organizacijama* (Doktorska disertacija), Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2008.
- [10] Lj. Stošić-Mihajlović, Conditionality economic policy and economic system. *Journal of Process Management. New Technologies*, International, 3(1), 76- 83.) and Vol. 5, pp. 13-29, No 4, 2017.



ULOGA I ZNAČAJ ZDRAVE HRANE U ISHRANI DECE ŠKOLSKOG UZRASTA THE ROLE AND IMPORTANCE OF HEALTHY FOOD IN THE NUTRITION OF SCHOOL-AGE CHILDREN

Jelena Marković, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, Filipa Filipovića 20, Vranje*
Tijana Milanović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, Filipa Filipovića 20, Vranje*
Tiana Anđelković, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, Filipa Filipovića 20, Vranje*

Sadržaj – *Hrana je jako bitna za sve ljude na svetu. Bilo da je hrana biljnog ili životinjskog porekla, mora da bude pripremljena na adekvatan način. Pošto se živi u vremenu, kada ljudi nemaju puno vremena da pripremaju hranu, prinuđeni su da koriste gotovu hranu iz kesica, prženu hranu, hranu pripremljenu na roštilju, nedovoljno termički obrađenu. Ovakva hrana je sve samo ne zdrava hrana. Kako bi ljudi pojeli zdrav obrok, prvo moraju da imaju određeno znanje o tome šta je zdravo a šta ne. U ovom radu prikazani su rezultati anonimne ankete učenika uzrasta od 8 do 10 godina, kako bi se videlo da li su upućeni o tome šta je Zdrava hrana, da li jedu zdrave obroke. Anketa je sadržala 20 pitanja, na koja je trebalo da se odgovori odgovorom sa DA, NE I MOŽDA.*

Ključne reči: zdrava hrana, karakteristike, značaj i uloga

Abstract - *ood is very important for all people in the world. Whether the food is of vegetable or animal origin, it must be prepared in an adequate way. Since we live in a time when people do not have much time to prepare food, they are forced to use ready-made food from bags, fried food, food prepared on the grill, insufficiently thermally processed. This kind of food is anything but healthy food. In order for people to eat a healthy meal, they must first have some knowledge of what is healthy and what is not. This paper presents the results of an anonymous survey of students aged 8 to 10 years old, in order to see if they were informed about what Healthy food is, if they eat healthy meals.... The survey contained 20 questions, to which they were supposed to is answered with yes, no and maybe.*

Key words: healthy food, characteristics, importance and role

1. UVOD

Vrsta hrane koju konzumiramo je veoma važna, jer ne samo da utiče na naše zdravlje, već utiče i na zdravlje naše planete.

Izbor hrane koju jedemo, direktno utiče i na poljoprivredu i na prehrambenu industriju. Svako od nas može svojim navikama u ishrani i izborom zdrave hrane da utiče na sopstveno zdravlje, ali i na zdravlje čitave planete.

Na trenutak svako treba da razmisli o tome da li se zaista zdravo hrani i da li ima redovne i kvalitetne obroke. Možda je došao pravi trenutak da ljudi promene navike u ishrani, jer "mi smo ono što jedemo".

Zdrava hrana je osnov zdravlja, zdravlje je osnov sreće. Da bi zdrava hrana bila zdrava mora biti i raznovrsna. [1]. 4 su osnovne grupe sirovina koje čine zdravu hranu: Ugljeni hidrati i žitarice, Voće i povrće, Proteini, Masti

Hipokrat je jednom rekao, „Neka vam hrana bude lek, a lek vama hrana“. Iako je ova izjava kontroverzna, njena suština i danas zvuči ispravno: jedite ono što vas hrani i fizički i mentalno.

Hrana u budućnosti neće biti samo u funkciji zadovoljenja gladi, već će sve više preuzimati ulogu i kad je u pitanju doprinos poboljšanju ukupnog zdravlja i stanja organizma.

Zdrava hrana, treba nastojati da spreči bolesti putem jačanja imunološkog sistema [2].

Prehrambena industrija će na nove potrebe odgovoriti plasmanom proizvoda sa dodatim hranljivim sastojcima koji mogu da podrže imunološku funkciju i celokupno zdravlje, kao što su cink, selen, vitamin C i vitamin D.

Tradicionalni način proizvodnje hrane doprinosi održivom razvoju

Proizvodi pripremljeni na tradicionalni način su mnogo ukusniji, prirodniji, bez konzervansa, aditiva, boja.

Prednost ekološkoj održivosti

U poslednje vreme ljudi sve više daju prednost hrani čija proizvodnja nanosi najmanje štete po okolinu.

Ako je reč o namirnicama životinjskog porekla, potrošači mogu da daju prvenstvo piletini u odnosu na govedinu, jer se pokazuje da je uzgoj ovih životinja ne nanosi mnogo štete okruženju.

Drugi će se opredeliti da biljnim obrocima zamene meso, nekoliko puta nedeljno.

Prognoze su da će hrana poput hamburgera i kobasica koji sadrže 50% mesa i 50% sastojaka na biljnoj bazi polako da

preuzima primat. Očekuje se porast popularnosti, recimo, mešane pljeskavice, napravljene od govedine i biljnih proteina grašk.

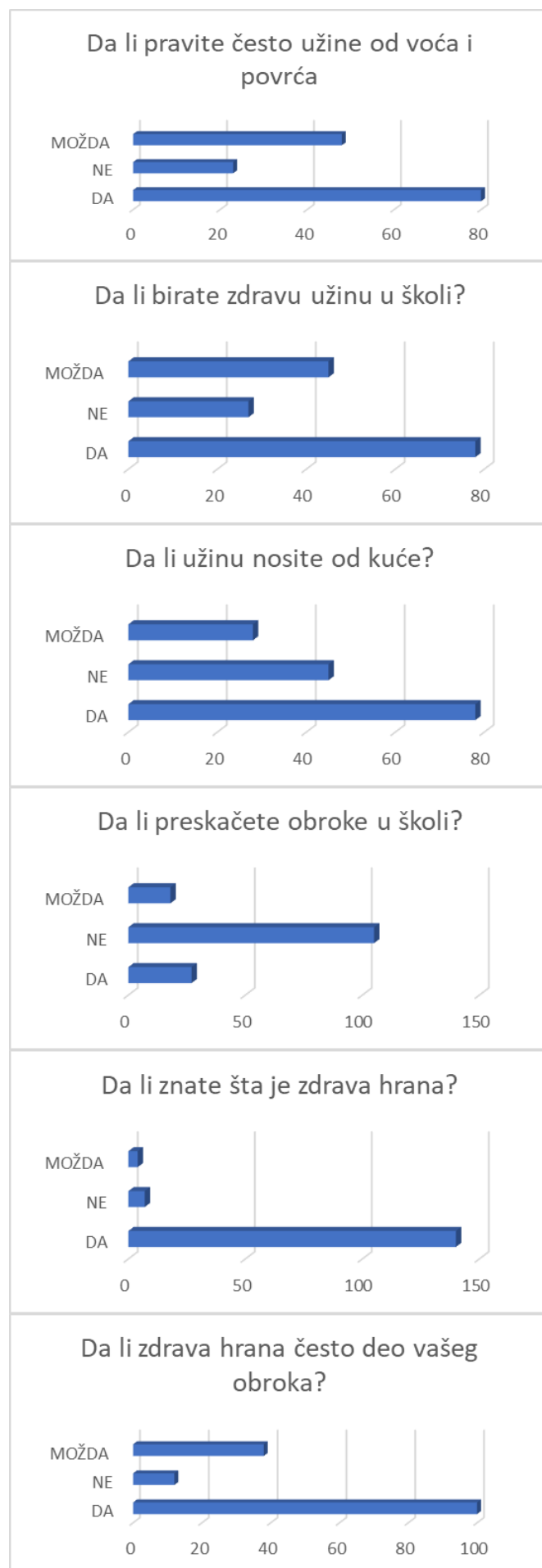
Belo brašno sve manje se preporučuje u ishrani ljudi.

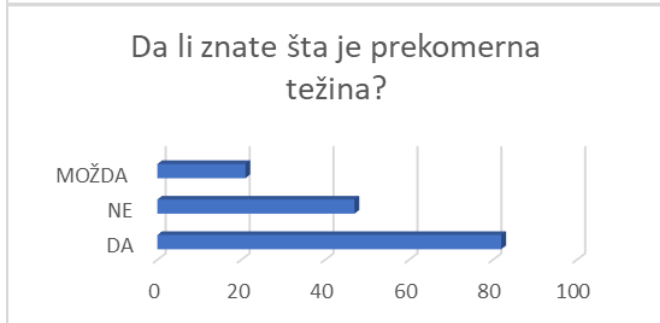
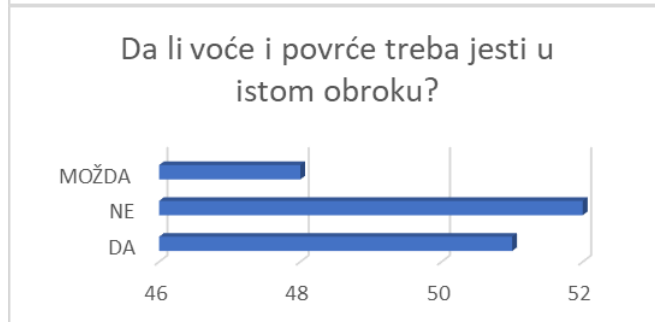
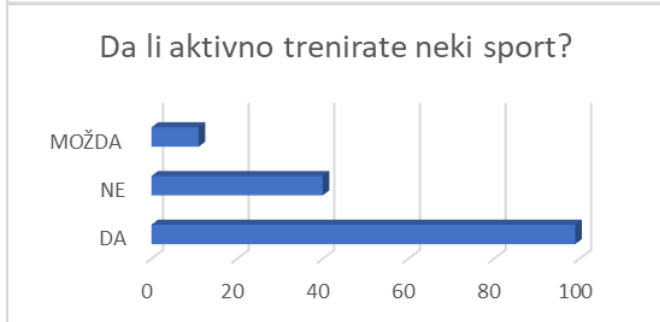
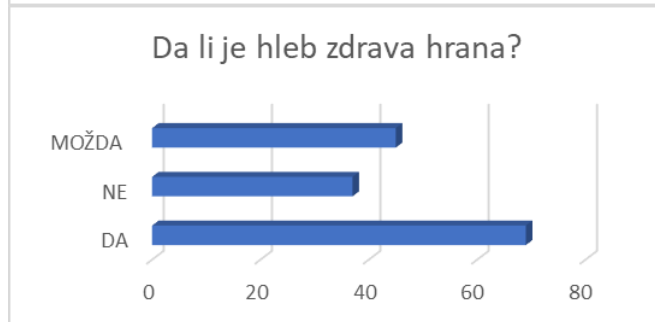
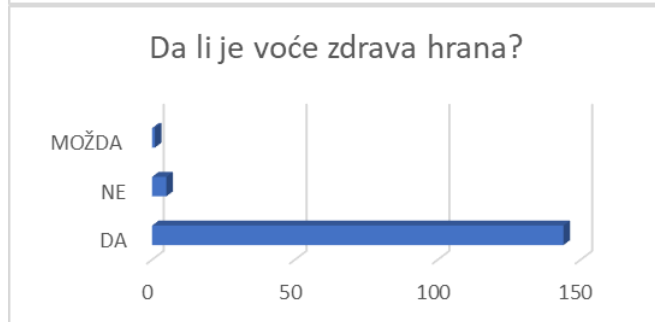
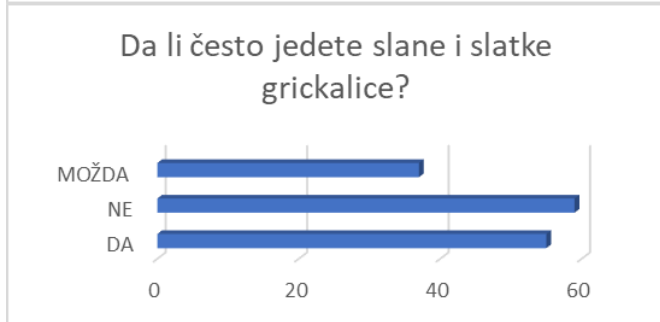
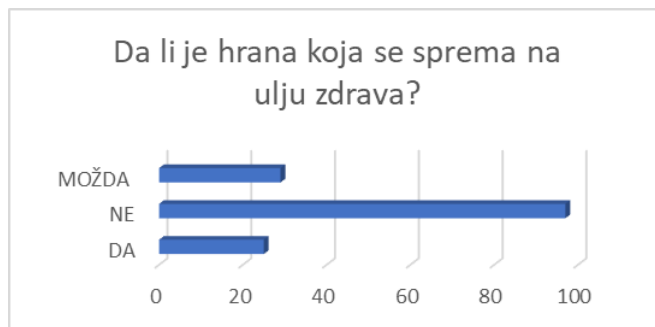
Poslednjih godina sve su češće zamene za brašno brašno od badema, sočiva, heljde, spelte i sličnih, brašno od karfiola, brašno od banane i kokosovo brašno, kao alternativa ili novi sastojak u vašim jelima [3].

2. METODOLOGIJA

U radu je izvršeno anonimno anketiranje učenika nižih razreda osnovne škole Vuk Karadžić u Vranju na temu "Zdrava hrana". Anketa je urađena s ciljem da se vidi koliko su deca uzrasta od 8 do 10 godina upoznata sa konzumiranjem zdrave hrane i obrocima pripremljenim na zdrav način. Odrasli, a i deca izloženi su trendu uzimanja gotovih jela, nezdravih obroka, hrane u prodavnicama brze hrane, konzumiranje grickalica, koje mogu da prouzrokuju mnoge bolesti i oboljenja [4]. Anketa sadrži 20 pitanja, sa odgovorima DA, NE, MOŽDA.

150 učenika/ispitanika je popunilo anketu. Na sledećim grafikonima prikazani su rezultati ankete po pitanjima kako su ispitanici popunili.





Na osnovu rezultata prikazanih u datim grafikona može se reći da su deca upućena u prednosti zdrave hrane, da znaju šta je zdravo a šta nije, jer je 90% ispitanika odgovorilo odgovorom DA. Jedino ima velikog odstupanja od odgovora DA na pitanja Da li često pijete sokove, Da li često jedete slane i slatke grickalice, Da li voće i povrće treba jesti u istom obroku, 100% je odgovor bio NE. Za pohvalu je što ispitanici znaju da voće i povrće ne treba jesti u istom obroku, ali je situacija zabrinjavajuća što mala deca mnogo

konzumiraju sokove i jedu slane i slatke grickalice. Te navike treba promeniti i podići svest kod dece svakodnevnim razgovorom o tome šta treba jesti a šta ne.

Vrlo mali broj odgovora bio je sa MOŽDA, oko 40%.

3. ZAKLJUČAK

Kako bi sačuvali svoje zdravlje, treba preventivno koristiti zdravu hranu, zdrave obroke. Iz tog razloga potrebno je primeniti sledeće savete:

- Meso se zamenjuje ekološki prihvatljivijim alternativama kao što su pečurke, protein graška i povrće.
- Pljeskavice, mleveno meso, sir kobasice teško je razlikovati od pravog mesa.
- Hrana bez aditiva meša se sa lokalnom hranom i prirodnim sastojcima kako bi bila što zdravija i održivija.
- Treba smanjiti količinu šećera u hrani, a iskoristiti povrće se kao zaslađivač u jelima.
- Jestiti što više svežeg voća.
- Termički preraditi sirovine od mesa
- Manje konzumirati hranu i jela sa roštilja
- Jestiti kuvanu hranu – izbegavati prženu hranu

Zdrave namirnice, [5] od kojih može da se napravi zdrav i kvalitetan obrok:

- ✓ Sve vrste voća i povrća (gledajte da ne jedete voće i povrće u istom obroku i izbegavajte sušeno kandirano voće).
- ✓ Prvenstveno treba unositi integralne i bezglutenske žitarice (pirinač, heljda, kino, amarant). Dakle, najbolje je jesti što starije sorte njihovog semena.
- ✓ Ključ i suvi pivski kvasac.

✓ Mahunarke (pasulj, grašak, boranija, kikiriki, naut – sirova leblebija, soja, sočivo).

✓ Proizvodi od soje (tempeh, tofu sir, sojin jogurt, pašteta od soje). Slobodno ih možete kupiti u bolje snabdevenim zdravim hranama, jer se u njima uglavnom prodaje organska soja, što će uvek biti jasno istaknuto na njihovoj deklaraciji. Čitajte uvek deklaracije i ne kupujte GMO soju! Ne treba preterivati sa unošenjem soje (dovoljno je imati samo jedan takav obrok dnevno).

Primer zdravog obroka: Ovsene pahuljice sa voćem, orašastim plodovima i semenjem. Najviše treba jesti sveže voće za doručak (oko 60-70%), zatim orašaste plodove sa semenkama (oko 20-30%) i na kraju idu žitarice (oko 15%) i superhrana (1-2%). Doručak nikako ne preskakati doručak Obavezan ručak (Mahunarke i integralni pirinač) Večera posle 19h NE (Intergalni hleb i namaz od povrća) Pijte što više tečnosti u toku dana umesto grickalica [6].

LITERATURA

- [1] Stevanović R. Vićanović D., *Izvori zdrave hrane*, Misterije, Beograd, 1988
- [2] Novaković B., Jusupović F, *Ishrana i Zdravlje*, Medicinski fakultet, Novi Sad, Novi Sad, 2014.
- [3] Nazarov G., *Tajne pravilne ishrane II deo*, Goja Beograd 2008.
- [4] Kocijančić M., Kocijančić R., *Enciklopedija zdrave ishrane I*, Verzal press, Beograd, 1999.
- [5] Šupe A. Istine i laži o hrani, Psihopolis institut, Novi Sad, 2013.
- [6] Jokić N., *Pravilna ishrana i pripremanje hrane*, Vojnoizdvački zavod i IP Prosveta, Beograd, 1988.

TEHNOLOŠKI POSTUPAK REZANJA PLOČA IVERICA NA HORIZONTALNOM FORMATIZERU UZ MERENJE PARAMETARA OBRADE

TECHNOLOGICAL PROCEDURE OF PLYWOOD CUTTING ON A HORIZONTAL FORMATIZER WITH MEASUREMENT OF PROCESSING PARAMETERS

Damjan Stanojević, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje,
Filipa Filipovića 20, Vranje.*

Branislav Dimitrijević, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje,
Filipa Filipovića 20, Vranje.*

Sadržaj - U ovom radu obrađen je postupak merenja snaga koje su se javljale tokom rezanja šest vrsta ploča iverice. Rezane su ploče iverice različitih fizičkih i mehaničkih svojstava kako bi se mogla naći određena korelacija sa snagama rezanja tj. kako bi se mogao odrediti uticaj vlažnosti, gustine i savojne čvrstoće ploča na snage rezanja. Merenje snaga rezanja izvršeno je u radionici Šumarskog fakulteta u Beogradu, merenje vlažnosti i gustine u laboratoriji za ispitivanje ploča iverica, a određivanje savojne čvrstoće izvršeno je u laboratoriji za ispitivanje svojstava drveta. Tokom rezanja menjane su brzine pomoćnog kretanja kako bi se odredio uticaj režima obrade na snagu rezanja.

Ključne reči: Snaga rezanja, kružna testera, oplemenjena iverica

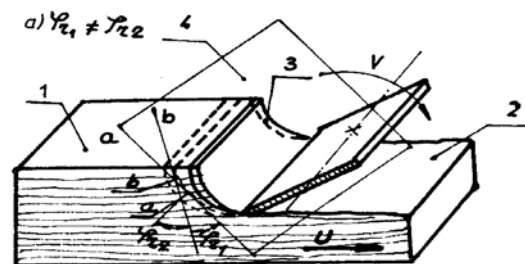
Abstract - This paper deals with the process of measuring the forces that occurred during the cutting of six types of chipboards. Chipboard panels with different physical and mechanical properties were cut in order to find a certain correlation with the cutting forces, i.e. in order to be able to determine the influence of humidity, density and flexural strength of the plates on the cutting forces. Cutting strength was measured in the workshop of the Faculty of Forestry in Belgrade, humidity and density were measured in the chipboard testing laboratory, and flexural strength was determined in the wood properties testing laboratory. During cutting, the speeds of the auxiliary movement were changed in order to determine the effect of the machining mode on the cutting power.

Key words: Cutting power, circular saw, refined chipboard

1. UVOD

Proces rezanja drveta sačinjen je iz četiri nerazdvojne celine [7]. Prva je obradak (vrsta drveta, vlažnost, gustina, temperatura, dimenzije, čvrstoća itd.). Drugu celinu čine uslovi rezanja (oni predstavljaju skup faktora koji neposredno utiču na obradak, alat i uređaj i oni su neophodni za izvođenje procesa rezanja). Treća celina je mehanizam rezanja (glavno kretanje, pomak, snage rezanja, performanse motora itd.). Četvrtu celinu predstavlja alat (broj sečiva, vrsta materijala, geometrija itd.).

Cilj našeg istraživanja bio je da se pokaže uticaj sadržaja vlažnosti, zapreminske mase i savojne čvrstoće ploče iverice, kao i brzine pomoćnog kretanja na srednje snage rezanja. Na slici 1 dat je slučaj složenog rezanja gde alat izvodi kružno kretanje. Pošto rezni element rotira to se ugao između ravnih rezanja i pravca prostiranja vlakana ϕ stalno menja za vreme dok je sečivo u kontaktu sa predmetom obrade (vidi primer slika 1).



Slika 1. Složeno rezanje kada rezni element rotira: a - trag ravni rezanja u tački a, b – trag ravni rezanja u tački b, 1 – obrađivana površina, 2 – obrađena površina, 3 – površina rezanja, 4 – ravan rezanja (Kršljak, 1996.).

2. MATERIJAL I METOD RADA

U radionici Šumarskog fakulteta u Beogradu vršeno je ispitivanje snaga rezanja pri rasecanju različitih tipova ploča iverica tj. ploča iverica različitih fizičkih i mehaničkih svojstava. Cilj istraživanja bio je pokazati kako vlaga, gustina i savojna čvrstoća ploča utiču na snage potrebne za rezanje.

Rezano je šest vrsta ploča koje su obeležene slovima A, B, C, D, E i F (vidi primer slika 2). Ploče A, B i C su oplemenjene, a ploče D, E i F su sirove iverice. Dimenzije obradaka su 500 x 500 x 18 mm.



Slika 2. Materijal za rezanje.

Tehnološka operacija rezanja ploča vršena je na kombinovanoj mašini MINIMAX 410 K (vidi primer slika 3).

Alat kojim je vršeno rezanje bila je kružna testera prečnika $D = 250$ mm, debljine $s = 3,2$ mm i sa brojem sečiva $z = 80$ (vidi primer slika 4).

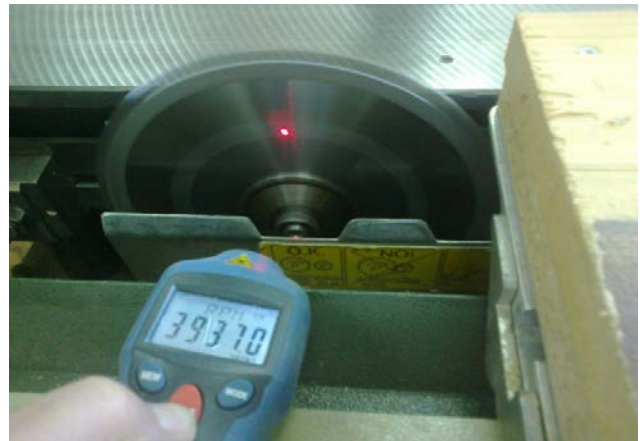


Slika 3. Kombinirka MINIMAX 410 K.



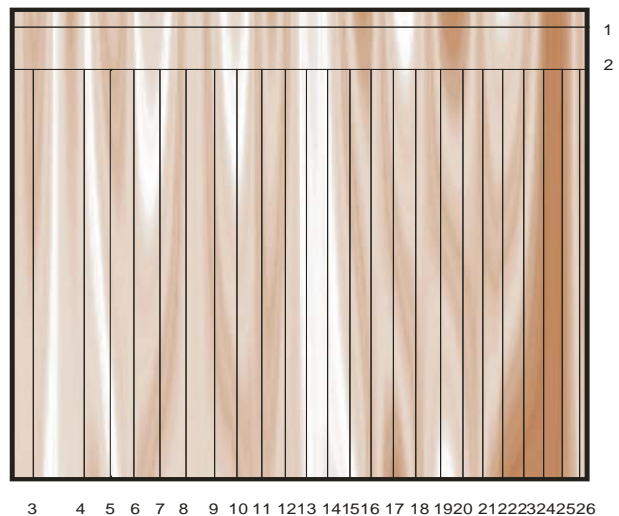
Slika 4. Alat kojim je vršeno rezanje ploča

Svaka od ploča rezana je po tri režima obrade. Uzeta je jedna zajednička brzina testere za svaki od režima obrade koja je iznosila 3937 o/min (vidi primer slika 5) i tri brzine pomaka koje su iznosile 4,1 m/min, 8 m/min i 16,1 m/min.

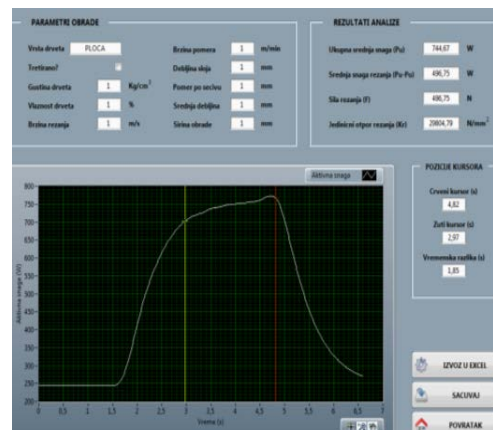


Slika 5. Određivanje brzine testere.

Svaka od ploča rezana je po 26 puta (vidi primer slika 6). Prvih devet rezova vršeno je po prvom režimu obrade (4,1 m/min), sledećih sedam rezova (od 10. do 16.) vršeno je po drugom režimu obrade (8 m/min), a preostalih 10 rezova (od 17. do 26.) vršeno je po trećem režimu obrade (16,1 m/min).



Slika 6. Šema rezanja ploča.



Slika 7. Dijagram kretanja snage rezanja u W.

Pri svakom rezu vršeno je merenje snage rezanja pomoću softverskog paketa Power Expert. Svaki rez prati dijagram koji predstavlja grafički prikaz kretanja snage potrebne za rezanje (vidi primer slika 7). Ovaj softver takođe omogućuje očitavanje srednje snage rezanja.

Ploča E – 383,5333 W
Ploča F – 330,8356 W

3. REZULTATI I DISKUSIJA

U tabeli 1 date su prosečne vlažnosti i gustine uzoraka dobijene gravimetrijskom metodom, nakon merenja mase epruveta u sirovom stanju i mase epruveta u apsolutno suvom stanju vlažnosti tj. posle sušenja u sušnici.

Tabela 1. Vlažnost i gustina epruveta.

	Prosečna vlažnost epruveta [%]	Prosečna gustina u vlažnom stanju [g/cm ³]	Prosečna gustina u aps. suvom stanju [g/cm ³]
Ploča A	7,1025	0,67275	0,652
Ploča B	7,2225	0,65075	0,628
Ploča C	6,1125	0,728	0,7145
Ploča D	7,4125	0,61325	0,59125
Ploča E	7,2425	0,6745	0,66025
Ploča F	7,6775	0,6245	0,5995

U tabeli 2 date su vrednosti savojne čvrstoće, modula elastičnosti, maksimalne sile savijanja i maksimalnog ugiba epruvete dobijene ispitivanjem uzoraka u laboratoriji za ispitivanje svojstava drveta.

Tabela 2. Vrednosti savojne čvrstoće, modula elastičnosti, maksimalne sile savijanja i maksimalnog ugiba epruvete.

Ploča	Savojna čvrstoća ζ (Mpa)	Modul elastičn. E_c (Mpa)	max.sila savijanja F_{max} (N)	max. ugib epruvete D_{max} (mm)
A	22,205	3332,8	645,05	5,427
B	16,26	3491,3	506,35	8,547
C	40,91	4999	1224,55	13,756
D	9,935	2116,715	331,85	8,3
E	12,945	2715,245	395,4	9,245
F	9,02	2027,88	276,1	9,08

• Srednja snaga rezanja iznosila je:

I režim obrade: Ploča A – 341,7889 W
Ploča B – 348,1089 W
Ploča C – 417,0522 W
Ploča D – 321,43 W

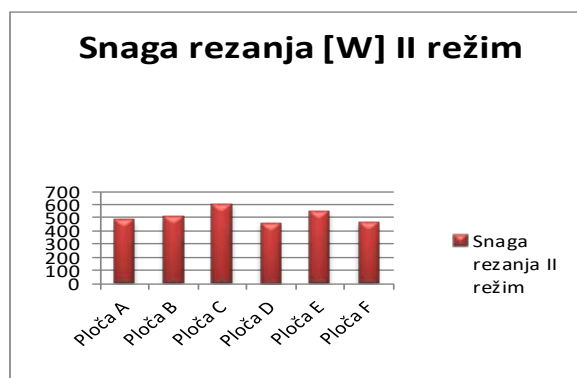
Dijagram 1. Snaga rezanja i režim obrade.



Kod rezanja po I režimu obrade najveća snaga bila je potrebna za rezanje ploče C (417,0522 W). To je ploča oplemenjena ultrapasom, sa najmanjim sadržajem vlage (6,1125 %), najvećom gustinom (0,728 g/cm³) i najvećom savojnom čvrstoćom (40,91 MPa). Najmanja snaga bila je potrebna za rezanje ploče D (321,43 W). To je sirova iverica sa drugom po veličini vlagom (7,4125 %), najmanjom gustinom (0,61325 g/cm³) i pretposljednjom po veličini savojnom čvrstoćom (9,935 MPa).

II režim obrade: Ploča A – 479,9257 W
Ploča B – 502,2586 W
Ploča C – 603,2614 W
Ploča D – 453,5171 W
Ploča E – 546,6686 W
Ploča F – 465,3917 W

Dijagram 2. Snaga rezanja II režim obrade



Kod rezanja po II režimu obrade najveća snaga je takođe bila potrebna za rezanje ploče C (603,2614 W). Druga snaga po veličini bila je potrebna za rezanje ploče E (546,6686 W). To je neoplemenjena ploča iverica sa skoro najvećom vlagom među uzorcima (7,2425 %), drugom po veličini gustinom (0,6745 g/cm³) i najvećom savojnom čvrstoćom među neoplemenjenim ivericama. Treća snaga po veličini bila je potrebna za rezanje ploče B (502,2586 W), četvrta snaga po veličini bila je potrebna za rezanje ploče A (479,9257 W),

peta snaga za rezanje ploče F (465,3917 W) i poslednja snaga po veličini, isto kao i pri I režimu obrade, bila je potrebna za rezanje ploče D (453,5171 W).

III režim obrade: Ploča A – 599,699 W
 Ploča B – 636,678 W
 Ploča C – 746,693 W
 Ploča D – 563,551 W
 Ploča E – 661,216 W
 Ploča F – 601,474 W

Dijagram 3. Snaga rezanja III režim obrade.



Kod rezanja po trećem režimu obrade najveća snaga je takođe bila potrebna za rezanje ploče C (746,693 W), a najmanja isto kao i pri I i II režimu obrade za rezanje ploče D (563,551 W).

4. ZAKLJUČAK

U ovom radu prikazan je jedan eksperiment u kome je ispitivan uticaj režima obrade, vlažnosti, gustine i savojne čvrstoće na snage koje su potrebne za rezanje ploča iverica.

Što se tiče režima obrade, ploče su rezane po tri režima i to tako što je uzeta jedna brzina glavnog kretanja ($v=51,51$ m/s) i tri brzine pomaka ($u_1=4,1$ m/min, $u_2=8$ m/min i $u_3=16,1$ m/min). Rezano je šest ploča iverica (tri oplemenjene i tri neoplemenjene) i to tako što je svaka od njih rezana u 26 prolaza.

Da bi se odredio uticaj pravca rezanja na srednju snagu rezanja prva dva reza izvršena su poprečno, a treći i četvrti rez podužno na pravac orijentacije iverja u ploči. Budući da je razlika u snazi rezanja bila zanemarljivo mala, dalja obrada vršena je samo u jednom pravcu i to podužno na ploču.

LITERATURA

- [1] B. Šoškić, *Svojstva drveta*, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet, 1991.
- [2] B. Šoškić, *Svojstva drveta – praktikum*, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet, 1994.
- [3] J. Miljković, *Zbirka zadataka i izraza iz ploča iverica*, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet, 1987.
- [4] J. Miljković, O. Crnogorac, *Praktikum za vežbe iz vlaknatica i oplemenjivanja ploča*, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet, 1987.
- [5] Š. Barčík, E. Pivoluskova, R. Kminiak, *Effect of technological parameters and wood properties on cutting power in plane milling of juvenile poplar wood*, *Drvna industrija*, vol. 3, 107-112, 2008.
- [6] M. Mandić, G. Danon, *Merenje snage rezanja pri obradi drveta glodanjem*, *Prerada drveta*, 34 – 41, 2010.
- [7] J. Marko, J. Holík, *Theory of Wood Cutting. Zvolen*, Technická univerzita vo Zvolene (in Slovak), 2000.
- [8] J. Kovac, M. Mikleš., *Research on individual parameters for cutting power of woodcutting process by circular saws*, *journal of forest science*, 56, (6) 271–277, 2010.
- [9] Luís Cristóvão, *Machining Properties of Wood: Tool Wear, Cutting Force and Tensioning of Blades*, *doctoral thesis*, Luleå University of Technology Skellefteå, Sweden, 2013.
- [10] R. Beljo-Lučić, V. Goglia, S. Pervan, I. Đukić, S. Risović, *The influence of wood moisture content on the process of circular rip-sawing. part I: power requirements and specific cutting forces*, Faculty of forestry the university of Zagreb, 2004.



ДЕЧЈА ИГРА У ФУНКЦИЈИ РАЗВОЈА МУЗИЧКОГ ИЗРАЖАВАЊА И
КРЕАТИВНОСТИ КОД ДЕЦЕ ПРЕДШКОЛСКОГ УЗРАСТА
CHILDREN'S PLAY IN THE SERVICE OF DEVELOPMENT OF MUSICAL EXPRES-
SION AND CREATIVITY IN PRE-SCHOOL CHILDREN

Емилија Поповић, Академија техничко-васпитачких струковних студија - Одсек Пирот,
Ђурића и Методија 29, Пирот

Садржај - У раду се полази од устаљене дефиниције игре као спонтане ктивности, односно свесне, добровољне, пријатне, забавне, комплексне активности те је њена улога у животу предшколске деце веома важна. Како програмска концепција предшколског васпитања почива на идеји да дете кроз игру учи, учећи се игра и на тај начин израста у активно креативно биће, игра представља и креативни чин одрастања. У општем систему игара које су предвиђене за децу предшколског узраста музичке игре имају посебну вредност. Рано и одговарајуће упознавање са музичким активностима и активно бављење вокалном и инструменталном музиком доприноси унапређивању и развоју музичких способности, подстиче музичку креативност и развој интелектуалних и стваралачких способности, способности учења код деце, а утиче и на формирање позитивних особина личности, ставова и вредности, као и на социјалну интеракцију.

Кључне речи: игра, музичка игра, креативност, музичко изражавање

Abstract - The paper starts from a widespread definition of play which states that it is a spontaneous, instinctive, conscious, voluntary, pleasant and complex activity, thus indicating that its role in the lives of pre-school children is a significant one. Bearing in mind that pre-school education is based on the idea that children learn through play and play while learning, in such a way they grow into active and creative beings, since play represents a creative act of growing up. In a general system of playing activities intended for pre-school children, music activities have a special value. An appropriate and well-timed introduction to music activities, as well as active engagement in vocal and instrumental music, contributes to the improvement and development of musical abilities, encourages the development of musical creativity, as well as intellectual, creative and learning abilities in children, and affects the formation of positive personality traits, attitudes and values, and social interaction.

Key words: play, music activities, creativity, musical expression.

1. УВОД

Игра као појам има разнолико значење. Код старих Грка означавала је посебне радње које одговарају деци, а Римљани су речју игра или „ludo“ означавали радост и весеље [6]. Старонемачка реч *spilan* означавала је лако, равномерно кретање, слично кретању клатна, које при том изазива велику пријатност [6].

Игра у детињству представља активност у којој су ангажоване све стране дечје личности. Узраст детета је значајан фактор дечје игре. До треће године живота дете осећа потребу да непосредно, без одлагања, задовољи своје потребе и жеље. Након тог периода оно има све већи број нереализованих жеља које егзистирају са тенденцијом да се што пре реализују. Појавом маште дете ствара фиктивну ситуацију и преко активности у замишљеној ситуацији ослобађа се реалне ситуационе повезаности. У игри деце не смеју се занемарити емотивне жеље, емотивни развој и емотивни живот

детета у целини, јер „емотивност представља извор и мотивацију за игру и утиче на њен развој и ток“ [5]. Дете игром вежба своје физичке и психичке снаге и способности, стиче знања о спољашњем свету и богати свој емоционални живот, развија и формира вољне особине, богати речник и изграђује свој говор. Поред тога, дете помоћу игре сазнаје, развија своје стваралачке способности, упознаје односе међу људима и изграђује своје понашање и однос према свету и животу, социјализује се. Игра је врста уметности у којој се не копира, него ствара нова реалност. Деца се у игри налазе у различитим улогама које тумаче према својој замисли, или према унапред утврђеним правилима. „Игра детету дође као активност у којој ће оно испољити и развијати другу страну своје личности, ону стваралачку“ [2]. Током предшколског периода дете се интензивно развија и формира различите способности и навике. Институционалним предшколским васпитањем и образовањем подстиче се укупан развој код деце на

раном узрасту. Програмска концепција предшколског васпитања и образовања заснива се на идеји да дете кроз игру учи, учећи се игра и на тај начин израста у активно и креативно биће, будући да игра представља и креативан акт. Ово је период испуњен игром, или би требало да буде, и представља најбоље доба за откривање и подстицање дечје спонтане игре и стваралаштва. Детету се не смеју просто описивати појаве и предмети у околини да би оно уочило њихова својства, различитости и примену. Оно треба да их осети, опипа, мирише, растави, састави, јер само тако може да задовољи своју радозналост. Истовремено, такви доживљаји га подстичу на размишљање и закључивање, што представља главни ослонац интелектуалног развоја. Путем игре дете развија своје интелектуалне и телесне способности и подстиче свој социјални и емоционални развој. У литератури која се бави проучавањем дечје игре, веома често се јавља констатација да игра представља специфичан начин учења предшколског детета. Међутим, у исказивању својих ставова поједини аутори, (Лорејн (Loraune) и Пикеринг (Pickering)) иду толико далеко да игру пореде са научним истраживањем, за које сматрају да представља њен продужетак у зрелом добу [3]. Овакву тврдњу поменути аутори поткрепљују чињеницама да деца у игри експериментишу, постављају и решавају проблеме на специфичан, сврсисходан и себи својствен начин. Тиме се дечја стална искуства систематизују и прерастају у сређено знање.

Дете има потребу да упозна свет који га окружује и да овлада њиме. Зато оно у игри присваја и прерађује стечена искуства и постаје свесно истих. У игри дете показује да уме:

- да користи своју самосталност и слободу, да сва своја искуства и сву своју машту подреди својим осећањима
- да само истражује и открива различите могућности и решења проблема
- да усмери пажњу на себе и води игру уживајући у самом процесу и средствима, више него у резултатима и циљевима
- да искаже и испуни своје унутрашње потребе и оно што је њему својствено као личности
- да се посвети оном што га покреће у том трентку и што снажно доживљава сада и овде.

Дете није потребно посебно мотивисати за игру. Њена сврха се огледа у учењу, трошењу вишка енергије и релаксацији, што значи да дете, играјући се, стиче знања, учи понашање и свему даје одговарајући смисао. Речи и предмети добијају нова значења и функције, а игра је праћена задовољством и веселем. У вези са претходно наведеним карактеристикама дечје игре, може се константовати да су основне одлике дечје игре следеће:

- игра је спонтана и слободна активност детета
- игра не тежи остваривању неког специфичног циља, јер је сам процес игре важнији од резултата
- ток игре и њен исход увек су независни
- игра је сажето и скраћено понашање
- прописана је у смислу прихватања међусобних догађаја и правила која вреде само до тренутка када се уводе и вреднују нове законитости

- игра конкретизује дивергентност, односно понашање организовано на нов и необичан начин, јер је свака њена варијанта прихватљива.

Игре су веома разноврсне, како по садржају и карактеру тако и по организацији. То је основни разлог зашто постоји више подела (класификација) игара. Карл Грос и Едвард Клапаред класификовали су дечје игре према њиховом садржају и тенденцијама, тако да они разликују две групе игара и то:

- игре општих функција (чулне, моторне, интелектуалне)
- игре специфичне функције (борба, лов, имитација), [6].

К. Билер класификацији дечје игре полази од појединих фаза у развоју дечје активности и разликује четири групе игара:

- функцијске игре
- фикцијске игре
- конструктивне игре
- озбиљне игре, тј. спорт [6].

Жан Пијаже при класификацији дечјих игара полази од менталних структура које учествују у игри, односно полази од критеријума менталне комплексности игара и у том смислу игре дели у три групе и то:

- игре вежбања или сензо-моторичне игре
- симболичке игре
- игре реда [6].

На основу наведених група игара које је дао Пијаже, може се рећи да он полази од вежбања, симбола и правила. Тај склоп представља и развојну структуру мишљења, која је у функцији дечје игре. Као основу за класификацију Е. Аркин је узео тематику дечје игре и у односу на овај критеријум његова класификација обухвата следеће врсте игара:

- игре у којима се вежбају неке психофизичке функције и способности (сензорне, моторичке, интелектуалне, естетске)
- игре производње (техничке, индустријске, сеоске, занатлијске и др.)
- игре друштвеног начина живота (у породици, у дечјем вртићу, у школи)
- војничке игре (игре војника, рата и др.)
- игре драматизације [6].

Једна од најприхватљивијих класификација дечје игре јесте она која уважава педагошки аспект игре. С обзиром на овај критеријум, дечје игре су подељене на две основне врсте и то:

- стваралачке игре и
- игре са правилима.

2. МУЗИЧКЕ ИГРЕ У ФУНКЦИЈИ ПОДСТИЦАЊА МУЗИЧКОГ ИЗРАЖАВАЊА И АКТИВНОСТИ

Музичка игра је једна од најприроднијих и најзаступљенијих активности музичког васпитања на предшколском узрасту где је музика покретач и носилац свих дешавања у игри. У дечјој психологији, многа истраживања доказала су уску повезаност мелодије, тј. песме и покрета. Код деце предшколског узраста веома је изражена моторичност која се са музиком усклађује и

подстиче, а дечји покрети добијају одређени карактер те се на тај начин развијају различите психофизичке диспозиције. Музичке игре утичу и на развој говорних, музичких и физичких способности, али и на остале васпитне области као што су богаћење речника, појмова и др. Музичке игре за децу предшколског узраста подељене су према садржају на игре са певањем, односно музичке игре уз вокалну музику, и игре без певања, односно музичке игре уз инструменталну музику. Деца предшколског узраста најрадије усвајају многобројне нове садржаје преко текстова песама и на тај начин усвајају нова сазнања, а уједно се код њих ствара и подстрек за игру. Свака песма се може обогатити покретом и на тај начин постати музичка игра. Тако настале игре по свом начину извођења и музичким задацима могу бити веома једноставних покрета који изражавају појмове из песме, или веома сложене, где речи изговорене из песме служе као симболи музичким задацима. У инструменталној музици покрети, односно игра, заснивају се на карактеру композиције. Дечји покрети прате музичку мисао, односно ове игре већ у одређеној мери захтевају музичку зрелост деце која се временом постепено стиче неговањем и радом, преко игара са певањем дечјих песама, слушања музике, и др. Дечји покрети уз инструменталну музику могу бити врло једноставни, али и сложени, што зависи од карактера композиције и од узраста деце. Музичке игре или игре уз музику су веома блиске деци, тако да оне на лак и приступачан начин помажу деци у развијању слуха, осећања за ритам, постављању и развијању гласа и слушне осетљивости (уочавању разних звучних појава у природи), као и усклађивању ритма и покрета. Свака игра мора да има и свој циљ. Општи циљ сваке музичке игре је слободно и весело играње (игра би требало да увек отпочиње и завршава весело). Посебан циљ игре је да дете сазна нешто ново.

Према намени и циљу, музичке игре се могу сврстати у неколико група:

- игре за постављање и културу гласа
- игре за понављање мелодијских мотива - мелодизирање
- игре јеке или одјека
- игре у виду музичких допуњаљки,
- игре за развој слуха (разликовање висине и боје)
- игре тишине
- игре звучног изненађења
- игре за дисање
- игре са певањем
- игре уз музику са покретима
- народна кола и остале игре.

Као посебан и саставни део дневних активности музика прожима читав живот детета које оно проведе у предшколској установи и зато треба да служи најважнијим развојним и педагошким циљевима, представљајући истовремено извор задовољства за дете, позитивних емоција и естетских доживљаја. Како и на који начин ће се осмислити и реализовати музичке активности и рад са децом, вреднујући и подржавајући њихове карактеристике које указују на даровитост и креативност, зависи пре свега од тога како ће се према њима односити они који са њима непосредно раде, тј.

васпитачи и педагози, али и сви остали који на било који начи учествују у организацији и реализацији васпитно-образовног рада у предшколским установама.

Резултати бројних истраживања показују да се музичка даровитост и креативност као њен продукт испољавају пре других облика даровитости и креативности на предшколском узрасту. Са својим карактеристикама предшколски узраст се сматра „критичним периодом“ у развоју потенцијалне музичке даровитости и креативности па је, из тог разлога, важно што раније препознати је (идентификовати) и иницирати њен развој. Такође, потребан је и одговарајући систем рада, односно вођења музички даровите деце на предшколском узрасту.

3. ЗАКЉУЧАК

Како би свима онима који исказују потенцијалну даровитост и креативност у домену музике била пружена одговарајућа подршка и како би на одговарајући начин био усмераван њихов развој, неопходно је познавање њихових индивидуалних карактеристика и способности, њихове могућности и потребе, јер музичке способности представљају примарни чинилац музичке даровитости. Ниво и квалитет способности јесу један од основних предуслова за успешност у музици и представљају основу за ефикасност у обављању музичких активности и стицању музичких знања и извођачких вештина. Међутим, поставља се питање како то остварити у конкретним ситуацијама у непосредној организацији и реализацији васпитно-образовног рада у предшколским установама. Будући да игра представља централну активност у организацији и реализацији васпитно-образовног рада у предшколским установама, неопходно је радити на проналажењу најадекватнијих начина који ће омогућити да деца кроз игру развију музичко изражавање и креативност. Полазећи од индивидуалних карактеристика и могућности деце, неопходно је пажљиво одабрати и нудити различите игре, кроз које ће деца остварити своје сазнајне, креативне и на крају стваралачке потенцијале.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Е. Каменов, *Предшколска педагогија* (књига прва). Београд: Завод за уџбенике и наставна средства, 2002.
- [2] С. Качапор и Н. Вилотијевић, *Школска и породична педагогија*. Београд: Филозофски факултет, 2005.
- [3] Е. Копас-Вукашиновић, Улога игре у развоју предшколског и млађег школског узраста. *Зборник Института за педагошка истраживања*, бр. 1. Београд: Институт за педагошка истраживања, стр. 347-359, 2006.
- [4] Матић, Е. и К. Мирковић-Радош. *Музика и предшколско дете 1*. Београд: Завод за уџбенике и наставна средства, 1986.
- [5] Р. Матић, и остали. *Игре и активност деце*. Београд: Нова просвета, 1990.
- [6] Д. Митровић, *Предшколска педагогија*. Сарајево: „Светлост“ – ООУР Завод за издавање уџбеника и наставна средства, 1986.



KREATIVNI PROCES U LIKOVNOM STVARALAŠTVU DECE I ODRASLIH UMETNIKA

THE CREATIVE PROCESS IN FINE ART CREATIONS OF CHILDREN AND ADULT ARTISTS

Bojana Nikolić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Pirot, Ćirila i Metodija 29, Pirot.*
Dragana Dragutinović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Pirot, Ćirila i Metodija 29, Pirot*

Sadržaj - Kreativnost, stvaralaštvo i igra su multidimenzionalni i kompleksni pojmovi među kojima postoji mnogo sličnosti. Zajednička im je sloboda, dobrovoljna priroda, asocijativnost mišljenja, iskrenost, originalnost, fluentnost, fleksibilnost. Međutim, dečje likovno stvaralaštvo se i razlikuje od umetničkih aktivnosti odraslih po svojim motivima i funkciji. Ovaj rad kroz uporednu likovnu analizu radova dece predškolskog uzrasta i odabranih dela iz istorije umetnosti pokazuje sličnosti i razlike koje postoje između kreativnog izraza dece i odraslih stvaralaca.

Ključne reči: igra, kreativnost, dečje likovno stvaralaštvo, umetnost.

Abstract - Creativity, artistry and play are multidimensional and complex concepts, among which there are many similarities. Things that they have in common are freedom, voluntary nature, associative thinking, sincerity, originality, fluency, flexibility. However, children's artistic creation differs from the artistic activities of adults in terms of its motives and function. This paper, through a comparative art analysis of the works of preschool children and selected works from the history of art, shows the similarities and differences that exist between the creative expression of children and adult creators.

Key words: play, creativity, children's art, art.

1. UVOD: MODELI KREATIVNOG PROCESA

Veza između kreativnosti, stvaralaštva i igre je neraskidiva, ovi procesi povezani su mnoštvom zajedničkih činioaca. U literaturi koja se bavi ovim problemima, često se ističe misao čuvenog engleskog estetičara, Herberta Rida (Sir Herbert Read), da se dečja igra smatra prototipom stvaralaštva [1]. Zašto je to tako?

Dete se likovno izražava prvenstveno da bi spoznalo svoju okolinu i delovalo u njoj. Bitna karakteristika dečjeg likovnog izraza je izostajanje estetske ambicije akademskog tipa. Deca nemaju potrebu da komuniciraju sa drugima preko svog ostvarenja na način kako to čine odrasli umetnici. Dete je zadovoljno u samom procesu obavljanja umetničke aktivnosti, bez obzira na krajnji rezultat [2]. Nemajući cilj van sebe (igra radi igre), dete se izražava slobodnije i iskrenije, njegov izraz zasnovan je na unutrašnjim potrebama i, kao što je već rečeno, odsustvu cilja van samog procesa. Odrasli umetnik stvara sa namerom: da se dopadne, šokira, provocira, dok je dete opčinjeno samom magijom igre, igrom po sebi.

Međutim, ono po čemu su deca i umetnici slični, je što više nego ostali ljudi zapažaju sličnosti i veze među predmetima i pojavama koje uopšte ne liče na prvi pogled, jer imaju kao zajedničku osobinu asocijativnost mišljenja [1].

Ken Robinson [3] kreativni proces slikovito predstavlja kao putovanje koje može imati mnogo faza i neočekivanih zaokreta, može iziskivati primenu različitih veština i znanja,

te završiti na određitu potpuno nepredviđenom na početku. Isti autor tvrdi da se ovi procesi ne odvijaju predvidivim sledom, već ostvaruju međusobnu interakciju.

Različiti istraživači predlagali su različite modele kreativnih procesa: od geštalt filozofa koji tvrde da je proces kreativnog razmišljanja jedinstven, nedeljiv na faze, do autora koji prepoznaju čak osam faza stvaralačkog procesa [4]. Stariji modeli procesa kreativnosti tvrde da su kreativne ideje rezultat podsvesnih procesa, van kontrole mislioca, dok savremeni modeli konstatuju da je stvaranje novih ideja pod direktnom kontrolom mislioca [4].

Iz mnoštva modela procesa kreativnosti koji postoje u literaturi, izdvojicemo onaj koji su predložili Grejem Valas (Graham Wallas) i Ričard Smit (Richard Smith), a koji se najčešće nalazi u literaturi o umetnosti [4]. U ovom modelu, kreativni proces se sastoji od 5 faza:

1. Priprema, pripremanje rada na problemu;
2. Inkubacija, problem ulazi u podsvest pojedinca, ali se spolja ne vidi reakcija;
3. Nagoveštaj, predosećaj, osoba dobija predosjećaj da je rešenje na svom putu;
4. Iluminacija (prosvetljenje), kreativna ideja oslobađa se iz podsvesti u svest, pojedinac ima viziju rešavanja problema;
5. Verifikacija, ideja je svesno potvrđena, promišljena, a zatim i primenjena.

Bogomil Karlavaris navodi da se proces likovnog stvaranja zasniva na procesima stvaralaštva (uočavanje problema, inkubacija, iluminacija i verifikacija), a ako se izrazi pedagoškim terminima prolazi se kroz sledeće faze: učenje, igra, stvaranje, rad i procenjivanje [5]. Dakle, Karlavaris pravi paralelu između dečjeg likovnog stvaralaštva i likovnog stvaralaštva odraslih tako što prevodi u pedagoške termine Valasov i Smitov model kreativnosti.

Proces kreativnosti podrazumeva redosled misli i akcija koje dovode do kreativnog proizvoda. Kako u umetnosti, tako i u ostalim oblastima, kreativni procesi ne funkcionišu pravolinijski. To nisu linearni, jednosmerni procesi već se pojedinac često vraća i preispituje. Potreba za ponovnim sagledavanjem problema zavisi od oblasti u kojoj on egzistira i materijala-medijuma u kom stvaralac (istraživač) radi.

2. KRATKA ISTORIJA “PRIHVATANJA” DEČJEG LIKOVNOG IZRAZA

Franc Čizek (Franz Cizek) je studirao slikarstvo na akademiji u Beču i ostao je zapamćen kao jedan od pionira kreativnog obrazovanja. Poznat je po svom uverenju da su deca prirodni, spontani i kreativni umetnici. Smatrao je da ono što odrasli nazivaju „greškom” u dečjoj umetnosti je u stvari najvrednije i najdragocenije u njoj. Visoko vrednujući umetnost koju stvaraju mala deca, tvrdio je da su ona prvi i najčistiji izvor umetničke kreacije. Kao član avangardnog umetničkog pokreta tog doba, i kao likovni pedagog, Čizek je upoznao umetnike Secesije sa slikama i crtežima male dece. Godine 1908. su Kunstschau po prvi put izloženi dečji radovi.

U isto vreme, u Nemačkoj, Vasilij Kandinski (Vasiliĭ Kandĭnskiĭ) i Franc Mark (Franz Marc), članovi grupe Plavi jahač (Der Blaue Reiter) takođe izlažu dečje radove na svojim izložbama. U Italiji izložba futurista 1911. godine uključuje dečje radove.

Moren Koks [6] zanimanje za dečju umetnost i njeno proučavanje vezuje za ime Italijana Korada Rikija (Corrado Ricci) i njegovo delo Umetnost male dece (1887).

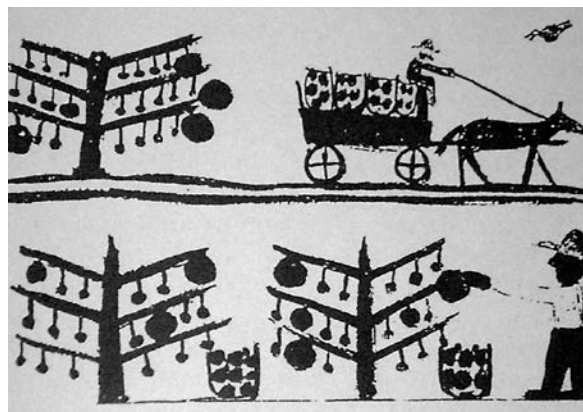
Ime koje je nemoguće zaobići kada je u pitanju doprinos istraživanju dečjih likovnih radova je ime francuskog filozofa Likea (Georges Henri Luquet). Stadijumi razvoja dečjeg likovnog izraza koje je postavio Like daleke 1913. Godine (Les dessins d'un enfant) ne gube svoju aktuelnost. Po njemu, dečji crtež prolazi kroz sledeće razvojne faze: slučajni realizam, neuspeli realizam i intelektualni realizam. Sam pojam „realizam” odnosi se na glavnu karakteristiku dečjeg likovnog stvaralaštva, da deca crtaju ono što znaju, a ne ono što vide. Dakle, za decu je realno ono što je unutar njih, pojavna realnost je irelevantna. Unutrašnji model detetu je bitniji od realnog (čak i prisutnog) izgleda objekta.

3. UPOREDNA ANALIZA ILI DOKAZ DA SE DEČJI LIKOVNI IZRAZ POKLAPA SA DETINJSTVOM LIKOVNOG IZRAZA ČOVEČANSTVA

Nadovezujući se na Likeovo učenje i konstataciju da deca crtaju ideju o objektu, a ne predmet u njegovoj pojavnoj realnosti, dolazimo do konkretnih vizuelnih šema (uslovno rečeno „grešaka”) koje se javljaju na dečjim likovnim radovima. Stadijum razvoja crteža u kom se pojavljuju ove šeme vezuje se za intelektualni realizam koji traje od 6 do 9 godine života deteta. Veoma je interesantno napraviti paralelu sa delima iz istorije umetnosti u cilju zaključka da se „de-

tinjstvo likovnog izraza pojedinca” po sistemu fraktala poklapa sa „detinjstvom likovnog izraza čovečanstva”.

Šema osnovne linije i prikaza prostora u planovima je pojava ređanja objekata u horizontalnom nizu najčešće po liniji koju dete povuče u donjem delu lista papira. Često se pojavljuje i linija neba (u gornjem delu lista papira) kao još jedna odrednica prostora (slika 1). Istorijsko-umetničku paralelu šemi prikaza prostora u planovima predstavlja Scena banketa iz egipatske grobnice koja datira oko 1350. godine pre nove ere (slika 2).

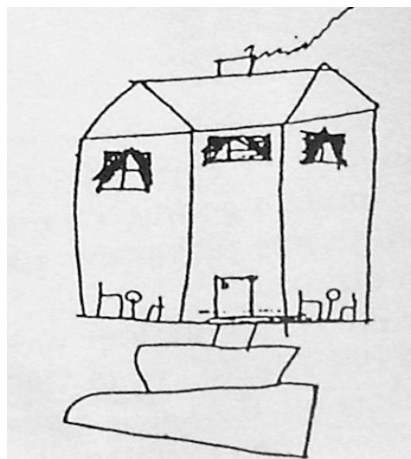


Slika 1. Dečji crtež, Šema osnovne linije.



Slika 2. Scena banketa iz egipatske grobnice.

Šema prevaljivanja ili refleksna slika je pojava da dete umesto da smanjuje veličinu predmeta sa dubinom prostora, ono je povećava. Prvenstveno predstavlja nemogućnost deteta da objekte predstavi u perspektivi (slika 3). Na ovu pojavu nailazimo i kod većine crteža odraslih ljudi. Veoma je prisutna u vizantijskom freskoslikarstvu, kao i u ranoj renesansi u Italiji (slika 4).



Slika 3. Dečji crtež: šema prevaljivanja.



Slika 4. Čimabue (*Cimabue*): *Grad Judeja*.

Šema za providnost predmeta ili rengenski crtež (transparentnost) se definiše kao potreba deteta da na crtežu predstavi ono što u realnosti nije vidljivo golim okom. Primer za transparentnost je dečji crtež šta je gorila pojela za doručak (slika 5). Da i odrasli imaju sličnu potrebu, pokazuju i dela savremenih umetnika (slika 6). Meksička umetnica Frida Kalo (Frida Kahlo) koristi baš pojavu transparentnosti da dočara unutrašnju dramu i podeljenost ličnosti.



Slika 5. Dečji crtež: *transparentnost*.



Slika 6. Frida Kalo (*Frida Kahlo*): *Dve Fride*.

Šema za preuveličavanje ili izostavljanje delova crteža-emocionalna neproporcionalnost predstavlja pojavu da deca objekte ili osobe koje doživljavaju kao bitne, predstavljaju većim od ostalih na slojnim likovnim radovima (slika 7). Kroz istoriju ljudske civilizacije, ova pojava je zabeležena mnogo puta: uvećavane su figure kraljeva, careva, faraona, vojskovođa; pri čemu je uvećana figura govorila o povlašćenom statusu i moći predstavljenog. Takav primer su i čuvene votivne figure iz Tel Asmara, u okviru kojih najveća predstavlja božastvo, a druga po veličini sveštenika (slika 8).

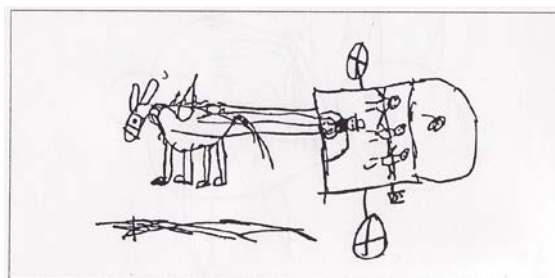


Slika 7. Dečji crtež: *emocionalna neproporcionalnost*.



Slika 8. Votivne skulpture iz Tel Asmara.

Podizanje ravni se, kao i šema prevalljivanja odnosi na dečje poimanje perspektive. Tačke posmatranja na dečjem crtežu su pomešane: neki su objekti viđeni iz ptičje, a neki iz vertikalne perspektive. U slučaju crteža sa slike 9, konj je predstavljen u vertikalnoj, dok su kočije i ljudi koji se nalaze u njima predstavljene iz ptičje perspektive. Egipatski prikaz je još jedno ime za ovu vrstu šeme na dečjim likovnim radovima iz prostog razloga što su stari egipćani videli svet na ovaj način (slika 10).

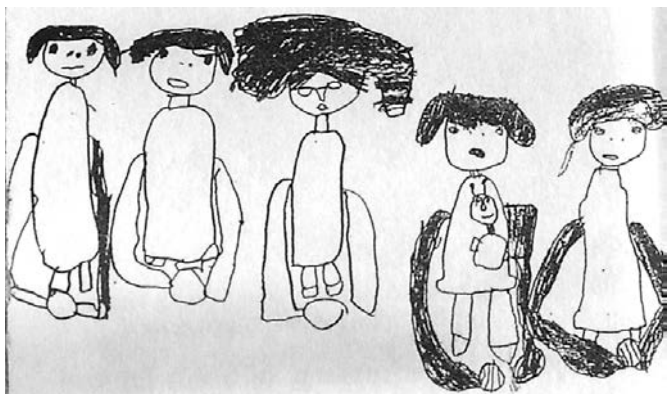


Slika 9. Dečji crtež: *Podizanje ravni*.



Slika 10. Zidna slika i reljef iz egipatske grobnice.

Dinamični crtež nastaje iz potrebe deteta da prikaže pokret ili neku radnju. U nemogućnosti da prikažu, npr. ljudsku figuru savijenu u trupu u pokretu hvatanja lopte, deca, kao u igri, iznalaze maštovite načine da predstave željenu radnju. Na slici 11, dete je produžavanjem ruku rešilo problem prikaza čoveka koji hvata loptu sa poda. Želja za prikazivanjem pokreta kulminirala je u delima italijanskih futurista, pa tako na skulpturi Umberto Bočonija (Umberto Boccioni) vidimo skulpturu, trodimenzionlnu formu predstavljenu u pokretu (slika 12).



Slika 11. Dečji crtež: dinamični crtež.



Slika 12. Umberto Bočoni: Sinteza ljudskog dinamizma.

3. ZAKLJUČAK

S obzirom na širinu postavljene teme, ovaj rad samo otvara mogućnosti za dalja istraživanja o povezanosti igre i kreativnosti, stvaralaštva dece i odraslih. Modele procesa kreativnosti bi bilo moguće istraživati kroz posmatranje dece tokom igre i stvaranja, koristeći pedagošku paralelu koju je Karlavaris postavio između dečjeg i Valas-Smitovog modela kreativnog procesa. Dalje, mogla bi se istraživati veza između zrelih dela i dečjih radova značajnih umetnika. Tako bi se naglasila veoma bitna uloga koju period detinjstva ima za razvoj celokupne ličnosti. Posebno bi se moglo pisati o zakonitostima vizuelnog opažanja i neuroplastičnosti mozga kao o uzrocima pojave šema (grešaka): kako na dečjim, tako i na radovima odraslih.

LITERATURA

- [1] E. Kamenov, *Dečja igra: vaspitanje i obrazovanje kroz igru*. Beograd: Zavod za udžbenike, 2006.
- [2] С. Филиповић, *Методика ликовног васпитања и образовања*. Београд: Универзитет уметности: Klett, 2011.
- [3] K. Robinosn, L. Aronica, *Element*, Zagreb: VBZ studio, 2009.
- [4] V. Ilić, *Kreativnost, proces kreativnosti i nastava likovne kulture.*, *Obrazovna tehnologija*, br.4 (str. 453-466), 2012.
- [5] B. Karlavaris, *Metodika nastave likovnog vaspitanja*, Beograd: Zavod za udžbenike i nastvana sredstva, 1984.
- [6] M. Koks, *Dečji crteži*. Beograd: Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, 2000.



ARHITEKTURA KOJA VASPITAVA ARCHITECTURE AS PEDAGOGY

Dragana Dragutinović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Pirot, Ćirila i Metodija 29, Pirot.*

Bojana Nikolić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Pirot, Ćirila i Metodija 29, Pirot.*

Sadržaj - U ovom radu posmatramo odnose koje savremena arhitektura uspostavlja sa modelima vaspitanja i obrazovanja dece predškolskog uzrasta, kako se prostori detinjstva generišu prema potrebama svih aktera u tom procesu i kako se promišljanje mesta za celovit dečji razvoj ogleda u jednako dečjoj „fantaziji“ samih autora.

Ključne reči: Arhitektura. Prostori detinjstva. Kreativnost. Pedagogija. Vrtić.

Abstract - In this paper, we observe the relations that contemporary architecture establishes with the models of preschool education, how childhood environment is generated according to the needs of all parties involved in that process, and how the conceptualization of places for holistic child development is reflected in the equally childlike „fantasy“ of the authors themselves.

Key words: Architecture. Space. Childhood environment. Creativity. Pedagogy. Kindergarten.

1. UVOD

Često su prostorni okviri u kojima se odvija pedagogija ili institucionalno sprovedeno obrazovanje, funkcionalni oblici koji zadovoljavaju zdravstveno-higijenske standarde, poštujući vreme/raspored individualnog i kolektivnog rada. Percipiraju se i doživljavaju kao monolitni i hladni, zvučno izolovani kubusi sa odvojenim jedinicama za boravak dece ili učenika, povezanih koridorima za usmereno kretanje ka izlazu. Odražavaju „tendencije u arhitekturi ali su još više odraz kulturnog konteksta – poimanja društva i vizije njegovog razvoja, razumevanja detinjstva i statusa dece, društvenih funkcija predškolskog vaspitanja, aktuelnih pedagoških koncepcija (uverenja o prirodi deteta i njegovog razvoja, kvaliteta okruženja i sl.) i politike koja se na osnovu toga kreira“ [1]. Mogu da budu deo nasleđa iz prošlosti ali i transformisani u sadašnjem trenutku.

Važnost fizičke sredine ili prostora u kojem se odvija (samo)izgrađivanje deteta prvi put se izdvaja u pedagogiji Marije Montessori (Maria Montessori). „Ona propisuje i osnovne odlike prostora predškolskih ustanova koje moraju biti lepe, jednostavne, svetlih boja i od prirodnih materijala“ [2]. Prema Ređo (Reggio) pedagogiji fizički prostor se može definisati kao forma jezika preko kojeg se mogu izraziti vrlo precizni kulturni koncepti i koji ima svoje biološko utemeljenje: on ima svoj kod koji je usađen u svakome od nas (...) „čtanje prostornog jezika je multisenzorno i uključuje različita čula i receptore za *okolinu* (...) percepcija prostora je subjektivna i holistička (taktilna, vizuelna, olfaktorna i kinestetička)“ itd. [3]. Mala deca pokazuju visok nivo perceptivne osetljivosti nego što je to slučaj u kasnijim fazama života, može se reći da „upijaju“ prostor čitavim telom. Zbog toga se preporučuje da pri dizajniranju

kvalitetnog „čulnog“ prostora posebnu pažnju treba posvetiti vizuelnim (svetlost, boja), mirisnim, slušnim i taktilnim elementima [3].

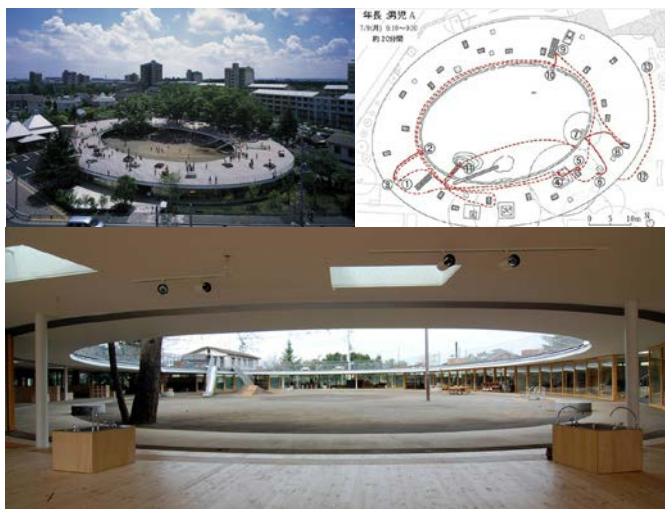
Koncepcija prostora kao „trećeg vaspitača“ preuzeta od idejnog tvorca Ređo pedagogije, Lorisa Malagucija (Loris Malaguzzi), našla je svoje mesto i u novim Osnovama predškolskog vaspitanja i obrazovanja kod nas. Fizičko okruženje nas oblikuje jednako kao što i mi oblikujemo sam prostor, kako ga menjamo i restrukturiramo, razvijamo i obogaćujemo [4]. Deca vole prostore koje mogu da transformišu i nadograđuju kroz igru i prema potrebama igre. Vole da se slobodno kreću i koriste celinu prostora u kojem borave [5]. Prostor je u službi istraživanja i iskustvenog učenja, otvoreno polje u kojem se uspostavljaju komunikacija i interakcija između svih učesnika vrtičke i šire zajednice.

Ovde se dalje posmatra odnos savremene arhitekture prema detinjstvu i oblikovanju prostora za detinjstvo, kroz primere vrtića u različitim zemljama u svetu kao i jednog participativnog projekta pod pokroviteljstvom Arhitektonskog fakulteta u Beogradu.

2. KRUG

„Roditelji će vam reći da deca stalno trče ukруг“ [6]. Takaharu Tezuka ovako objašnjava svoje polazište u stvaranju idejnog rešenja za Montessori vrtić „Fudži“ u Japanu. Deca se kreću ukруг i prvi oblici koji nastaju dečjom rukom predstavljaju kružne linije. „Trim staza“ za neprestano kruženje je krov građevine. Prsten koji počiva na stubovima čini celinu prostora. Blago je nagnut prema središtu i dvorišnom prostoru ostvarujući ideju autora o potrebi za otvorenim, svima dostupnom prostoru i neprekidnoj komunikaciji svih korisnika. Ovo je vrtić bez zidova, bez

mesta za mirovanje i bez zvučne izolacije. U dvorištu i na krovu ne postoji tradicionalna oprema za igre na otvorenom poput ljuljaški, klackalica ili različitih penjalica. Postoji drveće. Živa stabla probijaju krov i to su mesta za penjanje i igru. U razmaku između stabla i krova postavljene su sigurnosne mreže. Krov sa zemljom povezuju stepeništa i jedan tobogan koji je postavljen zbog sigurnosti dece u trusnom području i brže evakuacije. U ovom prostoru deca izmišljaju svoje igre, mogu da menjaju i biraju svoje mesto, svojom odlukom, između „časova“ i između predškolskih grupa. Deca ovde nisu zaštićena. Izložena su oštrim uglovima svetlarnika na krovu, ili mobilijara i mogućim padovima [7]. Arhitektura poziva na opreznost, donošenje odluka i saradnju.



Slika 1. (Tezuka Architect) Vrtić Fudži, Tačikava, Japan, 2007.

Osnovni postulati Kruga:

1. Koncentracija; Komunikacija; Kretanje;
2. Kada lutate krećući se ukруг ili u krugu velika je verovatnoća da ćete se vratiti u početnu tačku. Ne možete da se izgubite;
3. Okruženje je haotično i život je prepun opasnosti. Ne možeš uvek da razmišljaš u tišini i moraš da vodiš računa o sebi i o drugima;
4. Izvori vode su mesta za razgovor;
5. Trči slobodno!

3. PINOKIO

Dečak od drveta je dobro poznat lik iz dečjeg romana Karla Lorencinija (Carlo Lorenzini, pseud. Carlo Collodi). U definisanju prostora autor referira upravo na „stomak Pinokijevog kita“. Oblina utrobe i „toplina materijala zazivaju telo majke, sigurnost ishodišta. To je mesto u kojem deca prave svoje prve korake i odatle odlaze dalje u život“ [8]. Vrtić u Gvastali je napravljen posle zemljotresa zalaganjem čitave zajednice. Odražava kulturu detinjstva čitave regije Emilija-Romanja (Emilia-Romagna) koja se vezuje za ideju Ređo (Reggio) pedagogije. Arhitektura vrtića je rezultat dijaloga i interakcije između umetnosti i veštine gradnje, psihologije, pedagogije i antropologije. Prostor je definisan na osnovu potreba deteta a arhitektonski elementi, počev od oblika i rasporeda prostorija do senzorne percepcije boja, zvukova, svetlosti i taktilnih iskustava, predstavljaju

faktore celokupnog dečjeg razvoja. Niz strukturnih drvenih elemenata uspostavlja komunikaciju sa površinama pod drvoredom u neposrednom okruženju. Telo građevine je lako i prozračno zahvaljujući velikim staklenim površinama. Život se odvija u neprekidnoj razmeni između spoljašnjih uticaja i unutrašnjih događaja. Materija diše zajedno sa njenim korisnicima. Ne postoje prepreke i pregradni zidovi između različitih grupa dece. U gradnji su upotrebljeni prirodni materijali sa minimalnim uticajem na životnu sredinu. Ispoštovana je energetska efikasnost zgrade koja je po sebi samoodrživi mehanizam. Drvo je toplo, a prirodna svetlost se koristi u većem delu dana. Deca su ovde u prilici da istražuju sam prostor u kojem se nalaze, složene a opet bliske prirodne oblike, kako spolja tako i unutar tela od stakla. Mogu da opažaju promene godišnjih doba, vremenske prilike u toku dana, promene u intenzitetu osvetljenosti, mirise, boje i zvuk. Zgrada je otvorena prema dvorištu u kojem se nalaze senzorni punktovi ili male tematske bašte: „Bašta leptira“, „Zvučna bašta“, „Bašta mirisa“, „Bašta dobre hrane“ i „Staza palčića“ koje utiču na sva čula i razvijaju dečju maštu [8]. Sledeći viziju Ređo pedagogije celina prostora podstiče dečju radoznalost, sticanje neposrednog iskustva u dodiru sa okruženjem, izazov je za pokretanje igre i istraživanje u različitim aktivnostima.



Slika 2. (Mario Cucinella) Ređo vrtić, Gvastala, Italija, 2015.

Osnovni postulati Gvastale:

1. Senzorna integracija;
2. Prirodni materijali;
3. Multiplikacija i transfiguracija;
4. Efekat uronjenosti.

4. IGRA(ČKA)

Dizajn vrtića „Vetrnjik“ (Větrník) (prev. aut. Vetrokaz) zasnovan je na detinjstvu, sa konceptom koji ima za cilj da dočara razigranost i spontanost.

„I pre nego što smo pristupili izradi predloga projekta, razmišljali smo o fenomenu deteta i detinjstva. Šta je to što čini dete drugačijim u odnosu na odraslog čoveka? Šta je njemu važno? Šta sve čini detinjstvo? Nisu to samo porodica ili doživljaji u igri sa prijateljima, to su i mesta/objekti koje posećuje, institucije koje ga oblikuju i uklapaju u nekakav sistem. Deca su nam bila najvažniji faktor, njihova igra, pokret, vizija, prividna neuređenost, nepredvidivost, čistota, radoznalost i optimizam“ [9].

Zahtev grada kao naručioca, bio je projektovanje zgrade vrtića koji podstiče fizičku aktivnost dece sa pridruženom fiskulturnom salom koja bi bila na raspolaganju svim građanima. Prostor vrtića čine povezani segmenti koji su namenjeni različitim oblicima igre. I sama građevina po svom spoljašnjem i unutrašnjem izgledu podseća na uklopljene elemente za konstruktorske igre. Izgleda kao da u svakom trenutku može da bude raskopljena i opet sastavljena u nekom novom obliku.

„Pagode“ ili „šatori“ sa prepoznatljivim izgledom bilo koje kuće u bliskom okruženju, nude mistične prolaze u unutrašnja skrovišta. Konstruktori su živih boja i ističu svoju poziciju vrlo važnog središta u ravni ponuđenog mesta za gradnju. Unutrašnju konstrukciju podupiru grane drveta. Upravljanje tehničkom infrastrukturom je vidljivo, „ogoljeno“ kao što je i sama struktura objekta, kako bi deca upoznala unutrašnje mehanizme i „krvotok“ građevine, funkcionisanje vodovodne i električne mreže ili regulisanje protoka vazduha. Atrijum služi kao zajednički prostor, za koncerte, izvođenje pozorišnih predstava ili sastanke sa roditeljima. Tu je postavljena velika mreža za boravak u vazduhu, ljuljanje i opuštanje. Svetlost prodire kroz trouglaste prozore i svetlarnik iznad atrijuma.

„U vrtiću se ostvaruje svet iz dečje fantazije, bajkoliki svet. On stvara podsvesne slike koje će se onda pojaviti kada dete odraste i biti u mogućnosti da razviju Nešto...“ [9].



Slika 3. (David Kraus – Arhitektura) Vrtić Vetrnjik, Ričani (Prag), Češka, 2021.

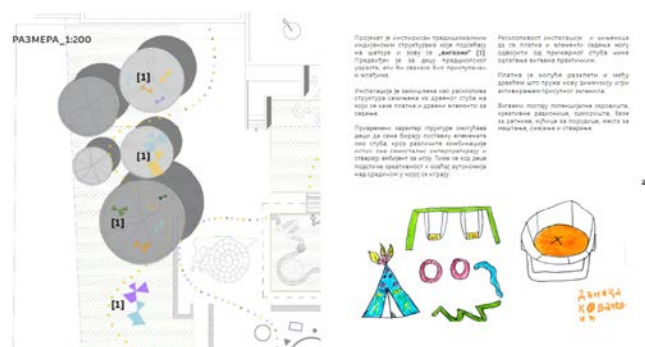
Osnovni postulati Vetrokaza:

1. Radost dečje igre;
2. Toplo središte;
3. Transformacija duha/tela, kuće/deteta.

5. PARTICIPACIJA

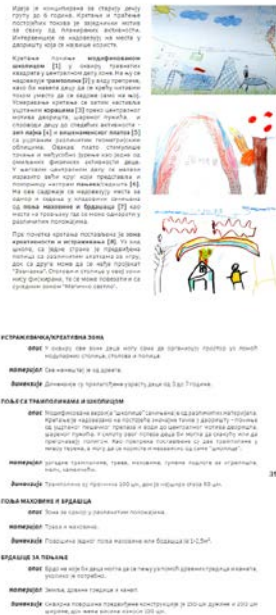
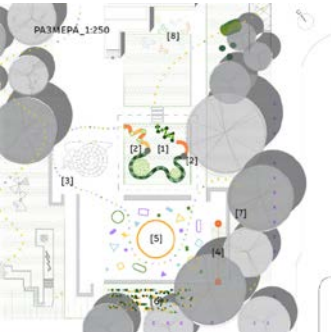
Projekat „Moje, tvoje, naše dvorište“ predstavlja participativni proces koji je uspostavljen između roditelja, vaspitača, lokalne zajednice i studenata Arhitektonskog fakulteta Univerziteta u Beogradu kroz dve laboratorije, „Inovacione laboratorije održivog razvoja“ i laboratorije „Participativni urbani dizajn i participativna javna umetnost“. Ideja o dvorištu po meri deteta odražava osnovne pretpostavke javnih diskursa, institucionalnog delovanja, obrazovnih politika, standarda u gradnji, agendi i strategija o budućem razvoju, u periodu nakon pandemije i u trenutku kada pojam održivosti postaje imperativ i problem urbanog planiranja. „Inkluzivnost i bezbednost“, „zdravlje i blagostanje“ dece treba da budu ostvareni kroz koncept „zdravog grada“ koji obezbeđuje „ambijent kulture kreativnih i aktivnih urbanih zajednica“ [10]. Poziv arhitekta uključuje poziciju inovatora i lidera pozitivnih promena u lokalnoj održivosti.

U ovom primeru, unapređenje funkcije dvorišnog prostora ostvareno je praćenjem želja i oblikovanjem ideja same dece. Na osnovu dečjih crteža koji su nastali pre samog procesa ili u toku razgovora sa ostalim učesnicima, sačinjene su osnovne strategije u radu na projektu. Formirane su zone u skladu sa uobičajenim boravkom dece određenog uzrasta. Fokus istraživanja bio je usmeren na aktivnostima dece i njihovoj mobilnost, uz sadržaje koji podstiču kreativno razmišljanje i delovanje. Izbor materijala je zasnovan na ekološkim principima, ekonomičnosti i bezbednosti. Tokom trajanja projekta koncipirane su sledeće prostorne celine: „Vigvamlend“, „Gumeni poligon“, „Čarobna staza“, „Zvečarka“, „Magično svetlo“, „Vozujici“, „Šarena bašta“, „Skrovište“. Mobilijar za ove prostorne igre je rasklopiv i modularnog je tipa, tako da deca mogu da učestvuju u njegovom postavljanju i razmeštanju. Na kraju projekta objavljena je publikacija koja pomaže u podizanju svesti o unapređenju života dece u urbanoj sredini, razumevanju važnosti zajedničkog delovanja, pružanju konkretne pomoći u pogledu prikupljanja donacija, kao i animiranju šire zajednice za pristupanje sličnim projektima.





Slika 4. Projekat „Moje, tvoje, naše dvorište“, „Vigvamlend“, 2022.



Slika 5. Projekat „Moje, tvoje, naše dvorište“, „Čarobna staza“, 2022.

Osnovni postulati Našeg dvorišta:

1. Deca imaju aktivnu ulogu u promišljanju i organizaciji svog prostora;
2. Deca komuniciraju sa donosiocima odluka;
3. Deca aktiviraju svoje kreativne potencijale; Upoznaju se sa različitim oblicima arhitekture i child-friendly dizajna;
4. Deca mapiraju mesta koja su im prijatna i značajna;
5. Deca mogu da realizuju svoja zamišljanja.

6. ZAKLJUČAK

Kako na kraju treba da izgleda prostor koji su odrasli namenili deci? Između estetike i funkcije, savremena arhitektura nudi razumevanje simbolnog u dečjem narativu, razmatra aktuelne pedagoške modele i metode vaspitanja i obrazovanja dece sa udelom sopstvenih procena o dečjoj dobrobiti, jer smo na kraju, ipak, svi bili deca. Razume poziciju deteta kao ko-kreatora u oblikovanju fizičkog okruženja u kojem boravi i potrebu za projektovanjem podsticajnih prostora za rast i razvoj kognitivnih, emocionalnih, perceptivnih i motoričkih funkcija, veština i sposobnosti, i mesta za uspostavljanje socijalnih interakcija, građenje i usvajanje kulturnih kodova. Oblici prostora se menjaju duhom vremena ili težnjom pojedinaca. Podrška detinjstvu u ovakvom obliku bi trebalo da odredi i pravce razvijanja svih mesta opšteg bivanja i stanovanja, a kod nas, u mnogo većem obimu nego do sada.

LITERATURA

- [1] M. Avramović, Razumevanje prostora dečjeg vrtića kao kulturno strukturiranog okruženja, *Nastava i vaspitanje, God. LXIII, Br. 3*, Beograd: Pedagoško društvo Srbije, pp. 521-535, 2014.
- [2] D. Stupar, *Arhitektonički komfor u predškolskim ustanovama*, doktorska disertacija, Beograd: Arhitektonski fakultet, 2017.
- [3] C. Rinaldi, *In dialogue with Reggio Emilia. Listening, researching and learning*, London; New York: Routledge.
- [4] <https://prosveta.gov.rs/wp-content/uploads/2018/09/OSNOVE-PROGRAMA-.pdf>
- [5] D. Pavlović Breneselović, Ž. Krnjaja, S. Backović, *Vodič za uređenje prostora u dečjem vrtiću*, Beograd: Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja, 2022.
- [6] https://www.ted.com/talks/takaharu_tezuka_the_best_kindergarten_you_ve_ever_seen
- [7] <https://ideas.ted.com/inside-the-worlds-best-kindergarten/>
- [8] <https://www.mcarchitects.it/en/projects/nursery-school-the-whale-guastalla>
- [9] <https://archi.cz/projekty/materska-skolka-a-sportovni-hala-vetrnik/>
- [10] P. Jovanović, K. Lalović, Z. Đukanović, *Moje, Tvoje, naše dvorište*, Beograd: Univerzitet u Beogradu, Arhitektonski fakultet, 2022.



МОТИВ ЂАВОЛА У РОМАНУ ХАЗАРСКИ РЕЧНИК

THE MOTIF OF THE DEVIL IN THE NOVEL *DICTIONARY OF THE KHAZARS*

Јелена Вељковић Мекић, *Академија техничко-васпитачких струковних студија - Одсек Пирот, Тирила и Метотија 29, Пирот.*

Садржај - *Постмодернистички дискурс Хазарског речника проблематизује многа актуелна питања, као што су питање идентитета, културолошких разлика, историје, фикције и истине. У Павићевом књижевном раду не можемо избећи дуализам, вишезначност, слојевитост. Мотив ђавола у Хазарском речнику је такоређи несагледив, открива нам се на сваком кораку, и исто тако, скрива се у кораку иза нас. Из тих разлога, овај рад тежи да сагледа свој предмет кроз структуру и семантику самог текста, али и кроз аспекте аутора и реципијента. Такво проширење начела рецепције скинуће са писца бреме аутономног тумачења дела, док ће читалац упасти у клопку, поставши саставним делом књижевног хепенинга. Не претендујући на један коначан суд, читалац ће сам изабрати своје становиште и бити оно што пожели, било творац новог света, било ђаво који разграђује стари свет. У XXI веку ми се слободно крећемо међу „ђаволима” и на нама је да ли ћемо увидети људску заблуду да наука може превладати све разлике међу световима. С једне стране, роман сведочи о непомирљивости различитих светова, али, с друге стране, на једној другој семиотичкој равни, отвара могућност превазилажења одређених разлика и то путем уметности, што је доказано управо заступљеношћу Хазарског речника на светској књижевној сцени.*

Кључне речи: *Хазарски речник. Милорад Павић. Мотив ђавола. Постмодернизам Реципијент.*

Abstract - *Postmodernist discourse of the Dictionary of the Khazars tackles the many current issues, such as the question of identity, cultural diversity, history, fiction and truth. In Pavić's literary work we cannot avoid dualism, ambiguity, stratification. The motif of the devil in the Dictionary of the Khazars is imperceptible, so to speak, is revealed to us at every step, and also hides in a step behind us. For these reasons, this paper aims to examine its subject through the structure and semantics of the text itself, but also through aspects of the author and recipient. Such an extension of the principle of reception will take off the writer's burden of autonomous interpretation of the work, while the reader will fall into the trap, becoming an integral part of the literary happening. Without claims to the final judgment, the reader will choose his own position and be what he wants to be, either the creator of a new world, or the devil that disintegrates the old world. In the XXI century, we move freely among the "devils", and again is up to us whether we choose to realize human delusion that science can overcome all differences among these worlds. On the one hand, the novel testifies to the intransigence of different worlds, but, on the other hand, in another semiotic level, it opens up the possibility of overcoming certain differences, through art, which is proven by presence of Dictionary of the Khazars on the world literary scene.*

Key words: *Dictionary of the Khazars. Milorad Pavić. Motif of the devil. Postmodernism. Recipient.*

1. УВОД

Хазарски речник јесте најпознатија и најчитанија књига Милорада Павића. Ово најпревођеније дело српске књижевности досад је преведено на четрдесет језика широм света. Не без мало разлога *Хазарски речник* лако проналази читаоце различитих националности и вероисповести. Роман је подељен у три књиге: *Црвена књига* представља хришћански извор о хазарском питању, *Зелена* исламски, а *Жута* хебрејски. Свака прича дата је у три варијанте и свака претендује на коначан суд,

док су сагласне само око тога да Хазара више нема. У разноликим одговорима на питања *ко је уништио Хазаре, да ли је ђаво одговоран за њихово нестајање, Бог, или су они сами криви*, Павић установљава правило да је истина „темпоралност, мноштвеност, разлика, разоткривање које увијек зависи од угла посматрања” [1] чиме указује на полиперспективизам различитих „истина“ у постмодернистичком дискурсу [2] и потврђује да је плуралитет „кључ за оностраност метафизике“ [3]. „Објективност“, на такав начин схваћена, не постоји по себи, већ се такође конструише, те је у случају *Хазарског*

речника објективној истини најближа „истина са три равноправне могућности, са три крака, три правца артикулације у себи” [4]. Оно што је сигурно јесте да је присуство „ђавола” одиграло несумњиву улогу у историји Хазара, чак би се могло рећи да игра једну од главних улога и данас када Хазара више нема, не дозвољавајући нам да разрешимо хазарску загонетку, те је циљ овог рада да, макар делимично, осветлимо мотив ђавола у овом роману.

2. ХАЗАРИ КАО ДЕМОНСКИ НАРОД

У *Хазарском речнику* постоје ђаволи који не крију свој идентитет, затим ликови који нам се указују као ђаволи због неких својих особина и напоследку ликови за које смо сигурни да немају ничег демонског у себи, а опет имају неке карактеристике које их приближавају ђаволу. Готово да, у целом речнику, не можемо пронаћи личност без неке демонске одлике. И Хазари као нација не одступају од овог обрасца. Појам „лажног лица”, особина да свакога дана освану као неко други, може се схватити као глобална метафора целог народа. Хазари се нерадо представљају као Хазари и говоре више језика, најређе хазарски. У овоме се огледају неке од најчешћих ђаволових особина које се проналазе у светској књижевности: преображаји, маскирања, и прикривања идентитета у циљу истицања космополитског духа, како би био омогућен лакши присуп свим сферама живота. Ђаво говори све језике, има способност да узима најразличитије облике живота, доступна су му сва знања овога света и има неопisivу моћ над човеком. Баш због свега тога ђаво неће дозволити човеку да му се толико приближи, како случајно не би постао истоветан са њим. Неће то дозволити ни Гетеовом Фаусту, ни доктору Фаустусу Томаса Мана, нити пак Хазарима. Оно што ће ђаво свима њима понудити и што ће успети да прода јесте време. Хазари су у периоду од VIII до X века имали моћно царство између Каспијског и Црног мора, да би крајем века, убрзо после хазарске полемике, просто нестали. За Хазаре ће већ бити касно када Никон Севаст, један од ђавола, буде изрекао упозорење: „Схватите то као велико, врхунско упозорење, господару! Као најдубљу мудрост. Никаких послова у којима се мешају три света, ислам, хришћанство или јудаизам овде на белом дану! Да не бисмо имали посла са подземљима тих светова. Јер они који се мрзе, с њима на овоме свету нема тешкоћа. Такви увек личе једни на друге. Непријатељи су увек исти, или с временом постају исти, иначе не би могли бити непријатељи. Они који се међу собом истински разликују, они уствари представљају највећу опасност. Они теже да се упознају, јер им разлике не сметају. И ти су најгори.” [5] Удес Хазара започиње кад и хазарска полемика. Каган је тражио тумачење речи „твоја дела нису драга господару, али твоје намере јесу”, које му је у сну изрекао аиђео. Због тога је он позвао једног хришћанског, једног исламског и једног јеврејског тумача и одлучио да ће прихватити веру онога тумача чије тумачење му се учини најисправнијим. Међутим, промена идентитета доводи до престанка егзистенције. Ставови учесника у спору су непомирљиви, једино у чему се сви слажу јесте да после прихватања једне од религија Хазари нестају. Где год дође до пристанка на игру са ђаволом, тј. до мешања култура, вера и других

основних образаца нације долази и до скрнављења идентитета. *Хазарски речник* открива додатни иронијски слој указујући на чињеницу да је цео свет суочен са страхом од глобалног губитка идентитета и на људску заблуду да наука може превладати све разлике међу световима.

3. АУТОРИ ХАЗАРСКОГ РЕЧНИКА: ПИСАЊЕ КАО БОЖАНСКО НАДАХНИЋЕ ИЛИ ЂАВОЛСКА ПРЕВАРА

Писање речника започеле су митске личности, а уједно и јунаци Павићевог романа, принцеза Атех и Мокадаса ал Сафер (IX век). Принцеза Атех имала је седам лица и сваког дана се будила са новим лицем, док је Мокадаса ал Сафер био један од најбољих ловаца на снове. Њих двоје су били љубавници и свако од њих састављао је свој примерак речника. Отуда имамо код Павића женски и мушки примерак речника као пандан првобитној хазарској енциклопедији. У то време „Хазарски речник” представљао је неку врсту Светог писма. Он је био испуњен биографијама различитих особа мушког и женског пола, али је у суштини чинио портрет једне једине личности, портрет Адама Кадмона. Хазари су веровали да је први и потоњи човек, Адам, старији брат Христов и млађи Сотонин, створен од стране свог старијег брата и да му је тело начинио Сотона, а душу удахнуо Бог. Аутори речника покушавају да реконструишу његово тело, да открију најдубље истине, а у томе им је потребна помоћ ловаца на снове који, као градитељи културе, откривају један дубљи смисао, реконструишу историју човечанства тумачећи снове, а чијим нестанком нестаје и сама култура. Човечанство вековима сања о књизи која ће дати одговоре на сва питања и сваки пут када би аутори речника, ловци на снове или истраживачи хазарског питања били на правом путу, били близу Истине, ђаво би их спречавао у томе.

Аврам Бранковић (XVII век), један од писаца ове књиге, не припада демонском свету, али и поред тога не може се рећи да не поседује неке особине које не упућују на ђаволске. Он је риђ и хром, што су неке од особина којима се у историји књижевности и кинематографији одликују поједини ђаволи. Немирног је духа, те се не може дуго скрасити на једном месту и не може дуго остати на једном језику, па их мења као љубавнице. Не може да поднесе две исте ствари, због тога га дворе слуге из разних крајева и спава у две различите постеље. Имао је два рођена сина, а трећег сина, Петкутина, начинио је од блата и прочитао му четрдесети псалм да га оживи. Истог дана када је Петкутин умро кир Аврам је забележио да је његов опит са Петкутином успешно окончан будући да је обмануо и живе и мртве и да прелази на сложенији задатак, са човека на Адама. На речнику кир Аврам је радио неуморно, тако да би се његова жеља да створи Адама могла схватити и као тежња за реконструкцијом Адама Кадмона, као тежња првобитних и потоњих аутора овог речника. Ипак, и он ће бити спречен у својој намери – Никон Севаст спалиће лист по лист његовог „Хазарског речника”.

Коен Самуел, такође један од писаца ове књиге, са црвеним очима, једним седим брком и стакленим

ноктима, представљао је наличје живота Аврама Бранковића. Њих двојица чине пар који се међусобно сања. Посредник између њих био је Масуди, ловац на снове који се такође бавио састављањем речника, али је на наговарање шејтана, Ибна Акшанија, престао са писањем и кренуо у потрагу са Коеном. Када је Аврам умро, Коен је пао у сан и сањао његову смрт. Да би то било прочитано, био је потребан ловац на снове. Масуди је, прочитавши Коенов сан, обелео од страха, и пошто је убрзо погубљен, није успео никоме да саопшти ту вечну тајну живота.

Јоанес Даубманус, штампар, сачинио је један отровни примерак речника са златном бравицом и његов неотровани пар са сребрном бравицом. Инквизиција је 1692. уништила све примерке сем ова два, која су намерно остављена како би неверници читајући умирали (на деветој страни код речи које гласе „Реч постаде месо“). Он није имао никакве демонске одлике, али је његова наказност ишла до гротескних размера. Излечио га је неки видар, али је нестало осмеха са његовог лица. Изгубивши првобитан идентитет, постао као и остали, што га је бацило у очај. Парадоксално, срећу је пронашао умирући, јер је читајући отровни примерак књиге поново постао наказа.

Намере истраживача Хазарског речника из XX века такође су спречене од стране ђавола. Др Исајло Сук, др Дорота Шулиц и др Муавија срећу се на конгресу са истом жељом да употпуне своје знање о Хазарима. У члановима породице Ван дер Спак, која је осујетила њихове планове, препознаћемо већ поменуте ђаволе: мајка је Никон Севаст, отац је Ибн Акшани, док је четворогодишњи дечак реинкарнација госпође Ефросиније. Нису само ђаволи доживели реинкарнацију: др Сук је трећа смрт Аврама Бранковића, др Муавија је уствари Аверкије Скила, др Дорота Шулиц је Коенова реинкарнација, а Вирцинија Атех је принцеза Атех, која по неким веровањима никада није ни умрла.

Скоро сви аутори овог речника, сви сем Даубмануса, теже ка неком вишем циљу: сви покушавају да дођу до истине о првобитном битку свих нас, да уобличе тело Адама Кадмона, да открију све стране овог живота, све замке сна и све тајне смрти. Нико од њих, па и они који су били најближи некој од истина, нису успели да своје сазнање унесу у речник, јер су били спречавани од стране ђавола. Колико је у тим ситуацијама сам ђаво преузимао улогу добротворца, а аутор улогу демона дискутабилно је и отвара могућност за једно обимније истраживање.

4. ЧИТАЛАЦ У МИЛОСТИ БОГА ИЛИ У КАНЦАМА ЂАВОЛА

На крају овог дугог ланца налазимо Милорада Павића и његов покушај реконструкције Даубманусовог речника. Павић је задржао облик романа-речника како би превазишао отпоре који се јављају у контакту са страним, али и како би извргао руглу „истину“ и подсмехнуо јој се са чисто формалне стране. Он користи елементе фантастике, подједнако верно као и историјске чињенице, тако да више нисмо сигурни шта је измишљотина, а шта историја. „Истина је само један трик“, говори нам најупечатљивији ђаво речника, Никон

Севаст. Пошто се у истини може наћи само оно што се у њу ставља, једина истина коју ми имамо јесте она која је у тексту испред нас, коју нам је пружио сам писац. Међутим, како сматра Радоман Кордић код Павића писање није могуће, оно је полуписање [6]. Корак даље сазнајемо да је истина уствари полуистина. Посматрајући ствар с овог становишта, могло би се рећи да је и позиција писца ђаволска. Чини се да предлог Никона Севаста о сачињавању речника-књиге и о препуштању читаоцу да од тих речи сам склопи целину Павић као писац усвојио. У разговорима са Аном Шомло, Павић износи своје схватање писца: „Писац мора бити све и ништа. Писац мора да буде и мушко и женско, и дете и враг. Не знам да ли може Бог да буде, али може да буде све и у исто време не сме да буде ништа.“ [7] Он нас, већ на првим страницама романа, увлачи у своју игру, очарава нас речима, заводи лажима, пружајући нам лажан осећај наде да смо баш ми ти који ћемо открити истину. С друге стране, писац би се могао посматрати и са становишта Бога будући да је он творац света који је читаоцима дат на увид, проматрање, схватање и тумачење.

А које су могућности и позиције читаоца у постмодернистичком дискурсу? Пред њиме се отварају питања: *да ли ће прихватити старог Бога, свргнути га и славити новог или ће упасти у замке које ђаво плете око њега.* Павић нас на првим страницама свог речника-романа уверава да нећемо морати да умremo ако прочитамо ову књигу. Убрзо добијамо и савет како је треба читати и од те неисцрпне могућности комбинација читања већ нам се врти у глави. Још када схватимо да ћемо можда баш ми бити у могућности да реконструирамо цео један свет, увелико смо увучени у саму ствар. Павић нам је понудио време, време за које ћемо прочитати књигу и доћи до истине. Прихватањем тих услова, читалац се унапред предао ђаволу, зато што је време ђавола творевина. Павић је нама понудио да реконструирамо историју, да поново створимо свет, а то би значило да свргнемо старог Бога, што се може тумачити као дело нечастивог. „Читалац је увучен у једну фиктивну игру која није нимало наивна. Ако свако другачије читање подразумева *могућност* поновног стварања света, то значи да текст потенцијално – негирањем Божје творевине – огреховљује читаоца.“ [8] Аутор као и да прижељкује такво ђаволско читаоца, читаоца који ће учествовати у самом делу тако што ће активирати сва своја чула, који ће својом маштом раскривити сва питања у тексту и успети да разреши загонетке. Такво проширење начела перцепције скинуће са писца бремене тумачења дела, док ће читалац упасти у клопку и постати саставни део књижевног хепенинга. Било како било, хватајући се у коштац са *Хазарским речником*, ухваћени смо у врзино коло тик поред ђавола. Уколико желимо да ми водимо игру мораћемо да припитомимо ђавола. Михајло Пантић сматра да ћемо то постићи уколико појачамо надзор над писањем [9], а могли бисмо додати и над читањем.

5. ЗАКЉУЧАК

Постмодернистички дискурс Хазарског речника проблематизује многа актуелна питања, као што су питање идентитета, културолошких разлика, историје,

фикције и истине. У Павићевом књижевном раду не можемо избећи дуализам, вишезначност, слојевитост. Мотив ђавола у *Хазарском речнику* је такорећи несагледив, открива нам се на сваком кораку, и исто тако, скрива се у кораку иза нас, јер како један од ђавола речника, Никон Севаст, признаје ђаволи могу да начине корак тек после људи, јер су увек један корак иза њих. Због тога ни испитивање мотива ђавола нисмо могли да ограничимо само на један аспект херменеутичке спирале, те овај рад тежи да сагледа свој предмет кроз структуру и семантику самог текста, али и кроз аспекте аутора и реципијента. Уопште, карактеристично за Павића је то да све напола говори, да све напола приказује, а на читаоцу је колико ће успети да се снађе у тој игри и колико ће моћи да разреши загонетку која је пред њим. Управо та слобода стварања новог света унутар већ постојећег, та неисцрпност тумачења напола скривених односа унутар самог текста и запитаност пред многобројним могућим тумачењима, ствара сталну потребу за враћањем и поновним откривањем онога што је остало скривено, за новим интерпретацијама и неисцрпним решењима павићевске или хазарске загонетке. Не претендујући на један коначан суд, читалац ће сам изабрати своје становиште и бити оно што пожели, било творац новог света, било ђаво који разграђује стари свет. У XXI веку ми се слободно крећемо међу „ђаволима” и на нама је да ли ћемо увидети људску заблуду да наука може превладати све разлике међу световима. С једне стране, роман сведочи о непомирљивости различитих светова, али, с друге стране, на једној другој семиотичкој равни, отвара могућност превазилажења одређених разлика и то путем уметности, што је доказано управо заступљеношћу *Хазарског речника* на светској књижевној сцени.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] S. Tomović-Šundić, *Književno-antropološki portreti*. Podgorica: CID, 2006.
- [2] J. Delić, *Hazarska prizma. Tumačenje proze Milorada Pavića*. Beograd – Titograd – Gornji Milanovac: Prosveta – Dosije – Oktoih – Dečje novine, 1991.
- [3] В. Велш, *Наша постмодерна модерна*. Сремски Карловци – Нови Сад: Издавачка књижарница Зорана Стојановића, 2000.
- [4] М. Nedić, *Hazarski i drugi palimpsesti Milorada Pavića. Savremenik*, br. 1/2, стр. 61–90, 1986.
- [5] М. Павић, *Хазарски речник*. Београд: Драганић, 1996.
- [6] Р. Кордић, *Постмодернистичко пориповедање*. Београд: Просвета, 1998.
- [7] Ј. Михајловић, *Прича о души и телу*. Београд: Просвета, 1992.
- [8] К. Олах, *Књига-Бог: (Постмодерна) духовност у “Хазарском речнику” Милорада Павића*. Београд: Институт за књижевност и уметност, 2012.
- [9] М. Пантић, *Александријски синдром II*. Београд: Српска књижевна задруга, 1994.



MLADI I EKOLOŠKA KRIZA

YOUTH AND THE ENVIRONMENTAL CRISIS

Mirjana Marković, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Pirot, Ćirila i Metotija 29, Pirot.*

Ljubiša Mihajlović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Pirot, Ćirila i Metotija 29, Pirot.*

Ivan Stamenković, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Pirot, Ćirila i Metotija 29, Pirot.*

Sadržaj - U ovom radu biće reči o ekološkim problemima, ekološkoj krizi kao posledici razvoja savremenog društva koje iako je dostiglo visok stepen razvoja, u treći milenijum ulazi sa brojnim civilizacijskim promenama i nizom problema koji imaju globalna obeležja. Čovek je obezbedio sebi život u izobilju ne vodeći računa o tome da zagađuje i uništava svet u kome živi i on sam. Bitna dimenzija ljudskog postojanja u svetu je promena, a ne puko prilagođavanje. Zagađenja životne sredine, koje uništava floru i faunu intezivirano je u poslednjih nekoliko decenija. Posebnu pretnju čoveku predstavljaju nuklearni otpad, izlivanje nafte u vodeni ekosistem, efekat staklene bašte kao posledica delovanja antropogenih faktora. Zbog svega navedenog neophodno je podići svest o važnosti svakog pojedinca u rešavanju ekoloških problema, a pogotovo mladih koji predstavljaju naš najveći potencijal i one koji ostaju iza nas i nasleđuju Planetu koju im mi ostavljamo sa nebrojeno mnogo ekoloških globalnih problema.

Ključne reči: Ekološki problemi, ekološka kriza, zagađenje, mladi

Abstract - In this paper in this paper, we will talk about ecological problems, the ecological crisis as a consequence of the development of modern society, which, although it has reached a high level of development and entered the third millennium with numerous civilizational changes and a series of problems that have a global character. Man has provided himself with an abundant life without taking into account that he is polluting and destroying the world in which he lives. An essential dimension of human existence in the world is change, not mere adaptation. Environmental pollution, which destroys flora and fauna, has intensified in the last few decades. A special threat to humans is nuclear waste, oil spills in the aquatic ecosystem, and the greenhouse effect as a result of the action of anthropogenic factors. Because of all of the above, it is necessary to raise awareness of the importance of each individual in solving environmental problems, especially young people who represent our greatest potential and those who remain behind us and inherit the Planet that we leave them with countless environmental global problems.

Key words: Ecological problems, ecological crisis, pollution, young people

1. UVOD

Planeta Zemlja je od svog nastanka doživela neizmerno mnogo transformacija. Voda koju ima u izobilju, omogućila je nastanak života, evoluciju i razvoj složenih oblika života, vrsta koje su dovele i do nastanka homo sapiensa. Mnoge ekološke katastrofe dešavale su se spontano, izazvane erupcijama vulkana, udarima kometa i asteoida, zemljotresima i drugim pojavama koje su pratile oblikovanje Planete na kojoj živimo. Homo sapiens je izašao iz pećine i krenuo da osvaja prirodu, napredujući u svakom pogledu. Njegova znatiželja otvorila je mnoga polja, i korak po korak, kroz mnogo milenijuma, dobili smo čoveka koji ima razvijenu nauku i tehniku i živi u svetu blagostanja. Zahvaljujući prirodnim predispozicijama i razvoju nauke i tehnike poslednja dva milenijuma u znaku su neprekidnog i

ubrzanog napretka čovečanstva. Međutim, sa napretkom došlo je i do negativnih posledica, urušavanja ekološke ravnoteže, nastanka ekoloških problema, i na kraju ekoloških kriza lokalnog, regionalnog ili globalnog obima. Pucanje ozonskog omotača, globalno zagrevanje, proboji na nuklearnim elektranama su samo deo problema koje je neophodno rešiti, ako želimo da zadržimo u harmoniji dugoročno Planetu na kojoj živimo.

2. EKOLOŠKA KRIZA

Ekološke krize savremenog društva ispoljavaju se u narušavanju uravnoteženosti uslova u prirodi. Neki od razloga za njihov nastanak su: čovekovo nekontrolisano eksploataisanje prirode, nagli rast tehnologije, širenje

industrializacije i rapidni porast broja stanovništva, koji je prešao cifru od sedam milijarde.

Sve napred navedeno dovodi do ekoloških problema koji mogu da se razviju u ekološke krize, neretko ekološke katastrofe, a raspon delovanja je neretko globalnog karaktera. "Brojni su podaci koji mogu da ilustruju postojeće stanje pojedinih prirodnih resursa na Zemlji. Na primer:

1. Svake godine se oko 15,2 miliona hektara pošumljenog zemljišta u tropskim zemljama raskrči i promeni namenu.
2. Degradacijom zemljišta obuhvaćeno je oko 3600 miliona hektara od ukupne svetske kopnene površine koja iznosi 13 041 713 000 hektara.
3. 16% svetskog poljoprivrednog zemljišta je ugroženo procesom degradacije.
4. 24% (1130) vrsta kičmenjaka i 12% (1183) vrsta ptica se trenutno smatra ugroženim.
5. Skoro 2 milijarde ljudi se svakodnevno suočava sa problemima vezanim za nedostatak vode a procenjuje se da će 2025. godine taj broj biti oko 3,5 milijarde.
6. Oko 75% morskih riba je ugroženo i to u situaciji kada skoro 1 milijarda stanovnika zavisi od ribarstva ako primarnog izvora hrane.

Na preranu smrt ili bolesti koje su povezane sa rizicima u životnoj sredini otpada oko 20% smrtnosti ili bolesti u zemljama u razvoju." (Todić, Vukasović, 2002: 4,5). Ekološki problemi najčešće se otkriju onda kada dođe do ugrožavanja uslova i kvalitet života. Obično države u svojoj politici prate ekonomski razvoj ne gledajući mnogo na ekološke probleme koji mogu biti posledica nekontrolisanog trošenja prirodnih resursa. Krenulo se sa korišćenjem genetski modifikovane hrane, jer se populacija višestruko uvećala za samo nekoliko vekova. Klimatske promene dovode do propadanja poljoprivrednih proizvoda, jer dolaze iznenadno i neočekivano. Potrebno je da se čovek adaptira na promene, a vremena nema. I tek kada dođe i do ekonomske štete, obično sledi donošenje društvenih mera za zaštitu okoline.

Ekološke probleme nauka tretira kao posledicu ponašanja čoveka, koji je postao nemaran prema sredini u kojoj živi. Iako su pokreti za zaštitu životne sredine krenuli da aktivno deluju još sredinom prošlog veka, tek sada se vidi koliko smo uspeli da poremetimo cikluse na Planeti, ledeni omotači se tope, što može da ima katastrofalne i dalekosežne posledice. Zato je neophodno da se još od najmlađih uzrasta krene sa ekološkim osvešćivanjem svakog pojedinca. Poseban fokus stavlja se na osvešćivanje mladih. U ovom radu biće prezentovani samo delovi istraživanja zbog njegove kompleksnosti.

3. EKOLOŠKA KRIZA I MLADI KAO POTENCIJALNI NOSIOCI REŠENJA

Promene izazvane dosadašnjim čovekovim odnosom prema prirodi, dovele su do nastajanja ekoloških problema koji se na području zagađivanja okoline mogu razvrstati od zagađivanja vazduha, vode, zemljišta, pa sve do uticaja na klimatske promene ili smanjivanje biološke raznolikosti. Uopšteno važi teza da su nastali kao problemi u nedostatku ekonomskog i tehnološkog napretka." (Cifrić, 2005:222)

Ekološke probleme nauka tretira kao posledicu ponašanja čoveka, koji je postao nemaran prema sredini u kojoj živi. Značajan deo ekološki štetnog i neracionalnog ponašanja može da pređe u navike pojedinca, zato osnovna strategije formiranja ekološke kulture, treba da bude promena anti-ekološkog ponašanja mladih.

Dvadeset i prvi vek je doveo do drastičnih promena u razumevanju i vrednovanju ekoloških problema. U početku je to bilo pitanje ugroženosti lokalnih biotopa - zemlje, vode i vazduha. Kasnije su se nadovezali kompleksniji oblici ugrožavanja životne sredine – umiruće šume, oštećenje ozonskog omotača, efekat staklene bašte, koji zbog svojih posledica postaju predmet javnih akcija. Savremena reakcija na ekološke probleme je sve veće uključivanje različitih starosnih kategorija, a posebno mladih u njihovom razrešavanju. Aktivizam mladih ukazuje da oni imaju razvijenu ekološku kulturu, od koje zavisi i njihov dalji odnos prema prirodi, a koji se u najvećem delu sastoji „u saznanju tog fenomena. Neosporno je da se stavovi mladih prema vrednostima životne sredine formiraju na saznanjima o njenoj vrednosti.“ (Kundačina, 1998:14)

Veoma je bitno razumeti činjenicu da su mladi oni koji su nosioci promena, i da bi se poboljšali ekološki uslovi i sprečilo dalje narušavanje ekološke ravnoteže na Zemlji, neophodno je uticati na njihovo osvešćivanje, a samim tim i podizanje nivoa ekološke etike, ekološke svesti i ekološke kulture. "Formiranje i razvoj ekološke svesti mladih, tj. saznanje o ugroženosti ravnoteže u prirodnoj sredini i o uticaju tog narušavanja na položaj i egzistenciju čoveka, jeste condition sine qua non njihovog uspešnog ekološkog angažmana." (Mišković, 1997:18) Neophodno je da mlade kroz sistem obrazovanja, društvene mreže i ostale mehanizme informisanja, što formalnog, što neformanog upoznamo sa povezanošću prirodne i društvene komponente čovekove životne sredine. Da im objasnimo koji su to uzroci narušavanja i zagađivanja životne sredine. A najbitnije na kraju postaje da ih osvestimo o njihovoj ulozi i uticaju na smanjenje ili povećanje nivoa zagađenosti životne sredine, u zavisnosti od toga kako se ophode prema istoj.

Mladi mogu biti informisani o degradaciji životne sredine, a da istovremeno nemaju ravijenu ekološku svest i ekološku kulturu, pa samim tim ne mogu da budu aktivan činilac njene zaštite. Mora se imati u vidu da na saznanja pojedinca deluje niz činilaca koji uslovljavaju da ekološka svest bude nepotpuna. Televizija može biti jako korisno pomoćno sredstvo u obrazovanju mladih za zaštitu životne sredine, jer u kombinaciji zvuka i slike može da približi mladima na jedan verodostojan način ekološke probleme. Može, takođe omogućiti neposredno doživljavanje ekoloških vrednosti prikazivanjem određenog tipa emisija koje se bave ovom problematikom (npr. Opstanak, emisije o klimi i oštećenju ozonskog omotača, emisije o ugroženosti voda, itd.). One izazivaju osećanja zadovoljstva, oduševljenja, ljubavi, ponosa, straha za vlastitu bezbednost, srđžbe i slično. To se postiže samo ako su vrednosti životne sredine približene mladima, tako da se oni osećaju njenim delom. (Kundačina, 1998:14)

Od najranijeg detinjstva mladi treba da nauče da poštuju i da se brinu o svetu koji ih okružuje. (Vidi: Stamenković, Mihajlović, Marković, 2022.) Oni svojim znanjem i voljom mogu da menjaju svet oko sebe, da utiču na način mišljenja i

ponašanja odraslih. Neophodno je upoznati mlade sa posledicama smanjenja prirodnih resursa i obradivih površina, gomilanja komunalnog i opasnog otpada, odumiranja šuma i klimatskih promena. Ali i dati akcenat na podizanje svesti da su i oni deo ekosistema i da mogu dati svoj doprinos njegovom održanju. „Svesna da su ekološki problemi izuzetno važni za mlade, koji će u budućnosti morati da se bore sa posledicama grešaka iz prošlosti, lokalne i regionalne vlasti treba da podrže aktivnosti i projekte kojima se podstiče održivi razvoj i zaštita životne sredine i kojima su obuhvaćeni mladi i njihove organizacije.“ (Izmenjena i dopunjena Evropska povelja o participaciji mladih u lokalnom i regionalnom životu, Kongres lokalnih i regionalnih vlasti, Savet Evrope, Strazburg, 2003, str.16.)

U mladoj generaciji nalazi se neograničeni izvor energije koji može izazvati radikalne promene u društvu. (Vidi: Michelet, A.1972.) S obzirom na postojeću ekološku krizu uloga mladih može biti od izuzetnog značaja u rešavanju i sprečavanju nastanka ekoloških problema u budućnosti. Neophodno je podstaknuti mladog čoveka da se svojevredno počne baviti ekološkim aktivnostima, koje mogu obuhvatiti široku lepezu aktivnosti vezanih za zaštitu i očuvanje životne sredine.

Pored ekoloških aktivnosti ekološkom osvešćenju mladih može pomoći i učešće u ekološkim pokretima, koje im omogućuje da ostvare svoja interesovanja, ispolje svoju kreativnost, da se afirmišu i da se druže. (Joksimović, 1997:34) U ovakvim pokretima oni se ne afirmišu samo kao “mladi”, već i kao inicijatori novih modela “odraslosti”, modela koji su u skladu s novim potrebama i motivima ljudi u savremenom društvu. U tom procesu mladi koriste informacije i kulturna dostignuća koja im pruža savremeno društvo ne samo putem formalnog obrazovanja u školi, već i putem nekih drugih oblika neformalnog obrazovanja (npr. putem medija, naročito televizije). Učešćem u ekološkim pokretima, mladi razvijaju nove modele kulturnih i političkih aktivnosti kroz koje dokazuju svoju ravnopravnost s društvom odraslih i institucijama. Kroz ekološke pokrete mladi tragaju za svojim ličnim i socijalnim identitetom. Tom prilikom “većina mladih ostvaruje veze sa svojim vršnjacima koji imaju slične vrednosne sisteme, orijentacije i interese.” (Koković, 1997:74)

Mladi imaju za svoju osnovu zajednički istorijsko – društveni i prirodni prostor u kome već dolaze do izražaja “novi pristupi” akumuliranom kulturnom nasleđu, odnosno prevrednovanje duhovnog etosa mehanicističkog pogleda na svet – iluzije o apsolutnom gospodarenju nad prirodom, korena bespoštedne eksploatacije, razaranja prirode, dominirajućeg tipa tehnologije, profilerskog industrijalizma, obrazaca agresivne, patološke potrošnje. Njeno iskustvo i doživljaji ekoloških problema koji se dešavaju u vreme kada se odvija process formiranja ličnosti pojedinca, trajno ostaju putokaz u njihovom ponašanju. (Mišković, 1997:251)

4. METODOLOGIJA

Povodom ove tematike urađeno je istraživanje. Istraživanjem se pokušalo doći do podataka koliko su mladi na teritoriji grada Niša upoznati sa uzrocima zagađenja životne sredine. Ispitano je 507 ispitanika. Ovde ćemo izneti samo najrelevantnije podatke.

Ispitanici su pokazali da su veoma dobro informisani o uzrocima zagađenja životne sredine. Pitanja na osnovu kojih se zaključivalo o uzrocima zagađenja bila su grupisana u tri celine: zagađenje zemljišta, voda i vazduha. Najveći broj ispitanika 41,8% ispitanika smatra da su divlje deponije uzrok zagađenja zemljišta, 38,7% smatra da je to bacanje smeća van korpi za otpatke, 19,1% smatra da je to upotreba hemijskih sredstava, a samo 0,4% definiše da je nešto drugo uzrok zagađenja ovog medija (Tabela 1.).

Tabela 1. Uzroci zagađenja zemljišta.

Uzroci zagađenja zemljišta	F	%
Divlje deponije	212	41,8
Bacanje smeća van korpi za otpatke	106	38,7
Upotreba hemijskih sredstava	97	19,1
Nešto drugo	2	0,4
Ukupno	507	100,0

Otpadne vode su po mišljenju 43,0%, glavni uzrok zagađenja voda je 56,4% bacanje smeća u vodu, dok se za nešto drugo odlučilo samo 0,6% ispitanika (Tabela 2.).

Tabela 2. Uzroci zagađenja voda.

Uzroci zagađenja voda	F	%
Otpadne vode	218	43,0
Bacanje smeća u vodu	286	56,4
Nešto drugo	3	0,6
	507	100,0

Kao uzroke zagađenja vazduha 64,5% ispitanika smatra ispuste fabričkih dimnjaka, 35,3% ispuste iz automobile, dok se samo 0,2% opredelilo za nešto drugo (Tabela 3.).

Tabela 3. Uzroci zagađenja vazduha.

Uzroci zagađenja vazduha	F	%
Ispusti iz fabričkih dimnjaka	327	64,5
Ispusti iz automobila	179	35,3
Nešto drugo	1	0,2
Ukupno	507	100,0

5. ZAKLJUČAK

Problem ekoloških kriza je, što retko kada budu zadržane lokalno. Vetровi raseju zagađivače vazduha, voda je porozna, vreme raspadanja zagađivača zemljišta meri se na vekove i duže. Mladi su snaga koja ima potencijal da nešto promeni. Ako krenemo od najranijih dana da učimo decu da se papirići bacaju u kante, a ne gde god se nekom prohte napravili smo mali, ali vredan korak. Deca se identifikuju sa svojim roditeljima, i to je prvi korak ka ekološkom osvešćivanju. Ali, porodica je prva, ali ne i jedina instanca koja može da deluje na svest pojedinaca i da ga gradi u ekološki osvešćeno i ekološki moralno biće. Škola, fakulteti, sredstva masovnog in-

formisanja, društvene mreže, sve su to mehanizmi upoznavanja sa ekološkim problemima. Možda pojedinac ne može biti rešenja, ali može biti deo lanca koji će korak po korak, možda... jednog dana vratiti ekološku ravnotežu našoj Planeti..

LITERATURA

- [1] D. Todić, V. Vukasović, "Ekološka kriza u svetu i odgovor međunarodne zajednice", Savezni sekretarijat za rad, zdravstvo i socijalno staranje, Sektor za životnu sredinu, Beograd, pp 427-442, 2002.
- [2] I. Cifrić, "Ekološka zabrinutost, Percepcija ekoloških problema", Socijalna ekologija, pp.221-255, br. 1, 2005.
- [3] M. Kundačina, *Činioci ekološkog vaspitanja i obrazovanja učenika*, Užice : Učiteljski fakultet, 1998.
- [4] M. M. Mišković, Ekološka kriza i ekološka svest omladine, Viša škola za obrazovanje vaspitača Šabac, Beograd, Šabac: Eko centar, 1997.
- [5] I. Stamenković, Lj. Mihajlović, M. Marković, "Education for real life", THE POWER OF KNOWLEDGE - International Journal Vol. 54., 2022.
- [6] Izmenjena i dopunjena Evropska povelja o participaciji mladih u lokalnom i regionalnom životu, Kongres lokalnih i regionalnih vlasti, Savet Evrope, Strazburg, 2003.
- [7] Michelet, A.: Les outils de l'enfance, 1., 2., Delachauh et Niestle', Neuchatel, 1972.
- [8] D. Koković, Slobodno vreme, dosada i prestupništvo mladih, Zbornik radova Kultura slobodnog vremena dece i omladine, Šabac : Viša škola za obrazovanje vaspitača, pp 71-76, 1997.
- [9] S. Joksimović, Vršnjaci, slobodno vreme i socijalni razvoj mladih, Zbornik radova Kultura slobodnog vremena dece i omladine, Viša škola za obrazovanje vaspitača, Šabac, pp 34, 1997.

**INTEGRATIVNOST I INTERAKTIVNOST LIKOVNOG STVARALAČKOG
IZRAŽAVANJA DECE PREDŠKOLSKOG UZRASTA I STUDENATA-VASPITAČA**
**INTEGRATIVENESS AND INTERACTIVITY OF CREATIVE ARTISTIC
EXPRESSION OF PRESCHOOL CHILDREN AND STUDENTS OF
THE PRESCHOOL EDUCATION**

Vera Virijević Mitrović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Pirot, Čirila i Metotija 29, Pirot.*

Sadržaj – Ovaj pregledni rad predstavlja i teorijski zaokružuje vaspitno-obrazovnu praksu na nastavi predmeta Likovno stvaralačko izražavanje za studente osnovnih strukovnih studija programa strukovni vaspitač za rad sa decom predškolskog uzrasta, istovremeno ukazujući na potrebu i mogućnost pomeranja vaspitno-obrazovnih ciljeva i standarda na polje šireg sagledavanja uloge vaspitača u edukaciji i primeni likovnih sadržaja i aktivnosti dece predškolskog uzrasta primerenu savremenom dobu. Autorka stavlja naglasak na dve osobine likovnih aktivnosti: prvo, njihovu veliku interaktivnost u odnosu dete-kreacija, dete-vaspitač, međusobnom odnosu dece, kao i relaciji između likovnih aktivnosti izvedenih javno, u širem društvenom kontekstu i odnosa društvene sredine prema likovnom radu kao performansu dece i vaspitača. Drugo, integrativnost likovnih aktivnosti, tj. veliku moć povezivanja sa svakom drugom oblašću dečjeg saznanja i stvaralaštva, unutar holističkog pristupa; i šire od toga: mogućnost integracije u upoznavanju kulturnih sadržaja date društvene sredine. Primena sadržaja ove nastave u projektnom pristupu studenata kroz povezivanje u širi društveni kontekst učesćem vaspitača i predškolske ustanove sa decom predškolskog uzrasta vodi formiranju likovne kulture i ukusa vaspitanika, ali i većem prisustvu i primećenosti vrtića kao vaspitno-obrazovnih ustanova u kulturnom životu sredine. Ovakvom primenom sadržaja iz oblasti Likovnog stvaralačkog izražavanja postiže se ideal po kome deca i mladi treba da budu ko-stvaraoci i aktivni učesnici u formiranju kulture i izražavanju kulturnih sadržaja.

Ključne reči: Deca predškolskog uzrasta. Likovno stvaralačko izražavanje. Integrativnost nastave. Likovne aktivnosti. Vaspitačke studije.

Abstract – This overview paper outlines the focus on the educational practice of teaching Art creative expression in the context of a bachelor professional studies program for vocational teachers working with preschool children. The author highlights the need to broaden educational goals and standards, emphasizing the role of educators in teaching and applying art content and activities suitable for the modern age. Two key features of art activities are emphasized: 1. Interactivity – The paper discusses the dynamic interactivity inherent in art activities, highlighting relationships between the child and the creative process, between the child and the educator, among children themselves. It also considers the interaction between art activities performed publicly and their reception in the wider social context. 2. Integrativeness – The integrative nature of artistic activities is explored, emphasizing their connectability with other areas of children's knowledge and creativity within a holistic approach. Furthermore, the paper suggests the possibility of integrating art to explore cultural contents within a given social environment. The paper suggests that the application of the lesson's content through a project approach involving students, teachers, and preschool institutions in a wider social context contributes to the development of artistic culture and taste among preschoolers. Additionally, it enhances the visibility of kindergartens as educational institutions in the cultural life of the community. The overarching goal is to empower children and young people to be co-creators and active participants in shaping culture and expressing cultural content.

Key words: Children of preschool age. Artistic creative expression. Integrative teaching. Artistic activities. Preschool educational studies.

1. ZNAČAJ LIKOVNOG KREATIVNOG IZRAŽAVANJA; UNIVERZALNI PRINCIP UMETNOSTI KOJA OSLOBAĐA POZITIVNE EMOCIJE

Likovno kreativno izražavanje postoji kao izborni predmet za studente osnovnih strukovnih studija smjera vaspitača u Pirotu od akreditacije 2012. godine, ali se do danas zadržalo kao primamljiva oblast interesovanja studenata jer nudi širok spektar inovativnih tehnika i kreativnih odgovora u praktičnoj nastavi na teme koje se kroz ovaj predmet teorijski obrađuju. Studenti su godinama unazad rado birali likovno stvaralačko izražavanje u alternativni sa drugim predmetima izbornog bloka, što se može pripisati potrebi budućih vaspitača da se u pogledu likovnih pristupa i tehnika dodatno usavršavaju, da saznaju i pronalaze što raznovrsnije metode u radu sa predškolskom decom na likovnim aktivnostima. Međutim, kao dodatni benefit ovog predmeta, studenti dobijaju relaksirajući odnos prema likovnom radu, spontano se prepuštaju praktičnom delu nastave kroz najraznovrsnija likovna područja, od modelovanja, grafike, primenjene umetnosti, do oblikovanja u reciklažnim i poluoblikovanim materijalima. Njihov učinak je uvek na zadovoljavajućem nivou, srazmerno uloženom vremenu i pažnji, a da pritom lično spoznaju olakšavajuću, katarzičnu i lekovitu stranu bavljenja umetnošću – umetnost kao deo redovne mentalne higijene, kao aktivnost koja oslobađa od stresa, budi prijatno raspoloženje i pozitivne konstruktivne ideje i rešenja.

Ako bismo u internacionalnoj stručnoj literaturi potražili pojam koji je u polju psihološkog dejstva, blizak likovnom stvaralačkom izražavanju, to bi bio pojam umetničke kreativne aktivnosti – *artistic creative activities*, skraćeno ACA. *Artistic creative activities* su zapravo širi pojam, jer podrazumevaju osim likovnih aktivnosti i bavljenje muzikom, glumu, pisanje i ples. Svima je zajedničko, kao što to potvrđuju dosad izvedena istraživanja u polju psihologije, da umetničke aktivnosti preusmeravaju pažnju tako da se zaborave nepoželjne misli i osećanja, pojačavaju fokus na kreativni rad, pojačavaju samopouzdanje, pomažu u prevazilaženju anksioznosti, reafirmišu čitavu ličnost [1]. Umetničke stvaralačke aktivnosti su pojam koji objašnjava umetnost kao svakodnevno ili često praktikovanje određenih likovnih tehnika, kao hobija ili stvaralačke prakse bez aspekta predstavljanja javnosti, igre u likovnim materijalima koja je sama sebi dovoljna, motivisana unutrašnjom satisfakcijom. Ovaj pojam (ACA) često se upotrebljava u kontekstu shvatanja umetnosti kao mentalne higijene i preventivne psihičkih poremećaja; naročito se je u tom kontekstu pominjao u stručnim radovima koji posmatraju promene na određenom uzorku populacije u doba Kovid-19 izolacije kao preventiva depresiji [2]. Navedena istraživanja potvrđuju oslobađajuću i lekovitu ulogu likovnih stvaralačkih aktivnosti.

2. PRISTUP LIKOVNOM STVARALAČKOM IZRAŽAVANJU; RAD STUDENATA KAO SPONA KA AKTIVNOSTIMA DECE PREDŠKOLSKOG UZRASTA

Upoznajući teme u okviru nastave Likovnog stvaralačkog izražavanja podstakli smo studente da prošire znanje i praksu u dva smjera: upoznavanje prošlosti, etapa razvoja ljudske kulture i umetnosti sa naročitim osvrtnom na nacionalnu kulturnu baštinu. Drugi smer je umetnost sadašnjeg društvenog trenutka i budućnosti kroz upoznavanje tekovina savremenih

primenjenih umetnosti i umetnost kao društveno-angažovanu delatnost. Spoj između riznice prošlosti ka savremenom likovnom jeziku i tehnološkim tvorevinama kojima se služi savremena umetnost donosi višeslojnost ovom predmetu, i međusobno prožimanje tradicije i savremene kulture, upoznavanja nacionalnog bogatstva i univerzalnog značenja i primene znanja. Studenti -vaspitači se uče da sagledaju odgovarajuću temu silabusa, bila ona deo umetnosti starine ili savremenog pristupa, na način koji je prilagođen i primenjiv deci ranog, predškolskog uzrasta. Prvi smer je bio upoznavanje sa kuturnom baštinom, naročito sa materijalnom kulturnom baštinom Srbije i područja na kome se škola nalazi – grada Pirota i okoline. Studentski rad je u ovoj oblasti prilagođen u obimu, materijalu i tehnikama radu sa decom ranog uzrasta, gde je cilj da se između ostalih sposobnosti i vrednosti razvije i postepeno sazreva nacionalni identitet kroz upoznavanje i poštovanje spomenika kulture i artefakata sa čuvenih arheoloških lokaliteta Srbije – materijalne kulturne baštine, kao i upoznavanje sa običajima, tradicijom, starim zanatima – nematerijalne kulturne baštine. Vaspitači usvajaju znanja u ovoj oblasti i praktična uputstva za rad vezana za primenu odgovarajućih likovnih tehnika i materijala i metodičkih pristupa prilagođenih deci predškolskog uzrasta.

Decje saznavanje kulturne baštine je izuzetno značajan aspekt njihovog obrazovanja i razvoja. Učenje o kulturnoj baštini može imati brojne prednosti za decu: 1. Značaj očuvanja kulturne baštine – Kroz učenje o značaju očuvanja kulturne baštine, deca stiču svesti o važnosti zaštite i čuvanja spomenika i artefakata iz prošlosti. 2. Očuvanje identiteta – Učenje o kulturnoj baštini pomaže deci da razumeju svoju kulturnu i istorijsku pozadinu čime razvijaju svoj identitet i osećaj pripadnosti određenoj zajednici. 3. Razvoj poštovanja i tolerancije – Saznavanje različitih aspekata kulturne baštine pomaže deci da grade poštovanje prema različitostima i toleranciju prema drugim kulturama i tradicijama. 4. Učenje kroz iskustvo – Iskustvo i izražavanje kroz umetnost je najzanimljiviji i najopipljiviji, direktan način deca uče i iskustveno saznaju elemente svog kulturnog nasleđa. 5. Podstiče kreativnost i misao – Kulturna baština predstavlja bogat izvor inspiracije za kreativno izražavanje. Deca mogu razvijati svoju kreativnost kroz primenu i interpretaciju kulturnih elemenata. Obrazovni programi uključuju različite metode, kao što su posete muzejima, arheološkim lokalitetima, spomenicima kulture, etnografskim zbirkama, radionicama tradicionalnih zanata i kreiranje odgovarajuće likovne aktivnosti kroz likovnu radionicu na temu nekog segmenta bogate kulturne baštine podneblja. Ovakve aktivnosti ne samo što obogaćuju decu saznanjem, već i podstiču njihov interes i postojanu vezu sa njihovim nasleđem.

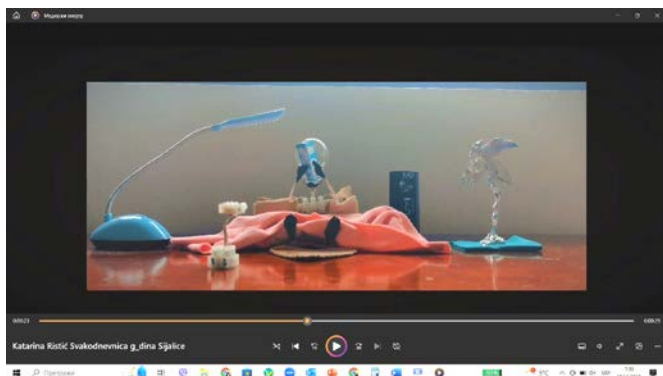


Slika 1. Likovna aktivnost – deca prave repliku Momčilovog grada od poluoblikovanih materijala [3].

U vremenu kojim dominiraju globalne kulturne vrednosti, upoznavanje studenata-vaspitača, a posredno i dece ranog uzrasta sa autentičnim kulturnim vrednostima svog okruženja, budi osećaj pripadnosti naciji, pozitivnu identifikaciju, ljubav i brigu za negovanje i očuvanje tog nasleđa. Najbolji način za razvoj ovog segmenta ličnosti je susret dece na licu mesta sa arheološkim lokalitetima u kraju, gradskoj tvrđavi, muzejima, galerijama, etnografskim postavkama u rekonstruisanim objektima ranijih epoha. Način koji smo upražnjavali na predmetu Likovno stvaralačko izražavanje je istovremeno upoznavanje kroz priču i vizuelne sadržaje sa kulturno-istorijskim spomenicima i kroz izradu dečje i studentske replike nalaza iz date epohe – sl. 1.

3. SAVREMENI OBLICI I MEDIJI LIKOVNOG STVARALAČKOG IZRAŽAVANJA STUDENATA-VASPITAČA

Drugi tok nastave kreće od upoznavanja studenata sa razlikama između pojmova tradicionalne likovne umetnosti i šireg pojma savremene vizuelne umetnosti. Studenti su svakako svesni savremenog sveta brzih informacija i komunikacija čije su potrebe preobratile i umetnost iz doživljaja umetničkog dela kao statičnog galerijskog ili muzejskog eksponata ka delu koje je interaktivno, pristupačno ne samo kao trodimenzionalni opipljivi objekt, već postoji i u virtuelnom svetu, svetu modernih medija obraćajući se čulima i saznanju posmatrača na dinamičan i interaktivan način. Stoga se u drugom delu nastave Likovnog stvaralačkog izražavanja pažnja posvećuje nekim najčešćim oblicima i medijima vizuelne umetnosti čiji su konzumatori i odrasli, a naročito deca: studenti se susreću sa zadatkom da stvore interaktivnu trodimenzionalnu ilustraciju, zatim pojedine radove u polju grafičkog dizajna, kao i svoje prve kadar-po-kadar animacije (sl. 2), da nauče osnovna pravila fotografisanja kojima unapređuju fotografiju od dokumentarne zabeleške ka umetničkom pogledu na stvarnost (sl. 4). Pritom, njihova uloga nije da postanu stvaraoci u polju ovih medija, ali je vrlo bitno da upoznaju i okušaju se u pristupu savremenim interaktivnim poljima kojima se vizuelni sadržaji plasiraju dečjoj publici čime proširuju polje svoje vizuelne pismenosti i shvataju principe stvaranja i dejstva ovih medija na decu najmlađeg uzrasta. U ovom delu, nastava Likovnog stvaralačkog izražavanja nadovezuje se na izborni predmet Dete u medijskom prostoru, koji takođe postoji na smeru za obrazovanje vaspitača odseka Pirot od 2012. godine.



Slika 2. Animacija kadar-po-kadar, studentski rad [4].

Grafički dizajn kojim se u ovom segmentu bave studenti tiče se stvaranja vizuelnog identiteta njihovog zamišljenog budućeg vrtića ili igraonice. Time se dodatno angažuje

samoinicijativni i preduzetnički duh kod studenata-vaspitača jer je izvesno da neće svi naći zaposlenje u državnim vaspitno-obrazovnim ustanovama, već, za razliku od vremena pre nekoliko decenija, verovatnije je da će najhrabriji i najpreduzimljiviji, možda i najkvalitetniji studenti postati vaspitači u privatnom sektoru. To je jedan od motiva da se Likovno stvaralačko izražavanje, osim sticanja osnovnih znanja i razumevanja pojma komunikativnosti univerzalnog vizuelnog jezika, bavi segmentom grafičkog dizajna. Tvoreći vizuelni identitet svog vrtića, studenti su upućeni da biraju boje i prepoznatljive oblike za svoj logo, koji izvode u tradicionalnim tehnikama, tj. "ručno" (crtanjem, slikanjem ili kolažom), ili se u zavisnosti od informatičkih afiniteta i kompetencija usmeravaju na rad sa računarskim softverom (sl. 3). Pritom savlađuju vrlo brzo i jednostavno mogućnosti implementiranja svojih grafičkih rešenja u gotove predloške, *template*, poput onih za rođendansku čestitku, pozivnicu, i dr.



Slika 3. Studentski radovi u oblasti grafičkog dizajna – logo vrtića (igraonice).

Kombinacijom ručnog rada i softverskih grafičkih rešenja, dolazimo do rezultata koji studente uveravaju u mogućnost samostalnog kreiranja vizuelnog identiteta svog privatnog poslovnog okruženja i stvaraju dodatno samopouzdanje u smeru samozapošljavanja, što je aktuelni problem savremenog društva zemalja koje izlaze iz procesa tranzicije ili gde se traži koegzistencija i balans između društvenog i privatnog sektora, u svim sferama, pa i u obrazovanju.

4. INTERAKTIVNOST I INTEGRATIVNOST LIKOVNOG STVARALAČKOG IZRAŽAVANJA

Interaktivnost likovnog stvaralačkog izražavanja je pojam koji treba shvatiti u najširem obliku – kao sociološki pojam interakcije među članovima društva, obraćanja nekoga ili neke grupacije nekome, tj. primaocu, sa idejom da i primalac učestvuje, tj. da da odgovor na ponuđeni sadržaj komunikacije. Potrebno je razlučiti sociološki pojam od informatičkog shvatanja interaktivnosti (medija). „Stoga se ne može reći da je samo digitalno komuniciranje interaktivno.“ [5] Zapravo, interaktivnost samih sadržaja i dela koja nastaju u toku ovog predmeta, mogla bi se preinačiti u komunikabilnost, tj. komunikacijsku ulogu umetnosti uopšte. Savremena umetnost je, podrazumevano, komunikativna, provokativna, šalje određenu poruku, postavlja društvena pitanja i očekuje odgovarajući odgovor publike, aktivno učešće u dešavanju; po tome se naročito ističe umetnost u vidu performansa u javnom prostoru. Interaktivnost se, dakle, u polju likovnog stvaralačkog izražavanja studenata-vaspitača i dece predškolskog uzrasta, posmatra kao sposobnost komuniciranja sa sredinom i buđenja interesa, tj. odgovora sredine na pitanja koja u društvu otvaraju likovni radovi dece i mladih, u ovom slučaju studenata-vaspitača, kao posrednika sa dečjim svetom.

Integrativnost likovnih stvaralačkih aktivnosti leži u njihovoj ogromnoj mogućnosti da se povežu sa svakom

sferom dečjih saznanja, jer deca razmišljaju i zaključuju na očiglednim i konkretnim primerima, koje, kao analfabeti, najbolje „zapisuju“, tj. ilustruju, sebi objašnjavaju i pamte putem crteža, slike ili modelovanja. S obzirom da se apstraktno mišljenje ne razvija do sedme godine, ovaj vid konkretnog „beleženja“ zapaženih i naučenih pojava i predmeta, od velikog je značaja za dečju mogućnost poimanja i pamćenja svake oblasti saznanja. Is tog razloga, kao što je poznato metodičarima, deca najlakše primaju i saznaju i početne matematičke pojmove, i okolinu, i govorno izražavanje, i muziku, ako se kroz sve ove sadržaje kao dopuna aktivnosti, kroz očigledni primer ili kao dečji rad, provlači aktivnost u oblasti likovnog izražavanja.

U ovom polju leži ogroman potencijal umetnosti za decu. Deca uče afektivno, samo znanje nije dovoljno da u vidu suvoparnih pojmova bude zabeleženo, memorisano. Većina dece saznanjima daje određenu emocionalno obojenu notu, tj. prema svemu što prima najčešće zauzima afektivni stav. U tom slučaju, bavljenje likovnim aktivnostima predstavlja most ili čarobni štapić kojim se deci mogu usaditi vrednosni stavovi, postaviti temelj njihovih saznanja o mnogim oblastima na osnovu kog će se u daljim etapama dečjeg razvoja razvijati i obogaćivati njihova kognitivna sfera. U prvom delu rada opisan je načina da deca spoznaju, nauče, shvate pojam i elemente kulturne baštine, da zavole, cene i neguju kulturno nasleđe u svom okruženju, ali i da ga koriste kao podsticaj i početak sopstvenog likovnog stvaralaštva. To je jasan primer integrativnosti pojmova iz okoline, istorije, arhitekture, pa i jezika (bogaćenje starim izrazima – arhaizmima vezanim za zanate i tradiciju), muzike i običaja kroz likovnu stvaralačku aktivnost.

S druge strane, mogućnosti interakcije aktera likovnog stvaralačkog izražavanja, tj. studenata-vaspitača, njihovih mentora, predškolske dece i rada koji oni mogu da plasiraju javnosti u sklopu neke organizovane akcije ili projekta su neiscrpne. Svaki izlazak iz tradicionalnog tipa nastave zatvorenog u zidove amfiteatra otvara mogućnost prezentovanja likovnog stvaralaštva javnosti i ukoliko je to potrebno, može da postane izazov kojim se skreće pažnja na aktivnost i daje pozitivan primer ustanove, Akademije tehničko vaspitačkih strukovnih studija u nekoj stvari od društvenog interesa: ekološkoj akciji, likovnoj radionici sa humanitarnim ciljem, osvrtnu na potrebe dece sa posebnim potrebama, napuštenim životinjama i drugim aktuelnim društvenim pitanjima. Odgovornost za ishod i rezultat grupne društveno angažovane likovne aktivnosti je svakako na savesti mentora, ali je i privilegija mentoru ako na završetku aktivnosti bude evidentan doprinos studenata i dece likovnoj novini i pobuđen interes javnog mnjenja.

5. ZAKLJUČAK

Interaktivnost likovnog stvaralačkog izražavanja u širem smislu ogleda se u neograničenim mogućnostima koje dela likovne umetnosti otvaraju u komunikaciji sa društvenom zajednicom. Preduslov za ovu komunikaciju i za vidljivost odnosno primećenost dela u društvenoj zajednici je i interakcija obrazovne institucije i mentora pod čijim se nadzorom delo ostvaruje sa medijima koji će delo predstaviti javnosti. Svako izvođenje dela u javnom prostoru treba dokumentovati fotografijom (sl. 5) ili video-zapisom. U savremenoj kulturi „ono što nije fotografisano, nije se ni

desilo“[6]. Uključivanjem medija i objava na društvenim grupama i preko internet-prezentacija: veb-sajta škole, opštine, kulturnih vodiča, turističke organizacije itd, stvaralačke aktivnosti studenata koje izlaze iz zatvorenih zidova amfiteatra i kabineta, čine obrazovnu instituciju i rad studenata-vaspitača vidljivim široj društvenoj zajednici. Osim promocije svog odseka, studenti i deca predškolskog uzrasta postaju nosioci i promoteri kulturnih vrednosti: likovnog opismenjavanja sredine i novih likovnih ostvarenja, mogu postati angažovani članovi društva u promociji ekoloških i drugih društvenih vrednosti: tolerancije, humanitarnih performansa, obeležavanja nekog državnog ili međunarodnog praznika i jubileja i sl. Time se zaista ostvaruje interaktivnost likovnog stvaralačkog izražavanja u najširem i najplemenitijem smislu.



Slika 5. *Studenti slikaju mural, unutrašnje dvorište ATVSS, odsek Pirot.*

LITERATURA

- [1] Francourt, D. et al. “How do artistic creative activities regulate our emotions? Validation of the Emotion Regulation Strategies for Artistic Creative Activities Scale (ERS-ACA)”, *PloS One*, No 14/2, 1-22, 2019.
- [2] Chmiel, A. et all. “Creativity in lockdown: Understanding how music and the arts supported mental health during the COVID-19 pandemic by age group”, *Frontiers in Psychology*, 1-18, 2022.
- [3] Тодоровић, Ј. *Културна баштина као подстицај за ликовно стваралаштво деце предшколског узраста*, завршни рад, Пирот: АТВСС, 45, 2023.
- [4] Ristić, K. *Svakodnevnica gospodina Sijalice*, animacija, https://www.facebook.com/100004019929303/videos/pcb.6744222389008150/691491829622338?locale=sr_RS pristupljeno 21. 11. 2023.
- [5] Kleut, J. „Interaktivnost i multimedijalnost: u potrazi za značenjem i kontinuitetom“, *Kultura*, br. 135, 163, Beograd: Zavod za proučavanje kulturnog razvitka, 2012.
- [6] Todić, M. prema Sindelić Nikolić, Lj. “Milanka Todić: Fotografija kao umetničko delo”, *Korzo portal*, dostupno na: <https://korzoportal.com/milanka-todic-fotografija-kao-umetničko-delo/> pristup: 22. 11. 2023.



OBRAZOVNI SISTEM RADI ONO ZA ŠTA JE STVOREN. I TO JE PROBLEM THE EDUCATION SYSTEM DOES WHAT IT WAS CREATED FOR. AND THAT IS THE PROBLEM

Ivan Stamenković, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Pirot, Ćirila i Metodija 29, Pirot*
Mirjana Marković, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Pirot, Ćirila i Metodija 29, Pirot*
Marija Novaković, *Osnovna škola Čegar, Školska bb, Niš*
Anđela Marković Apsolvent žurnalistike, *Filozofski fakultet, Ćirila i Metodija 2, Niš*

Sadržaj - Ovaj rad istražuje stanje u predškolskom i osnovnom obrazovanju u Republici Srbiji, ali i državama regiona, a u nekim aspektima i globalnu sliku. Rad se najpre osvrće na razloge za nezadovoljavajuće stanje u obrazovanju, naročito kod dece uzrasta od jedanaest do petnaest godina, tražeći razloge i u tradicionalnim postavkama obrazovnih sistema, ali i u njihovoj inertnosti u odnosu na rapidne društvene promene. Za razliku od prethodnog izlaganja, koje se zasnivalo na odsustvu potrebnih sadržaja i predlozima kojima bi obrazovanje moglo biti dopunjeno, ovaj rad je usmeren na istraživanje uslova u kojima se održava nastava i glavnih problema koje percipiraju nastavnici i roditelji. Posebna pažnja posvećena je problemu vršnjačkog nasilja i neadekvatnosti mehanizama kojima se obrazovni sistem bori protiv neželjenih pojava. Napravljen je osvrt na načine na koje se obrazovni sistemi zemalja razvijenog sveta bore protiv nasilja u školama i izdvojeni su primeri nekih pozitivnih rešenja, sa analizom njihove primenljivosti u državama na Balkanu. Pomenuti su primeri Politike nulte tolerancije koja se primenjuje u Finskoj, čiji obrazovni sistem važi za jedan od najefikasnijih na svetu. Kao druga pozitivna praksa, prepoznat je sistem vaučerizacije koji je na snazi u nekoliko zemalja, a za koji se očekuje da će se vremenom proširiti i da je potrebno da se domaća javnost na vreme upozna sa pozitivnim i negativnim aspektima. Ukazuje se na moguće probleme, među kojima je najveći onaj da bi državne obrazovne institucije mogle imati smanjenu konkurentnost, ali se takođe smatra da bi dodatni pritisak na državni obrazovni sistem mogao da dovede do izvesnih poboljšanja.

Ključne reči: Obrazovanje, problemi obrazovanja, vršnjačko nasilje, primeri iz inostranstva.

Abstract - This paper continues to explore the state of preschool and primary education in the Republic of Serbia, but also in the countries of the region, and in some aspects, the global picture. The paper first looks at the reasons for the unsatisfactory state of education, especially among children between the ages of eleven and fifteen, looking for reasons in the traditional settings of educational systems, but also in their inertness in relation to rapid social changes. In contrast to the previous presentation, which was based on the absence of necessary content and suggestions that could supplement education, this paper is focused on researching the conditions in which classes are held and the main problems perceived by teachers and parents. Special attention is paid to the problem of peer violence and the inadequacy of the mechanisms by which the educational system fights against unwanted phenomena. There is a review of the ways in which the educational systems of the countries of the developed world fight against violence in schools and examples of some positive solutions are highlighted, with an analysis of their applicability in the countries of the Balkans. Examples of the zero-tolerance policy applied in Finland, whose education system is considered one of the most effective in the world, were mentioned. As another positive practice, the voucher system is recognized, which is in force in several countries, and which is expected to expand over time and that it is necessary to inform the domestic public about the positive and negative aspects in time. Possible problems are pointed out, among which the biggest one is that state educational institutions could have reduced competitiveness, but it is also considered that additional pressure on the state education system could lead to certain improvements.

Key words: Education, problems of education, peer violence, examples from abroad.

1. UVOD

Ovaj rad predstavlja nastavak istraživanja koje sprovodimo na nivou predškolskog i osnovnog obrazovanja, među vaspitačima, učiteljima i nastavnicima, ali i među roditeljima dece pomenutih uzrasta.

2. CILJ

Najpre da razjasnimo paradoks iz naslova – zašto je problem što obrazovni sistem radi upravo ono za šta je stvoren? U javnosti postoji uverenje (a intervjui tokom istraživanja su to podržali) da je obrazovni sistem stvoren sa ciljem da deci pruži optimalan razvoj i osnovu za kvalitetan, ispunjen i produktivan život. Pritom, većina ispitanika se slaže da obrazovni sistem to ne čini u dovoljnoj meri, da postoje propusti, greške i mnogo prostora za neophodna poboljšanja. To uverenje je posledica laičkog verovanja da je obrazovni sistem stvoren zarad dobrobiti svakog pojedinačnog deteta. Istorija obrazovanja, međutim, pokazuje da to nije tačno. Tokom najvećeg dela ljudske istorije obrazovanje nije bilo opšte pravo, već privilegija malog broja povlašćenih. Samo su deca aristokratije mogla da dobiju nekakvo obrazovanje, često vrlo osnovno i usmereno na praktične aspekte budućeg položaja u društvu. Za decu običnih ljudi ne samo da nije bilo predviđeno nikakvo obrazovanje, već se aktivno sprečavalo da ga steknu. U mnogim srednjovekovnim društvima je seljak mogao biti kažnjen ako samoinicijativno nauči da čita. Tek u osamnaestom i devetnaestom veku se javlja ideja o opštem obrazovanju. Laici bi, opet, mogli pomisliti da je došlo do nagle pojave nekakvog altruizma, te su vlasti požejele da učine život običnih ljudi lakšim i sadržajnijim. Istorija nas, međutim, uči da je život radničke klase u devetnaestom veku često bio teži nego ikada pre, sa šesnaestočasovnim radnim vremenom u fabrikama i rudnicima. Uvođenje opšteg obrazovanja nije za cilj imalo stvaranje srećnijih ljudi, već stvaranje efikasnijih radnika. Obrazovni sistem je služio da stvara identične šrafove za industrijske procese i vojnike za ratove. Od dece se očekivalo da se prilagode sistemu, da se ukalupe i potisnu svoje individualne osobine. Vremenom, naravno, došlo je do poboljšanja uslova života, ali obrazovni sistem je inertan i nije se mnogo promenio u smislu ciljanog završnog proizvoda. I dalje našu decu po završenju obrazovanja niko ne pita da li su naučili da vode ispunjen i zadovoljan život, već ih pitaju kojim poslom će umeti da se bave. Posao svakako jeste važan aspekt života, to se ne može osporiti, ali je samo to – jedan od aspekata. Nažalost, gotovo celokupno obrazovanje je usmereno na njega. Može se reći da deca samo u predškolskim ustanovama i donekle u nižim razredima osnovne škole uče važne stvari koje će im biti potrebne za život. Već negde od desete godine njihovo obrazovanje se u potpunosti usmerava na osposobljavanje za buduće radno mesto.

3. DISKUSIJA

U radu koji smo pomenuli na početku i na koji se ovde pozivamo, već su izneti neki predlozi na šta bi trebalo usmeriti značajnije napore u obrazovanju, a ovde želimo da pomenemo još neke aspekte postojećeg obrazovanja koji nisu usmereni na sadržaj nastave, već na praktične probleme sa kojima se obrazovanje susreće. Budući da u timu imamo nekoliko članova koji su godinama radili u osnovnom

obrazovanju, kao i članove koji to i dalje rade, imamo značajna lična iskustva, dopunjena istraživanjem mišljenja vaspitača, učitelja, nastavnika i roditelja.

Kada se govori o kompetencijama nastavnog osoblja, najčešće se pominje aspekt stručnosti – vladanja materijom i sposobnosti da se znanje prenese. Međutim, iskustva na terenu pokazuju da je najveći problem nastavnika kako da uopšte drže nastavu. Teorija obrazovanja i najveći broj metodika tretiraju nastavu kao idealizovani proces u kome nastavnik treba samo da nađe način kako da što bolje prenese svoje znanje, a da su u učionici deca koja su željna i spremna da uče. U stvarnosti, međutim, najveći broj dece uzrasta od jedanaest do petnaest godina nije spreman da uči i ne želi da bude u učionici. Taj problem je najčešće izražen kod dečaka, koji često iznose implicitni stav da je učenje *za devojčice* i da dečaci koji pokazuju akademske ambicije često bivaju zlostavljani od strane ostalih dečaka i svrstavaju se na dno socijalne hijerarhije u školi. Tome svakako doprinosi i srozavanje statusa prosvetnih radnika i činjenica da vrlo često ljudi koji se percipiraju kao najuspešniji u društvu nisu imali dobar uspeh tokom školovanja i to rado potenciraju kao razlog za ponos. Takođe, u mnogim porodicama postoji stav roditelja da je obrazovanje nebitno i da su, po njihovom iskustvu, mnogo bolje prošli oni koji nisu gubili vreme na školovanje. Deca, naravno, takve stavove preuzimaju i gotovo je nemoguće usaditi im poštovanje za obrazovni proces. S druge strane, silom zakona, i takva deca su obavezna da prisustvuju nastavi i onda im bude dosadno, remete časove i otežavaju posao nastavnicima i deci koja žele da uče. Statistika pokazuje da najveći broj nastavnika i do polovine vremena trajanja časa potroši na uspostavljanje discipline i rešavanje situacija koje stvaraju nezainteresovani učenici. U mnogim slučajevima moraju da se suoče i sa slučajevima vršnjačkog nasilja, pa i nasilja usmerenog ka njima samima, a za šta oni najčešće nisu obučavani niti spremni. Frapantan je podatak da je skoro polovina mladih ljudi u ranim dvadesetim u istraživanju izjavilo da period koji su proveli u višim razredima osnovne škole predstavlja najneprijatnije iskustvo u dosadašnjem životu. Kao razloge naveli su neprestan osećaj anksioznosti i zabrinutosti da će biti predmet zadirkivanja, podsmeha ili fizičkog zlostavljanja. Najveći deo tih iskustava oni tokom trajanja školovanja nisu prijavljivali, zbog uvreženog uverenja da deca moraju sama da se izbore sa problemima i realnih situacija u kojima su deca koja prijave nasilje nakon toga bila izložena još jačim napadima vršnjaka. U najtežim slučajevima, nažalost, žrtve su počinile samoubistvo. Tek u takvim slučajevima javnost bi neko vreme bila zainteresovana za fenomen vršnjačkog nasilja, ali ni tada nije bilo nikakvih konkretnih akcija niti poboljšanja. Roditelji zlostavljane dece su izjavljivali da se osećaju nemoćno i nezaštićeno i da su im iz škola najčešće savetovali da oni promene školu dobrovoljno. Nastavnici se slažu da su im ruke vezane. Od disciplinskih mera njima su na raspolaganju smanjenje ocene iz vladanja, ukori i administrativne disciplinske mere. Pošto su, međutim, počinioci nasilja najčešće učenici koji ne vrednuju obrazovanje i nije ih briga za školski uspeh, njih predviđene kazne ne pogađaju. Zato oni vremenom počnu da se osećaju nedodirljivim, jer sistem ne može da im uradi ništa što bi ih zaista pogodilo. Povrh svega toga, u mnogim sredinama deca od četrnaest ili petnaest godina već počinju da imaju kontakte sa kriminalnim grupama i nastavnici su često svesni da u

školi imaju decu koja donose narkotike i oružje, a kojima ne mogu ništa. Neretko se plaše i za sopstvenu bezbednost.

Svi problemi koje smo izneli su opštepoznati svakome ko ima dodira sa obrazovanjem, a najčešće ih je svesna i laička javnost. Nažalost, nadležne institucije reaguju administrativno, tako što nalože formiranje timova za borbu protiv vršnjačkog nasilja i nastavnicima uvedu dodatne formulare za popunjavanje, dodatno opterećujući njihovu energiju i vreme. Naravno, zakonski okviri su takvi da nije ni moguće primeniti mere koje bi dale rezultate – nasilnike nije moguće udaljiti iz škole, niti se iko zalaže za takvo nešto.

4. REZULTATI

U svetlu svega rečenog, istražili smo praksu u drugim državama, da potražimo rešenja koja bi bila primenljiva, a koja ne bi ugrožavala zagarantovana prava deteta na osnovno obrazovanje. Prvi model koji se nameće je onaj koji se primenjuje u Finskoj, a koji se bazira na nultoj toleranciji prema nasilju, odnosno na pojačanom radu sa decom koja ispoljavaju nasilne tendencije još od predškolskog uzrasta, jer se pokazalo da su rezultati slabi kada se počne sa radom tek kada nasilnici dođu do sedmog ili osmog razreda i kada je povod za delovanje taj što više nije moguće prikrivati probleme unutar škole. Nažalost, većina naših sagovornika ne veruje da bi takav model bio primenljiv kod nas, jer često ističu da je u našem društvu problem nasilja ukorenjen, da deca imaju modele nasilnog ponašanja i u porodici i u užem okruženju i da roditelji često nisu u stanju da prepoznaju nasilje koje njihovo dete čini i ne pružaju podršku stručnim službama, a često se i aktivno suprotstavljaju.

Drugi model je prisutan u većem broju obrazovnih sistema (Švedska, Irska, Francuska, SAD, Hong Kong, Čile) i očekivano je da će se vremenom proširiti na još veći broj država, tako da bi bilo potrebno da naš obrazovni sistem ozbiljno razmotri tu mogućnost, a da zaposleni u obrazovanju treba da se pozabave informisanjem javnosti, kako bi ta mogućnost, kada za to dođe vreme, mogla da prođe kroz javnu raspravu. Radi se o takozvanoj *vaučerizaciji* obrazovanja. Nama je koncept privatnog obrazovanja već približen kroz privatne fakultete, ali i sve veći broj privatnih srednjih škola. Stavovi javnosti o kvalitetu privatnog obrazovanja se razlikuju, ali niko ne dovodi u pitanje pravo privatnog sektora da se bavi obrazovanjem. S druge strane, privatno osnovno obrazovanje je tabu. Iako u Srbiji postoji nekoliko privatnih osnovnih škola, javnost, čak i bez dovoljno informacija, takve škole smatra elitističkim i snobovskim ustanovama namenjen isključivo deci imućnih roditelja. Visina školarina u tim ustanovama svakako ne doprinosi razbijanju tih predrasuda. Vaučerizacija obrazovanja u pomenutim državama ima za cilj da privatno obrazovanje približi deci iz porodica sa prosečnim prihodima, jer škola novac koji odvaja za obrazovanje svakog deteta može da preusmeri roditeljima u vidu vaučera kojim oni plaćaju troškove (ili deo troškova) privatnog obrazovanja.

Koji su predviđeni benefiti vaučerizacije?

Roditelji osnovaca se slažu da nemaju mnogo izbora kada je u pitanju školovanje dece. Da, svaki roditelj ima slobodu da izabere bilo koju osnovnu školu da upiše dete. Ali roditelji se mahom slažu da među školama nema mnogo razlika. Postoje male (ponegde i izražene) razlike u kvalitetu

nastavnog kadra ili materijalnim uslovima, ali kada se radi o roditeljima dece izložene vršnjačkom nasilju, suštinska razlika ne postoji. Već je pomenuto da škole najčešće implicitno sugerišu roditeljima da je najbezbolnije rešenje za njihov problem da dobrovoljno prebace dete u drugu školu. Ne postoje, međutim, nikakve garancije da u drugoj školi neće biti identičnih problema. Vršnjačko nasilje, nažalost, predstavlja realnost naših škola, naročito u urbanim sredinama, gde se roditelji učenika ne poznaju međusobno. Vaučerizacijom obrazovanja bi bilo omogućeno otvaranje privatnih osnovnih škola za veći broj dece. Takve škole bi imale mogućnost da stvaraju okruženje bez nasilja, jer one nemaju ograničenje u pogledu uskraćivanja svojih usluga. A privatne škole za to imaju i ekonomski motiv, jer neće insistirati na zadržavanju jednog učenika sa problemima u disciplini, ako to znači rizik da nekoliko dece napusti školu i upiše se drugde.

5. ZAKLJUČAK

Svesni smo da bi takav potez predstavljao veliki udar na državno obrazovanje, jer bi se u mnogim školama značajno smanjio broj dece. Međutim, javnost se nominalno zalaže da svrha obrazovnog sistema bude dobrobit dece, a ne sigurnost postojanja zatečenih ustanova. Postoji mogućnost i da bi ta ugroženost mogla da predstavlja podsticaj državnim školama da intenzivnije rade na postizanju konkurentnosti. Pored zakonskih okvira koji prosvetnim radnicima i administraciji škola ostavljaju vezane ruke, veliki deo problema leži i u njihovoj nemotivisanosti da se problemima bave, budući da niko ne snosi posledice za prolongirano postojanje problema. Tek kada se desi eskalacija nasilja, javnost reaguje, često bude smenjen direktor škole, ali suštinski ne dolazi ni do kakvih trajnih promena. Možda bi egzistencijalni pritisak zbog postojanja privatnih osnovnih škola dugoročno učinio da i državno obrazovanje podigne kvalitet usluga..

LITERATURA

- [1] Colić M. (2023). *Obrazovanje i savremeno društvo*. Dom kulture Studentski grad.
- [2] Papan, J. (2018). *Politika za decu*. Službeni glasnik.
- [3] Adams K. (2019). *The Six Secrets of Intelligence: What your education failed to teach you*. Icon Books.
- [4] Tvenge, J. M. (2017). *iGen*. AtriaBooks
- [5] Martin, K. (2021). *Evolving Education*. Impress.
- [6] Freire, P. (2021). *Education for Critical Consciousness*. Bloomsbury Academic.
- [7] Rajović, R. (2017). *IQ deteta – briga roditelja*. NTC.
- [8] Švarc, B. (2009). *The Paradox of Choice*. HarperCollins.
- [9] Tvenge, J. (2009). *Narcissism Epidemic*. Free Press.
- [10] Mogel, W. (2001). *The Blessing of a Skinned Knee*. Penguin Books.
- [11] Warano, H. E. (2008). *A Nation of Wimps*. Brodway Books.
- [12] Nil, A. S. (1960). *Summerhill*. Hart Publishing Company.



NORMATIVNA ETIKA I POSLOVNA ETIKA NORMATIVE ETHICS AND BUSINESS ETHICS

Dejan Đorđević, *Akademija tehničko-vaspitačkih studija-Odsek Pirot, Ćirila i Metodija 29, Pirot*

Sadržaj - Cilj ovog rada je upoznavanja čitalaca sa značajem problemskih horizonata normativne etike za pravilno rešavanje dilema iz domena poslovne etike. Autor najpre daje kratak opis fizionomije glavnih misaonih pozicija u normativnoj etici (deontološka etika, konsekvencijalizam i etika vrline). Nakon toga izlažu se definicija i kratak istorijat poslovne etike. Naredno poglavlje je posvećeno relevantnosti pojedinih pravaca u normativnoj etici za donošenje pravilnih odluka prilikom nastupanja problemskih situacija iz oblasti poslovne etike. Zaključak koji autor donosi je da konsekvencijalistička etika u celini pruža najbolji okvir za rešavanje ovakvih problema; ipak, pitanje primene deontološke etike se ne može u celosti isključiti.

Ključne reči: Normativna etika. Deontološka etika. Poslovna etika. Konsekvencijalistička etika

Abstract - The goal of this paper is to introduce the readers to the significance of the problems of normative ethics to the adequate solutions of dilemmas which pertain to the domain of business ethics. The author firstly gives a short depiction of the main standpoints within the tradition of normative ethics (deontological ethics, consequentialist ethics and virtue ethics). After that a definition and short history of business ethics are explained. The next chapter is devoted to the relevance of particular standpoints within the tradition of normative ethics for making adequate decisions. Finally, the author comes up with the following conclusion: normative ethics does provides the best framework for the solution of the above mentioned problems; and yet, the question of applying deontological ethics cannot be entirely excluded.

Key words: Normative ethics. Deontological ethics. Business ethics. Consequentialist ethics.

1. UVOD

U radu koji sledi ukazuje se na značaj izučavanja tradicije normativne etike za pravilno rešavanje etičkih dilema vezanih za poslovni odnos.

2. PRAVCI U NORMATIVNOJ ETICI

Normativnu etiku valja definisati kao subdisciplinu etike koja utvrđuje kriterijume moralnog ocenjivanja nečijih postupaka.

Naravno, tradicija normativne etke se ne odlikuje jedinstvenošću u pogledu shvatanja navedenih kriterijuma. Stoga ćemo u nastavku teksta navesti glavne pravce u normativnoj etici i ukratko izneti fizionomiju ovih filozofskih učenja.

Deontološka etika svakako zaslužuje da bude prvonačena u ovom izlaganju; ovo iz razloga što su se mnoga shvatanja u "konkurentskim" pravcima utemeljila kao svojevrsan odgovor na probleme i misaone podsticaje koje deontolozi nisu uspeli da na prihvatljiv način reše.

Opet, ni tradicija deontološke etike se ne može pohvaliti doktrinarnom uniformnošću koja bi omogućavala jezgrovit i relativno jasan pregled. Stoga ćemo se na ovom mestu, iz razloga tehničko-operativne prirode, zadovoljiti time da ukratko izložimo suštinu najpoznatijih deontološki intoniranih rešenja problema normativne etike.

Deontolozi, naime, u prvi plan stavljaju "dužnosti" (izražene u "moralnim zapovestima" kao što su "ne kradi!", "ne ubij!" itd.) i potrebu da se moralni imperativi u toku svakodnevnog života poštuju bez obzira na posledice koje tom prilikom mogu da nastupe.

Već na prvi pogled su uočljivi nedostaci ovako formulisanih kriterijuma moralnog ocenjivanja postupaka. Ukoliko bismo postupali po uputstvima deontološke etike, došli bismo u prilično asurdnu situaciju da ćemo odbiti da ukrademo teroristički plan za dizanje u vazduh nekog dečjeg vrtića; deontolozi, naime, zahtevaju od nas prilično rigorističko postupanje po načelu "ne kradi!".

Stoga i ne čudi činjenica da se veliki broj filozofa-etičara priklonio alternativnim pravcima u normativnoj etici. Između ostalog, i *konsekvencijalizmu*.

Konsekvencijalizam je stanovište u normativnoj etici koje je savremeni američki filozof Džulija Drajver (Julia Driver) definisala kao "uverenje da je moralni kvalitet nekog postupka u celosti određen posledicama istog". [1] Ukoliko su posledice nekog postupka u skladu sa nekim vrednostima koje se smatraju intrisičnim (npr. očuvanje života i zdravlja velikog broja ljudi), onda ga, prema konsekvencijalistima, valja smatrati moralno ispravnim.

To bi u gore navedenom primeru pripreme označenog terorističkog akta značilo sledeće: krađa pisanog plana

sprovedenja dizanja u vazduh nekog dečjeg vrtića svakako bi bila moralno pogrešno iz perspektive deontološkog rigorizma. Međutim, sasvim je izvesno da bi ta krađa na globalnom planu proizvela daleko više pozitivnih od onih negativnih posledica, u tom smislu što bi verovatno dovela do očuvanja života i zdravlja mnogobrojne dece i zaposlenih u toj predškolskoj ustanovi. Stoga bi takvu jednu krađu, po konsekvencijalistima, valjalo smatrati moralno ispravnom radnjom.

Svakako najpoznatija varijanta konsekvencijalizma jeste *utilitarizam*. Prema definiciji koju nudi britanski filozof Entoni Kvinton (Anthony Quinton) utilitarizam predstavlja "kombinaciju opštih konsekvencijalističkih principa i hedonističkog principa prema kojem je zadovoljstvo jedina stvar koja je dobra po sebi".[2]

Iz gore navedenog se prilično lako dolazi do zaključka da je konsekvencijalistička etika daleko primerenija zahtevima "stvarnog života" od deontološke; pa ipak, obuhvatnija i opreznija analiza pokazali bi da se i konsekvencijalizam u svojim raznim varijantama ipak suočava sa izvesnim teškoćama koje se u pojedinim slučajevima mogu smatrati nesavladivim.

Nejasno je, na primer, koje činjenice valja kvalifikovati kao "dobro", a koje kao "zlo". Osim toga, izloženi opšti konsekvencijalistički principi sasvim sigurno ostavljaju nerazjašnjenim problem konstruisanja hijerarhije intrinzičnih vrednosti. Na primer, za nekoga je fizička sloboda "vrhunsko dobro", dok neko drugi apsolutni prioritet daje stanju socijalne sigurnosti.

Dileme bi ostale čak i kada bi se kojim čudom postigla opšta saglasnost o navedenim pitanjima. Postoje, naime, situacije kada je naprosto nemoguće napraviti čak ni verovatno istinit "račun sreće", koji bi bio rezultat "prebijanja" dobrih i loših posledica nekog postupka.

To je verovatno i razlog što su kasnije faze u istoriji etike bile obeležene, između ostalog, i formiranjem eklektički intoniranih stanovišta iz domena normativne etike.

Sa druge strane, sredina 20. veka bila je obeležena i ožvljavanjem interesovanja za treći pravac u normativnoj etici - *etici vrlina*, koja naglasak stavlja na problem razvoja čovekovog karaktera.

Kraj sve zapitanosti koja prožima duhovno pregalaštvo na području normativne etike, sasvim je izvesno da su pitanja iz ove oblasti neizbežna i da predstavljaju sastavni deo svakodnevnog života. Otuda i postojanje čitavog jednog niza dodatnih subdisciplina iz oblasti etike (tačnije, primenjene etike) kao što su etika vaspitačkog poziva, etika sporta, novinarska etika, itd. U ovom radu ćemo ukratko obraditi pojam poslovne etike.

3. POJAM I KRATAK ISTORIJSKI POSLOVNE ETIKE

Poslovnu etiku možemo definisati kao oblik primenjene etike namenjen razmatranju moralnih dilema koje nastaju u toku formiranja i održavanja poslovnih odnosa.

Problemi poslovne etike svakako su stari koliko i istorija čovekovog poslovnog pregalaštva. Međutim, poslovna etika kao formalna akademska disciplina uobličena je tek početkom sedamdesetih godina 20. veka. Američko Društvo za poslovnu etiku (Society for Business Ethics) osnovano je 1980. godine i redovno formira odgovarajuće interdisciplinarne filozofsko-naučne projekte. Počev od tog perioda preduzeća u zapadnim zemljama sve više i više proklamuju interesovanje za probleme poslovne etike.

Naravno, razloge za ovako narastajuće interesovanje za poslovnu etiku najverovatnije treba potražiti, između ostalog, i u dobro poznatim poslovnim skandalima koji periodično potresaju zemlje zapadne geopolitičke hemisfere. Nijednom preduzeću nije u interesu da od strane javnosti i nadležnih državnih organa bude označeno kao privredni subjekt koji krši odgovarajuće moralne norme.

Problem je, međutim, u tome što se konkretne situacije iz domena poslovne etike često ne mogu rešiti pozivanjem na odgovarajuće deontološke norme bezbrojnih publikovanih kodeksa iz ove oblasti. Zahtevi "stvarnog života" ponekad su takve prirode da delatnike prisiljavaju da makar na trenutak razmotre opšta shvatanja moralnosti koje nudi tradicija konsekvencijalizma. Uzimimo za primer situaciju kada bi kršenje deontološke norme neodavanja poslovne tajne moglo spasiti živote velikog broja nedužnih ljudi.

Sa druge strane, nekritičko i globalno prihvatanje konsekvencijalizma moglo bi voditi situaciji da do ogrešenja o deontološke norme dođe i u situacijama kada to nije potrebno.

Stoga je potrebno stvoriti socijalno-edukacijske mehanizme koji će delatnike iz domena poslovnih odnosa upoznati sa strategijama rešavanja navedenih problema.

4. ZAKLJUČAK

Moralne dileme koje se često u ovom ili onom obliku javljaju u toku zasnivanja i trajanja poslovnih odnosa često nije nimalo lako rešiti; u ove dileme nisu uključeni samo "teorijsko-imanentni" problemi kriterijuma moralnog ocenjivanja, nego i složeni psihološki mehanizmi prisutni kod delatnika (postojanje ili nepostojanje empatije, sklonost ka etičkom preispitivanju sopstvenih postupaka, odnosno odustvo iste, itd.) Stoga je neophodno da se delatnici poslovnih odnosa temeljno upoznaju sa osnovama poslovne i normativne etike. Bilo bi, međutim, nerealno i nepravedno očekivati da "stručnjaci za poslovnu etiku" ponude konkretna rešenja za sve moguće dileme iz ove oblasti; dobro poznati razlozi tehničko-operativne prirode to sprečavaju. Potrebno je zato da kursevi poslovne etike sadrže eklektičko upoznavanje sa opštim strategijama koje normativna etika nudi.

LITERATURA

[1] Driver, Julia: *Consequentialism*, Routledge, London, 2012., str. 5.

[2] Quintin, Anthony: *Utilitarian Ethics*, MacMillan, London, 1973, str. 1.



ФИГУРЕ ПОНАВЉАЊА У ПОЕЗИЈИ ЗА ДЕЦУ FIGURES OF REPETITION IN POETRY FOR CHILDREN

Душица Потих, *Академија техничко-васпитачких струковних студија - Одсек Пирот, Тирила и Методија 29, Пирот.*

Садржај - У овом раду бавимо се улогом стилских фигура у поезији за децу и у свету детињства ограничавајући се на групу која се одређује као фигуре понављања. Реч или група речи могу се понављати на различитим позицијама у реченици или стиху. Анафора се развија на почетку реченице или стиха, епифора на крају, анадиплоза на крају на почетку, а симплоха на почетку и на крају. Фигуре понављања делују на акустички аспект и ритмичку организацију поетског текста. Појам који се понавља смисаоно се истиче, а опетовање утиче и на лакше памћење и усвајање како самог појма тако и речи која га номинује.

Кључне речи: Стилске фигуре, фигуре понављања, поезија за децу.

Abstract - In this paper, we consider figures of speech in poetry for children and in the world of childhood, focusing on the group defined as figures of repetition. A word or group of words can be repeated in different positions in a sentence or verse. Anaphora develops at the beginning of a sentence or verse, epiphora at the end and then at the beginning, and symphoha at the beginning and at the end. Figures of repetition affect the acoustic aspect and rhythmic organization of the poetic text. A term that is repeated stands out meaningfully, and the repetition also affects the easier memorization of both the term itself and the word that nominates it.

Key words: Figures of speech, figures of repetition, poetry for children.

1. УВОД

Стилске фигуре можемо објаснити као типизирана средства језичне изражајности којима се одваја од „природног изражавања“ и свесно појачава језички израз новим изражајним могућностима. Механизам језичке изражајности почива на опозицијама. Гласовне опозиције детерминишу акустичну слику речи, а појмовне делују на значење. Већ у свакодневном говору искази су „натопљени афективношћу“, која се постиже на пример претеривањима и понављањима. Речи добијају називе или по својој функцији или на основу сличности с неком другом појавом. Примарна значења речи непосредно упућују на представе предмета, појава, особина и процеса. Померањем значења речи језик се експресивно и емоционално боји, постаје економичнији, лепши, сликовитији, богатији.¹

2. СТИЛСКЕ ФИГУРЕ

Стилске фигуре су настале из самих механизма језика, а неке друге најпре припадају принципима мишљења, да би тек потом порекло нашле у принципима језика. Многе од њих припадају самом начину на који размишљамо, на који себи организујемо и објашњавамо

стварност. Прешавши из сфере мишљења у сферу језика, феномени које зовемо стилским фигурама најпре служе да ту исту стварност именујемо. Као изражајна средства, оне су тек трећи степен употребе језика. Когнитивни аспект стилске фигуре, везан за принципе мишљења, и њена номинациона вредност, везана за механизме језика, омогућују јој често и висок степен сазнајне вредности.

Оне се заснивају на креативном односу према мишљењу, али и према језику. Стилске фигуре истражују могућности језика. Његови су изражајни потенцијали много већи од оних који су нам, већ примењени, познати. Те могућности не огледају се само у стварању нових речи, већ и у контекстуалној примени – у успостављању нових веза и односа међу њима. То значи да се указује на нова значења и нове конотативне сфере речи чији су садржаји конвенционални па су стилске фигуре онај стваралачки новум на коме почива песнички језик.

Реторички поступци су и језички механизми помоћу којих се писац приближава детету. Посебну пажњу обратићемо на подстицајно деловање стилских фигура. Говор детета се највише развија под утицајем околине. Управо од ње зависи како ће дете говорити кад одрасте. Зато је и улога васпитача који добро влада језиком веома велика. И књижевност има важно место у процесу овладавања језиком јер обилује квалитетним моделима који ће помоћи детету да своје мисли саопшти разумљиво, лако, изражајно и верно. Књижевност утиче

¹ Литература о стилским фигурама којом смо се користили је: [1] [2] [3]

и на изоштравање осетљивости за значење, а буди и жељу за даљим усавршавањем. „Захваљујући књижевности дете упознаје говор као средство личног израза, емотивно обојеног и прилагођеног потребама појединца да искаже своју различитост, посебан начин гледања на ствари, сопствени непоновљиви свет.“² Песнички језик својом сликовитошћу и разиграношћу делује подстицајно и ослобађајуће на говор деце не само у смислу подражавања или усвајања песничког начина изражавања, већ и као добар модел за дете да само ствара говорне игре и стилске фигуре. „Као и у књижевности, однос детета према стварности је пре истраживачки и естетски него прагматичан. Да би изразило свој однос, оно спонтано проналази поступке којима се служе и песници: римовани и ритмички говор, парадокс и асоцијације, метафоричка поређења, сликовите описе набијене емоцијама, набрајања, понављања и сл.“ [4: 6–7] На тај начин књижевност помаже детету да развија своје лингвистичке вештине.

Ми се у овом раду бавимо фигурама понављања у *Антологији књижевности за децу I* Зоране Опачић [5]² и издавајмо: анафору, епифору, анадиплозу и симплоху.

3. ФИГУРЕ ПОНАВЉАЊА

Фигуре понављања настају опетовањем речи или групе речи на почетку или на крају реченице или стиха. Њима се постижу ритмичност, снага израза и интензитет осећања. Реч која се понавља се и значењски издваја. Она се ретко када поново јавља у потпуно истом контексту тако да промењени контекст може указати на неку нову нијансу значења или неки другачији емоционални садржај иако се исказују на исти начин. О анафори говоримо онда када када низ стихова, реченица или њихових делова почиње истом речи или групом речи. У поезији за децу среће се још од њених почетака, као у иницијалним стиховима песме „Циц (Рибарчета сан)“² Бранка Радичевића:

Ал' се небо осмеива, Ал' се река плави.

Почињући понављањем узвика, Радичевић одмах истиче емоционалну компоненту овог поетског текста. Уз епифору најфреквентнија у стиховима намењеним најмлађима, анафора је подједнако честа и код млађих песника. Тако се, на пример, понавља насловна синтагма песме „Кусам сусам“ Дејана Алексића наглашавајући њен хумор заснован на акустичкој компоненти речи. Анафора је, штавише, и структурни импулс овог поетског текста који се гради на понављањима и гласовним подударацима у чијем је средишту мотив: сусам, али се не исцрпљује ванредним формалним ефектима.

Епифора је понављање речи, једне или више њих, на крају стихова или реченица. Александар Вучо у песми „Мој отац трамвај вози“ на позицију ултима фреквентно поставља глагол: возити, али и именицу: нога, која је носилац социјалног карактера текста. Ове лексеме се налазе у свим строфама и повезују песму тематски,

идејно и акустички. Поврх тога, иницијална строфа уводи и мотив звоњава:

Мој отац, кад трамвај вози,
стоји на десној ноzi,
а другом ногом звони
да се са клизаве шине
несташно дете скине
он грчи ногу и звони
да псето не погине; /
он звони, звони и звони
да се са дуге пруге
уморни радник склони.

Ова ономотопејска реч својим звучним ефектима доприноси драматичности песме. Фигуре понављања употпуњују анафоре, која се и иначе често комбинује с епифором, па су заменица: он и везник: да кохезиони елементи тематског слоја текста.

Поновљени садржај, без обзира на функцију ових изражајних средстава у конкретним примерима, јесте и мнемотехничко средство. Он олакшава памћење било да је реч о разумевању поетског текста или усвајању појединачних речи. Фигуре понављања баратају и групом, не само појединачном речи. Тако ће се уметнута реченица:

– верујте, без шале, –

на завршној позицији сложене реченице, понављати током целе „Пачије школе“ Јована Јовановића Змаја шаливо инсистирајући на истинитости опеваног догађаја. Наведени примери показују да вокабулар поезије за децу, с обзиром на то да је намењена малишанима који тек усвајају језик, ваља да буде једноставније структуре и једноставнијег значења. [6: 5]

Због тога су анадиплоза и симплоха, сложенијег састава, мање фреквентне фигуре у овом типу писма. Анадиплоза је понављање речи или групе речи на крају једног и почетку следећег стиха, односно реченице, као на пример у песми „Вида и златан сан“ Јована Суботића:

Заспала је мала Вида /.../ А Вида се засмејала.

Слично је и у Змајевој песми „Мали Јова“:

Једио се мали Јова /.../
Мали Јова силом хтеде.

У оба примера је реч и о смењивању регуларног реда речи с инверзијама сходно потребама версификације и напору песника да не наруше метрички образац, а заједно с њим и мелодију стихова. У песми „Коларић“ Јована Грчића Миленка:

Нико не зна куда хита,
Куда хита, куд се скита.

Полетни ритам анадиплозе део је њене ведре атмосфере.

У песми „Рибица“ Петра Деспотовића мотив: удица јавља се у свакој строфи, а у првој гради анадиплозу:

Бежи јадна од удице,
Удица је оштра врло.

² Сви стихови које цитирамо наведени су према овом издању и на њега се више нећемо позивати.

Овај тип фигура истиче значај поновљеног појма, а у наведеном примеру тако нагомилан и наглашен у иницијалној позицији додатно појачава значење. Репертоар функција фигура понављања значајно употпуњује песма „Чудан јунак (загонетка)“ Бранислава Цветковића (Чика Бране). Већ сам наслов – колико лик јунака, толико и жанровско одређење – активирају усмено наслеђе, за које се уосталом, ови реторички механизми карактеристични. Њен медијални сегмент структурира анадиплоза:

На глави му калпак и челенка,
Од челенке покрила га сенка.
На ногама копчали чакшире,
Из чакшира босе ноге вире

Која подражава поступке народне књижевности. Песнички језик увек је носилац језичког памћења, а наведени пример и књижевног памћења. Ова песма уводи дете у богат и сложен свет књижевности, што је још једна педагошка добробит фигура понављања.

Симплоха је фигура понављања која комбинује анафору и епифору. Она речи или групу речи понавља на почетку и на крају реченица или стихова. У песми „Отац и син“ Ђуре Јакшића срећу се два примера. У првом:

Вашар је био – а на вашару,
Сабље, пиштољи, арапски ат

заједно с економичном разговорном елипсом и у ефектном контрасту с акумулацијом подражава наративност говорног језика доприносећи језгровитости стила песме. Друга симплоха:

– Ах, бабо, бабо, купи ми, бабо

испољава типичнију улогу фигура понављања. Она је носилац емотивног аспекта песме „Отац и син“, карактеристичне и по широком емоционалном дијапазону и његовим преокретима, које оснажују контрасти и понављања. Подсетимо се значаја коју емоционалност стила има у поезији за децу. Структурно захтевна, симплоха је најмање фреквентна фигура понављања у изабраном корпусу тим више што захтева простор, што међутим, није копматибилно поезији за децу, која тежи језгровитости.

Фигуре понављања нису само ритмичко средство нити само начин да се појача емоционално-мисаона димензија исказа, већ у комбинацији са другим фигурама постижу сложене ефекте учествујући чак и у структурирању песме. Такве су, на пример, песме „Шта је отац“ Драгана Лукића или „Дете“ Љубивоја Ршумовића, поетски текстови који се граде управо на поновљеним појмовима и групама речи (синтагмама и синтаксама). Опетовање показује тенденцију да уводи емоционалне и мисаоне нијансе, па и разлике. Парадигма

фигура понављања јесте песма „Плави зец“ Душана Радовића, у којој наведене функције ових поступака достижу кулминацију. Карактеристичан и по тежњи да се приближи језику деце, Радовић је карактеристичан управо и по реторички понављања, која у његовим стиховима постиже различите ефекте испољавајући се у својој раскоши своје мултифункционалности.

4. ЗАКЉУЧАК

Стилске фигуре чине значајан сегмент песме за децу. Оне, најпре, остварују звучне ефекте, без којих стих не би привукао пажњу малишана па не би било ни комуникације. Песник акустику постиже наглашавањима гласова, понављањем сегмената, као и начином на који конструише исказ. Све ове појаве натопљене су афективношћу, а могу бити и носиоци хумора. Понављања и истицања, поред тога, указују на значај предмета о коме се говори и велику улогу имају у процесу усвајања језика и у процесу сазнања. Свако ко вешто и маштовито примењује стилске фигуре – и као стилске поступке, али и као сегменте самог језика – до детета лакше и успешније допире. Деца не само што не морају да буду писмена, него тек овладавају језиком и значењима речи. Велика је улога стилских фигура и у делу намењеном детету, али и у раду и у свакодневној комуникацији с њим јер оно и посредством звука и посредством песничке слике сазнаје поруку. Свесни рад на употреби реторичких поступака и њихова циљана примена у раду с децом ангажују и самог васпитача, и његове интелектуални потенцијал, а његово професионално деловање и стручне компетенције подижу на већи степен.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Речник књижевних термина*, Нолит, Београд, 1985.
- [2] Иво Тараља, *Теорија књижевности за средње школе*, ЗУНС, Београд, 2000.
- [3] Драгиша Живковић, *Теорија књижевности с теоријом писмености*, Драганић, Београд, 2001.
- [4] Љубица Дотлић, Емил Каменов, *Књижевност у децем вртићу*, Змајеве дечје игре, Одсек за педагогију Филозофског факултета у Новом Саду, Нови Сад, 1996.
- [5] Зорана Опачић, *Антологија књижевности за децу I*, Издавачки центар Матице српске, Нови Сад, 2018.
- [6] Слододан Ж. Марковић, *Записи о књижевности за децу*, Научна књига, Београд, 1973.