



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА



ЗБОРНИК РАДОВА ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Едиција: Техничке науке - зборници

Година: XXXV

Број: 2/2020

Нови Сад

Едиција: „Техничке науке – Зборници“

Година: XXXV

Свеска: 2

Издавач: Факултет техничких наука Нови Сад

Главни и одговорни уредник: проф. др Раде Дорословачки, декан Факултета техничких Наука у Новом Саду

Уредништво:

Проф. др Раде Дорословачки

Проф. др Драгиша Вилотић

Проф. др Срђан Колаковић

Проф. др Владимир Катић

В.проф. др Дарко Стефановић

В.проф. др Себастиан Балош

В.проф. др Драган Ружић

В.проф. др Мирослав Кљајић

В.проф. др Бојан Лалић

В.проф. др Дејан Убавин

В.Проф. др Мирослав Ђукић

В.проф. др Борис Думнић

Проф. др Јелена Атанацковић Јеличић

Проф. др Властимир Радоњанин

Проф. др Драган Јовановић

Проф. др Мила Стојаковић

Проф. др Ливија Цветићанин

Проф. др Драгољуб Новаковић

Проф. др Теодор Атанацковић

Редакција:

Проф. др Владимир Катић, главни
уредник

В.проф. др Жељен Трповски, технички
уредник

В.проф. др Дарко Стефановић

Проф. др Драгољуб Новаковић

Доц. др Иван Пинђер

Бисерка Милетић

Језичка редакција:

Бисерка Милетић, лектор

Софија Рацков, коректор

Мр Марина Катић, преводилац

Савет за библиотечку и издавачку делатност ФТН,
проф. др Милан Мартинов, председник.

Штампа: ФТН – Графички центар ГРИД, Трг Доситеја Обрадовића 6, Нови Сад

CIP-Каталогизација у публикацији
Библиотека Матице српске, Нови Сад

378.9(497.113)(082)
62

ЗБОРНИК радова Факултета техничких наука / главни и одговорни уредник
Раде Дорословачки. – Год. 7, бр. 9 (1974)-1990/1991, бр.21/22 ; Год. 23, бр 1 (2008)-. – Нови Сад :
Факултет техничких наука, 1974-1991; 2008-. – илустр. ; 30 цм. –(Едиција: Техничке науке –
зборници)

Месечно

ISSN 0350-428X

COBISS.SR-ID 58627591

ПРЕДГОВОР

Поштовани читаоци,

Пред вама је друга овогодишња свеска часописа „Зборник радова Факултета техничких наука“.

Часопис је покренут давне 1960. године, одмах по оснивању Машинског факултета у Новом Саду, као „Зборник радова Машинског факултета“, а први број је одштампан 1965. године. Након осам публикованих бројева у шест година, пратећи прерастање Машинског факултета у Факултет техничких наука, часопис мења назив у „Зборник радова Факултета техничких наука“ и 1974. године излази као број 9 (VII година). У том периоду у часопису се објављују научни и стручни радови, резултати истраживања професора, сарадника и студената ФТН-а, али и аутора ван ФТН-а, тако да часопис постаје значајно место презентације најновијих научних резултата и достигнућа. Од броја 17 (1986. год.), часопис почиње да излази искључиво на енглеском језику и добија поднаслов «Publications of the School of Engineering». Једна од последица нарастања материјалних проблема и несрећних догађаја на нашим просторима јесте и привремени прекид континуитета објављивања часописа двобројем/двогодишњаком 21/22, 1990/1991. год.

Друштво у коме живимо базирано је на знању. Оно претпоставља реорганизацију наставног процеса и увођење читавог низа нових струка, као и квалитетну организацију научног рада. Значајне промене у структури високог образовања, везане за имплементацију Болоњске декларације, усвајање нове и активне улоге студената у процесу образовања и њихово све шире укључивање у стручне и истраживачке пројекте, као и покретање нових мастер и докторских студија, доносе потребу да ови, веома значајни и вредни резултати, постану доступни академској и широј јавности. Оживљавање „Зборника радова Факултета техничких наука“, као јединственог форума за презентацију научних и стручних достигнућа, пре свега студената, обезбеђује услове за доступност ових резултата.

Због тога је Наставно-научно веће ФТН-а одлучило да, од новембра 2008. год. у облику пилот пројекта, а од фебруара 2009. год. као сталну активност, уведе презентацију најважнијих резултата свих мастер радова студената ФТН-а у облику кратког рада у „Зборнику радова Факултета техничких наука“.

Поред студената мастер студија, часопис је отворен и за студенте докторских студија, као и за прилоге аутора са ФТН или ван ФТН-а.

Зборник излази у два облика – електронском на веб сајту ФТН-а (www.ftn.uns.ac.rs) и штампаном, који је пред вама. Обе верзије публикују се сваки месец, у оквиру промоције дипломираних мастера.

У овом броју штампани су радови студената мастер студија, сада већ мастера, који су радове бранили у периоду од 30.09.2019. до 31.10.2019. год., а који се промовишу 27.01.2020. год. То су оригинални прилози студената са главним резултатима њихових мастер радова.

Известан број кандидата објавили су радове на некој од домаћих научних конференција или у неком од часописа. Њихови радови нису штампани у Зборнику радова.

Велик број дипломираних инжењера–мастера у овом периоду био је разлог што су радови поводом ове промоције подељени у две свеске.

У овој свесци, са редним бројем 2., објављени су радови из области:

- грађевинарства,
- саобраћаја,
- графичког инжењерства и дизајна,
- архитектуре,
- инжењерског менаџмента.
- инжењерства заштите на раду и заштите животне средине,
- мехатронике,
- геодезије и геоматике,
- регионалне политике и развоја,
- управљања ризиком од катастрофалних догађаја и пожара,
- инжењерства информационих система и
- анимација у инжењерству.

У свесци са редним бројем 1. објављени су радови из области:

- машинства и
- електротехнике и рачунарства.

Уредништво се нада да ће и професори и сарадници ФТН-а и других институција наћи интерес да публикују своје резултате истраживања у облику регуларних радова у овом часопису. Ти радови ће бити објављивани на енглеском језику због пуне међународне видљивости и проходности презентованих резултата.

У плану је да часопис, својим редовним изласком и високим квалитетом, привуче пажњу и постане довољно препознатљив и цитиран да може да стане раме-уз-раме са водећим часописима и заслужи своје место на СЦИ листи, чиме ће значајно допринети да се оствари мото Факултета техничких наука:

„Високо место у друштву најбољих“

Уредништво

SADRŽAJ

STRANA

Radovi iz oblasti: Građevinarstvo

1. Nemanja Popadić, PROJEKAT ARMIRANOBETONSKE VIŠESPRATNE ZGRADE U NOVOM SADU PREMA EVROPSKIM STANDARDIMA	203-206
2. Ivan Jovanović, PROJEKAT I UPOREDNA ANALIZA DVA ARMIRANOBETONSKA OBJEKTA OKVIRNOG I DOMINANTNO ZIDNOG SISTEMA PO EVROKOD STANDARDU	207-210
3. Slobodan Marković, PROJEKAT ARMIRANOBETONSKE VIŠESPRATNE ZGRADE U UGLJEVIKU PREMA EVROPSKIM STANDARDIMA	211-214
4. Aleksandar Đuraš, OPTIMIZACIJA POSTUPKA MONTAŽE SPREGNUTOG DRUMSKOG MOSTA PREKO RIJEKE SAVE	215-218
5. Tamara Radanović, Vladimir Mučenski, SAVREMENA TEHNOLOGIJA ODLAGANJA SEDIMENTA NA PRIMERU PLOVNOG BEGEJA	219-221
6. Stefan Mihajlović, PROJEKAT FUNDIRANJA VIŠESPRATNE ZGRADE I ANALIZA INTERAKCIJE TEMELJNE PLOČE I TLA	222-225
7. Marko Tadić, ANALIZA PREDNOSTI I PRIMJENA POROZNOG ASFALTA U SAVREMENOM GRAĐEVINARSTVU	226-229

Radovi iz oblasti: Saobraćaj

1. Srđan Ljiljak, RACIONALIZACIJA LOGISTIKE NABAVKE NA PRIMERU PROIZVODNE KOMPANIJE	230-233
2. Đorđe Timotić, Nenad Ruškić, VREDNOVANJE PREDLOGA MERA ZA POBOLJŠANJE USLOVA ODVIJANJA SAOBRAĆAJA NA RASKRSNICI ULICA MASARIKOVA-POCERSKA-CERSKA U ŠAPCU	234-237
3. Milijana Lazarević, Pavle Pitka, UPOREDNA ANALIZA TRANSPORTNE PONUDE I TRANSPORTNIH ZAHTJEVA JAVNOG PREVOZA PUTNIKA U VEĆIM GRADOVIMA SRBIJE	238-241

	STRANA
4. Milena Ninović, PRIMENA SOFTVERA QGIS I PROGRAMSKOG JEZIKA PYTHON U ANALIZI PODATAKA	242-245

Radovi iz oblasti: Grafičko inženjerstvo i dizajn

1. Radivoj Radojčić, Dragoljub Novaković, Nemanja Kašiković, ODRŽAVANJE GRAFIČKOG SISTEMA KOLBUS KM473	246-249
2. Milica Milivojević, Željko Zeljković, IZRADA PROTOTIPA U SOFTVERSKOM ALATU ADOBE EXPERIENCE DESIGN	250-253
3. Vladimir Jugović, TEHNOLOŠKI PROCES IZRADE KOMPJUTERSKE ANIMACIJE	254-257
4. Anja Pavković, Vladimir Dimovski, LENTIKULARNA TEHNIKA U PROSTORNOM DIZAJNU	258-261
5. Goran Poletanović, Neda Milić, IZRADA APLIKACIJE MEŠOVITE STVARNOSTI	262-265

Radovi iz oblasti: Arhitektura

1. Olivera Bratić, ENTERIJER PEKARE I POSLASTIČARNICE U NOVOM SADU	266-268
2. Amir Ramusović, REAKTIVACIJA OBJEKTA NEKADAŠNJE KOŽARE U NOVOM SADU	269-272
3. Danijela Večanski, VIŠENAMENSKI PROSTOR U OBJEKTU ČEŠKOG MAGACINA U NOVOM SADU	273-276
4. Ena Vorkapić, REVITALIZACIJA INDUSTRIJSKOG KOMPLEKSA ALBUS U UMETNIČKI CENTAR	277-280
5. Жељко Павловић, Бојан Тепавчевић, ПРОЈЕКАТ КИНЕТИЧКЕ ФАСАДЕ НА ИТ ЦЕНТРУ У УЖИЦУ	281-283
6. Radiša Pavićević, UPOREDNA ANALIZA PRISTUPA 3D MODELOVANJU I OPTIMIZACIJI MODELA NAMEŠTAJA	284-287
7. Dajana Ostojić, Dragana Konstantinović, Slobodan Jović, NOVE KONCEPCIJE ZATVORSKIH KOMPLEKSA	288-291
8. Milivoj Filipović, INTERPRETACIJA RACIONALISTIČKIH IDEJA I PRIMENE FRAKTALA PRI PROJEKTOVANJU ARHITEKTONSKOG PROSTORA	292-295

Radovi iz oblasti: Industrijsko inženjerstvo i menadžment

1. Ivana Mijatović, ANALIZA SKLADIŠNOG POSLOVANJA I PREDLOG MERA ZA UNAPREĐENJE U KOMPANIJI „TEHNOPLAST“	296-299
2. Sanja Rodić, ZADOVOLJSTVO POSLOM I APSENTIZAM ZAPOSLENIH	300-303
3. Milan Stojković, UNAPREĐENJE PROCESA TRANSPORTA U PREDUZEĆU „IK SPEDITOR“	304-307
4. Snežana Kukulj, UNAPREĐENJE SERVISA POTROŠAČA U PREDUZEĆU „APOTEKA SUBOTICA“	308-311

	STRANA
5. Ивана Сабо, КОМПАРАТИВНА АНАЛИЗА ИНВЕСТИЦИОНИХ ФОНДОВА У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ	312-315
6. Ksenija Mitrović, UPOTREBA TEHNOLOGIJE VIRTUELNE I PROŠIRENE STVARNOSTI U MARKETINGU	316-319
7. Anna Martinović, NADZOR I UPRAVLJANJE AUTOMATIZOVANIM PROCESOM SA UDAJENE LOKACIJE POSREDSTVOM HTTP UPITA	320-323
8. Tijana Todorović, ANALIZA POSLOVNIH POKAZATELJA U PREDUZEĆU „NIS NAFTAGAS D.O.O.“	324-327

Radovi iz oblasti: Inženjerstvo zaštite na radu i zaštite životne sredine

1. Olivera Bajić, GRAĐEVINSKA BIOLOGIJA - ANALIZA METODA ZAŠTITE LJUDI	328-330
2. Lazar Prole, Dragan Adamović, IDENTIFIKACIJA NAJČEŠĆIH UZROČNIKA TEŠKIH POVREDA NA RADU U SRBIJI TOKOM 2015. GODINE	331-334
3. Aleksandra Narevski, Goran Vujić, ISTRAŽIVANJA POJAVE MIKROPLASTIKE U OTPADNIM VODAMA SA DEPONIJAMA	335-338
4. Jovana Vojinović, ANALIZA MOGUĆNOSTI NASTANKA POŽARA U OBJEKTIMA ZA SKLADIŠTENJE OPASNOG OTPADA – PRIMER DOO HIGIA U SREMSKOJ MITROVICI	339-342
5. Isidora Berežni, Bojan Batinić, KOMPARACIJA TEHNOLOŠKOG PROCESA RECIKLAŽE ELEKTRONSKOG OTPADA – STUDIJE SLUČAJA POSTROJENJA U NIŠU I VERONI (ITALIJA)	343-347
6. Boško Lazić, Dejan Ubavin, IZBOR OPTIMALNOG METODA KOMPOSTIRANJA U USLOVIMA NERAZVIJENIH SISTEMA UPRAVLJANJA OTPADOM	348-351

Radovi iz oblasti: Mehatronika

1. Denis Rapić ANALIZA AKTIVNOG SPOJLERA SPORTSKOG AUTOMOBILA PRIMENOM RAČUNARSKE DINAMIKE FLUIDA	352-355
---	---------

Radovi iz oblasti: Geodezija i geomatika

1. Nedeljka Čupić, FUNCIONALNOSTI LIMITA U GEOTENZORSKIM MREŽAMA	356-359
2. Slobodan Isailović, MIKROMREŽA TUNELA "STRAŽEVICA" U RESNIKU (BEOGRAD)	360-363
3. Aleksandar Staletović, IDENTIFIKACIJA POLJOPRIVREDNIH PARCELA UPOTREBOM GOOGLE EARTH ENGINE	364-367
4. Милан Гавриловић, ЗОНИРАЊЕ ПОЉОПРИВРЕДНИХ ПАРЦЕЛА УПОТРЕБОМ ВЕГЕТАЦИОНИХ ИНДЕКСА ...	368-371
5. Иван Милутиновић, Горан Маринковић, ИНИЦИРАЊЕ КОМАСАЦИОНИХ ПРОЈЕКТА У ГРАДУ ЗРЕЊАНИНУ	372-375

Radovi iz oblasti: Regionalna politika i razvoj

- | | |
|---|---------|
| 1. Tripko Jerkić, Andrea Okanović,
INTERPRETACIJA RACIONALISTIČKIH IDEJA I PRIMENE FRAKTALA PRI PROJEKTOVANJU
ARHITEKTONSKOG PROSTORA | 376-379 |
|---|---------|

Radovi iz oblasti: Upravljanje rizikom od katastrofalnih događaja i požara

- | | |
|--|---------|
| 1. Nevena Đurđević, Snježana Maksimović, Sandra Kosić-Jeremić, Slobodan Kolaković,
UGROŽENOST PRIOBALNIH NASELJA OD POPLAVA - SLUČAJ GRADA BANJA LUKA | 380-382 |
|--|---------|

Radovi iz oblasti: Inženjerstvo informacionih sistema

- | | |
|---|---------|
| 1. Tamara Luković,
SISTEM ZA AUTOMATIZACIJU PROCESA EVIDENCIJE LIČNIH TROŠKOVA | 383-386 |
| 2. Ivana Spasojević,
UPOREDNA ANALIZA UTICAJA TEHNIKA INDEKSIRANJA NA PERFORMANSE IZVRŠENJA
UPITA U RAZLIČITIM SISTEMIMA ZA UPRAVLJANJE RELACIONIM BAZAMA PODATAKA | 387-390 |

Radovi iz oblasti: Animacija u inženjerstvu

- | | |
|--|---------|
| 1. Nenad Šunjka, Lidija Krstanović,
PROCEDURALNO KREIRANJE RIG-A REALISTIČNOG LJUDSKOG LICA | 391-394 |
| 2. Aleksandra Haška, Željko Trpovski,
SIMULACIJA EFEKATA SLEPILA ZA BOJE | 395-398 |

**PROJEKAT ARMIRANOBETONSKE VIŠESPRATNE ZGRADE U NOVOM SADU
PREMA EVROPSKIM STANDARDIMA****THE PROJECT OF MULTI-STOREY REINFORCED CONCRETE BUILDING IN NOVI
SAD ACCORDING TO EUROPEAN STANDARDS**

Nemanja Popadić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U prvom dijelu rada prikazan je projekat armiranobetonske višespratne zgrade Po+P+5 u Novom Sadu, a u drugom dijelu je analiziran uticaj položaja zidova za ukrućenje na odgovor konstrukcije prema evropskim standardima.

Ključne reči: Armiranobetonska zgrada, Evropski standardi, Seizmička analiza

Abstract – The first part of the work consist the project of multi-storey reinforced concrete building, basement+ ground floor +5 stories in Novi Sad, and the second part consist analysis of the impact of shear walls disposition on the seismic response of building structure according to European standards.

Keywords: Reinforced concrete building, European standards, Seismic analysis

1. UVOD

Projektnim zadatkom predviđeno je projektovanje armiranobetonske višespratne zgrade Po+P+5, skeletnog tipa sa zidovima za ukrućenje, prema evropskim standardima na osnovu zadatog arhitektonskog plana. Lokacija objekta je Novi Sad.

2. TEHNIČKI OPIS**2.1. Arhitektonsko rješenje**

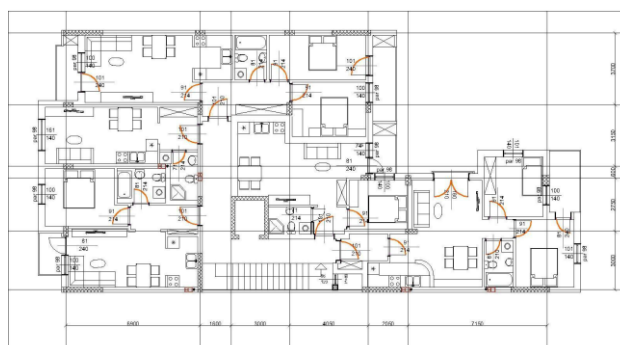
Objekat je u osnovi nepravilnog oblika, površine u osnovi 268 m² i spratnosti podrum + prizemlje + 5 spratova. Spratna visina podruma je 2,75 m, prizemlja 3,90 m a tipskih spratova 2,68 m. Ukupna visina objekta iznad kote terena je 19,70 m. Podrum je najvećim dijelom predviđen da se koristi kao parking prostor, u prizemlju je smješten poslovni prostor i jedna stambena jedinica, dok je na ostalim spratovima smješteno po 5 stanova.

Krov je ravan, neprohodan. Vertikalna komunikacija između spratova ostvaruje se pomoću jednokrakog stepeništa i lifta. Fasadni zidovi su od termo blokova i obloženi demit fasadom, dok se pregradni zidovi izvede od giter bloka ili opeke. Podovi su izvedeni od parketa ili keramičkih pločica, u zavisnosti od namjene prostorija.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Đorđe Ladinović, red. prof.

Na slici 1 dato je arhitektonsko rješenje tipskog sprata.



Slika 1. Osnova tipskog sprata

2.2. Konstruktivni sistem zgrade

Konstruktivni sistem objekta je skelet ukrućen armiranobetonskim platnima. Stubovi su različitih dimenzija i njihov poprečni presjek se smanjuje na višim spratovima, u skladu sa uslovima dopuštenih napona koje propisuje Evrokod [1,2,3]. Međuspratna je konstrukcija je projektovana kao puna AB ploča, direktno oslonjena na stubove. Zidovi za ukrućenje su raspoređeni po obodu objekta, oko lifta i oko stepeništa. Zidovi u podrumu su armiranobetonski i izvedeni po obimu garažnog dijela konstrukcije. Objekat se fundira na temeljnoj ploči debljine 50 cm, a ispod nje se izvodi sloj šljunka i sloj mršavog betona. Hidroizolacija se postavlja ispod temeljne ploče i sa spoljašnjih strana podrumskih zidova. Dozvoljeni napon u tlu je 200 kN/m², marka betona svih elemenata nosećeg sistema je C25/30, a kvalitet armature B500B.

2.3. Analiza opterećenja

Za projektovanje i dimenzionisanje elemenata konstrukcije razmatrana su sva opterećenja koja mogu djelovati na konstrukciju u toku eksploatacije, kao i njihove najnepovoljnije kombinacije. Na zadatu konstrukciju djeluju sljedeća opterećenja:

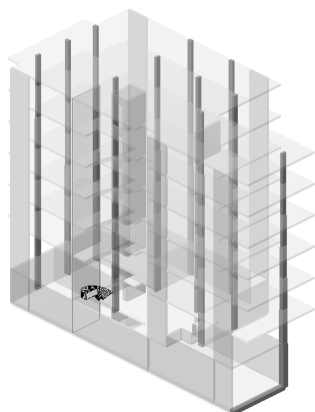
- Stalno opterećenje
- Korisno opterećenje
- Opterećenje od snijega
- Opterećenje od vjetra
- Seizmičko opterećenje

Stalno opterećenje potiče od sopstvene težine konstruktivnih i nekonstruktivnih elemenata konstrukcije. Korisno opterećenje je usvaja prema standardu Evrokoda EN1991-1-1-2001 [1], intenzitet zavisi od namjene određene prostorije, a nanosi se jednako podjeljeno površinsko opterećenje. Opterećenje snijegom se računa

prema standardu EN1991-1-3-2003 [1], i takođe se nanosi kao jednakopodjeljeno površinsko opterećenje. Opterećenje vjetrom se računa prema standardu EN1991-1-4-2005 [1] i nanosi se kao površinsko opterećenje, a zatim se konvertuje u linijsko. Seizmičko opterećenje se računa pomoću softvera Tower 6.0, a proračun se obavlja prema Evrokod standardu EN1998-1:2004 [3], primjenom multi-modalne spektralne analize.

2.4. Modeliranje konstrukcije i opterećenja

Konstrukcija je modelirana u softverskom paketu Tower 6.0. Osnovni noseći sistem konstrukcije je skeletni sistem sa zidovima za ukrućenje. Na slici 2 prikazan je trodimenzionalni model konstrukcije.



Slika 2. 3D model konstrukcije

Model se sastoji iz površinskih (ploče, zidovi) i linijskih (grede, stubovi) konačnih elemenata. Svi elementi su modelirani tako da njihove geometrijske i mehaničke karakteristike odgovaraju onima koje su zadate u projektu. Prilikom modeliranja uzet je u obzir pad torziona i savojne krutosti elemenata konstrukcije, i to tako što je torziona krutost greda smanjena na veličinu koja odgovara 10% krutosti homogenog betonskog presjeka, dok je savojna krutost smanjena na 50%. Savojna krutost stubova i zidova za ukrućenje smanjena je na vrijednost koja odgovara 50% krutosti homogenog betonskog presjeka. Prilikom formiranja proračunskog modela korišćena je mreža konačnih elemenata veličine 0,4 m. Tlo je modelirano pomoću Vinklerovog modela, koji omogućuje interakciju konstrukcije i podloge [4, 5].

Opterećenja se nanose na model kao linijska i površinska. Pomoću softvera je izvršena modalna analiza, na osnovu koje su dobijeni parametri koji služe za dalji proračun seizmičkih sila. Seizmički proračun je urađen multi-modalnom spektralnom analizom. Proračun konstrukcije je izvršen prema linearnoj teoriji elastičnosti u kojoj se pretpostavlja geometrijska i materijalna linearnost.

2.5. Proračunske kontrole

Prema pravilniku [2, 3], potrebno je izvršiti sljedeće kontrole:

- Kontrola normalizovane vrijednosti aksijalnih sila u stubovima i zidovima
- Kontrola napona u tlu
- Kontrola relativnog spratnog pomjeranja

Normalizovanu aksijalnu silu je prema pravilniku EN1998-1:2004 [3] neophodno kontrolisati u primarnim

seizmičkim elementima, odnosno stubovima, seizmičkim platnima i gredama. Dobija se iz seizmičke proračunske kombinacije prema graničnom stanju nosivosti. Za primarne seizmičke stubove projektovane na klasu duktilnosti DCM, vrijednost normalizovane aksijalne sile ne smije biti veća od 0,65, dok kod seizmičkih zidova ova vrijednost ne smije biti veća od 0,40. Naponi u tlu se kontrolišu u svrhu provjere da li je usvojeno adekvatno temeljenje objekta i u ovom slučaju potrebno je obezbijediti nosivost tla od 200 kPa. Kontrola napona u tlu se radi za anvelopu uticaja eksploatacionih neseizmičkih i seizmičkih opterećenja. Horizontalna spratna pomjeranja spadaju u domen kontrole graničnog stanja upotrebljivosti i pravilnik EN1998-1:2004 [3] propisuje dopuštene vrijednosti za dozvoljena relativna spratna pomjeranja. Kontrolišu se za eksploatacionu seizmičku kombinaciju opterećenja.

Nakon analize zaključeno je da konstrukcija zadovoljava uslove svih prethodno nabrojanih kontrola.

2.6. Dimenzionisanje i armiranje elemenata

Dimenzionisanje elemenata konstrukcije je izvršeno u softverskom paketu Tower 6.0 i dimenzionisani su sljedeći elementi:

- Temeljna ploča
- Ploča prizemlja
- Ploča tipskog sprata
- Ram u osi C
- Ram u osi 2
- Ploča stepeništa

Dimenzionisanje je izvršeno u skladu sa pravilnikom Evrokod [1, 2, 3], prema uticajima mjerodavnih graničnih kombinacija. Svi konstruktivni elementi su od betona klase C25/30 i armirani su rebrastom armaturom B500B.

3. UTICAJ POLOŽAJA ZIDOVA ZA UKRUĆENJE NA ODGOVOR KONSTRUKCIJE SAGLASNO EC8

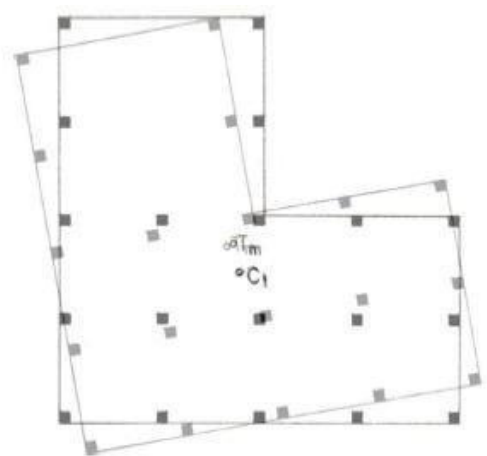
3.1. Uvod

Prema EC8 [3] pored otpornosti i krutosti konstrukcije u dva pravca, zahtijeva se torziona otpornost i krutost konstrukcije. Horizontalno seizmičko kretanje je fenomen u dva pravca, pa konstrukcija zgrade mora da bude sposobna da se odupre horizontalnim dejstvima u bilo kom pravcu. Da bi se ovo postiglo, potrebno je rasporediti noseće elemente u osnovi međusobno ortogonalno, tako da se obezbijede slične karakteristike krutosti i otpornosti u oba glavna pravca. Tako treba da se ograniči nastanak prekomjernih pomjeranja koje mogu da dovedu do nestabilnosti usljed efekata drugog reda ili do prevelikih oštećenja.

Osim bočne otpornosti i krutosti, konstrukcije zgrada treba da posjeduju i adekvatnu torzionu otpornost i krutost sa ciljem da se smanji nastajanje torzionih pomjeranja usljed kojih dolazi do neravnomjernog naprezanja različitih konstrukcijskih elemenata. To se postiže postavljanjem glavnih nosećih elemenata, koji se suprotstavljaju seizmičkim dejstvima, bliže obimu zgrade. Pravilnim izborom dispozicije, kao i pravilnim rasporedom konstruktivnih elemenata sprečava se pojava velikog ekscentriciteta centra mase i centra krutosti, usljed čega se

od dejstva seizmičkih sila javljaju veliki momenti torzije koji dalje prouzrokuju velika pomjeranja i velike uticaje.

Pri izboru oblika zgrade u osnovi, prednost je uvijek na strani sažetih i simetričnih osnova, dok dugačke, razuđene, nesimetrične i nepravilne osnove treba da se izbjegavaju. Simetrijom zgrade u osnovi, postiže se jednostavnost konstrukcije i translatorno pomjeranje tavanice. U odnosu na nesimetrične, ovakve zgrade se odlikuju većom seizmičkom otpornošću. Kod nesimetričnih osnova, teško je obezbijediti poklapanje centra mase i centra krutosti, usljed čega se javlja torziranje zgrade u osnovi. Uticaji izazvani torziranjem mogu biti značajni i kod obodnih elemenata, pa čak i prevazići uticaje translatornog pomjeranja.



Slika 3. Torziranje zgrade u osnovi

Ipak, ni simetrične zgrade nisu u potpunosti oslobođene torziranja osnove. Poklapanje centra mase i centra krutosti je uvijek samo idealizacija. Uz to, i idealno simetrična zgrada postaje nesimetrična nakon prvog oštećenja. Ukoliko se nesimetrična zgrada mora raditi, poželjno je rastaviti je razdjelnicama na niz prostih i simetričnih dijelova. Ako ni to nije moguće, treba da se teži maksimalnom poklapanju centara krutosti i mase. Konstrukcija se u osnovi može smatrati torziono oslonjenom u centru krutosti, a napadnuta seizmičkom silom u centru mase.

U vertikalnom smislu, treba da se teži jednoličnosti konstrukcije. Svaka nesimetrična promjena dovodi do neželjenih torzionih momenata. Kod zgrada sa većom visinskom razlikom, poželjno je dijelove zgrada različite spratnosti dilatirati, posebno ako je visinska razlika nesimetrična [4].

Prema Evrokodu 8 [3] definisani su kriterijumi regularnosti konstrukcije dopunjujući načelne koji se odnose na simetričnost, uniformnost... Pri tome konstrukcija i dalje može biti projektovana kao neregularna, ali uz uslov zadovoljenja strožih uslova i/ili nemogućnost korišćenja pojednostavljenih metoda proračuna.

3.2. Ponašanje konstrukcije u zavisnosti od promjene položaja zidova za ukrućenje

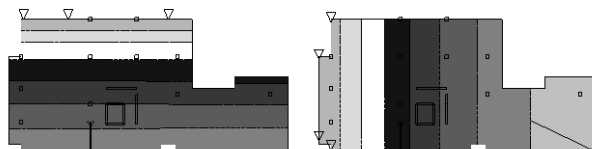
U ovom dijelu biće analizirana tri modela konkretne konstrukcije sa različitim rasporedima zidova za ukrućenje. Plan je da se pokaže kako utiče raspored zidova za ukrućenje na sledeće parametre:

- Pomjeranje etaža konstrukcije u dva međusobno ortogonalna pravca
- Analiziranje uticaja udaljenosti centra krutosti konstrukcije na oblike oscilovanja

Na slikama 4, 5, 6 i 7 biće prikazani rezultati pomjeranja krovne ploče u dva glavna pravca za sva 3 navedena modela, kao i uticaj položaja zidova u odnosu na centar krutosti na periode oscilovanja konstrukcije.

Opt. 817: [Seizmička granična kombinacija] 13-812

Opt. 817: [Seizmička granična kombinacija] 13-812



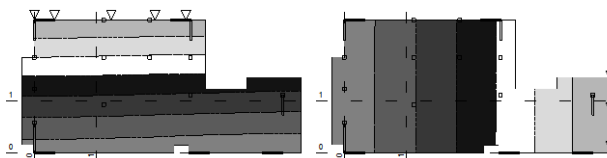
Nivo: Krovna ploča [18.50 m]
Uticaji u ploči: max Xp= 42.19 / min Xp= 14.29 m / 1000

Nivo: Krovna ploča [18.50 m]
Uticaji u ploči: max Yp= 45.69 / min Yp= 0.00 m / 1000

Slika 4. Pomjeranja krovne ploče u dva glavna pravca – Model 1

Opt. 817: [Seizmička granična kombinacija] 13-812

Opt. 817: [Seizmička granična kombinacija] 13-812



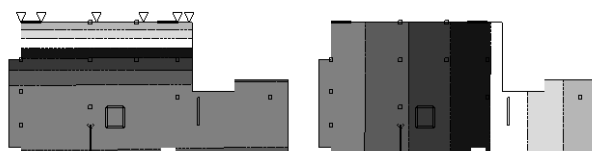
Nivo: Krovna ploča [18.50 m]
Uticaji u ploči: max Xp= 28.37 / min Xp= 26.20 m / 1000

Nivo: Krovna ploča [18.50 m]
Uticaji u ploči: max Yp= 40.00 / min Yp= 23.79 m / 1000

Slika 5. Pomjeranja krovne ploče u dva glavna pravca – Model 2

Opt. 1041: [Seizmička granična kombinacija] 13-812

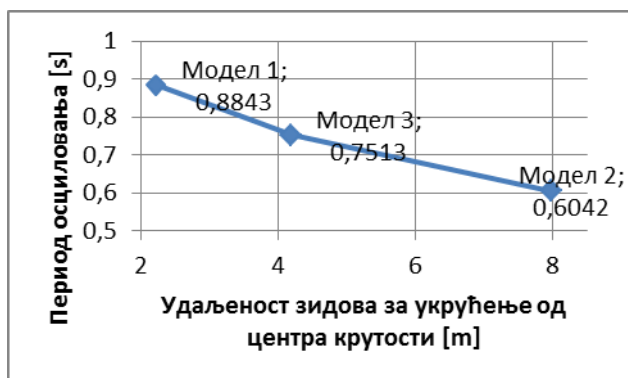
Opt. 1041: [Seizmička granična kombinacija] 13-812



Nivo: Krovna ploča [18.50 m]
Uticaji u ploči: max Xp= 28.11 / min Xp= 23.90 m / 1000

Nivo: Krovna ploča [18.50 m]
Uticaji u ploči: max Yp= 42.25 / min Yp= 24.94 m / 1000

Slika 6. Pomjeranja krovne ploče u dva glavna pravca – Model 3



Slika 7. Uticaj udaljenosti zidova za ukrućenje od centra krutosti na periode oscilovanja konstrukcije

4. ZAKLJUČAK

Analizom prethodna tri modela, došlo se do zaključka da se po pitanju torzionih efekata, tj. pomjeranja i oblika oscilovanja izazvanih torzijom, najbolje ponaša model 2 konstrukcije kod koga su zidovi za ukrućenje raspoređeni po obodu konstrukcije. To je potvrda teorije da je po pitanju torzije najbolje postaviti zidove po obodnom dijelu konstrukcije.

Prethodno je analiziran model 1, kod koga su zidovi oba pravca pomjereni ka sredini konstrukcije i analizirano je ponašanje konstrukcije u pogledu pomjeranja u dva pravca, oblika oscilovanja i perioda oscilovanja konstrukcije. Model 1 je po pitanju uticaja torzionih efekata na seizmički odgovor konstrukcije najnepovoljniji iz razloga lošeg rasporeda seizmičkih zidova.

Kao posljednji, analiziran je model 3 koji je i obrađen u ovom radu, i gdje se nastojalo da se postigne kompromis arhitektonskih, funkcionalnih i statičkih parametara. Takođe, analizirajući oblike oscilovanja, primjećuje se da se prelaskom sa modela 1 na model 2 smanjuje i torziranje osnove, dok model 3 predstavlja prelazni model između prva dva.

Zaključak teorijskog dijela bio bi potvrda teorija koje su postavljene na početku ovog poglavlja. Analizom svih ovih modela, čiji su rezultati grafički prikazani, dolazimo do sljedećih zaključaka:

- Zidovi u X i Y pravcu sprečavaju translatorno pomjeranje konstrukcije objekta ali nisu garancija da neće biti torziranja osnove zgrade i njenih nepovoljnih efekata u slučaju seizmičkog opterećenja. Pored postojanja zidova X i Y pravca, bitan je i njihov raspored kako bi se spriječilo torziranje zgrade u osnovi.
- Zidovi za ukrućenje, tačnije njihov položaj treba da bude što udaljeniji od centra krutosti konstrukcije kako bi se što efikasnije suprotstavili torzionom momentu (idealni položaj jeste obodni dio konstrukcije).
- Čak i manji ekscentriciteti sa nepovoljnim rasporedom seizmičkih zidova mogu da izazovu velike torzione efekte a samim tim veća pomjeranja i veće uticaje, naročito u vertikalnim elementima koji se nalaze po obimu konstrukcije.
- Sprečavanje neželjenih torzionih efekata usljed seizmičkog opterećenja na konstrukciju zavisi kako od broja seizmičkih zidova, tako i od njihovog rasporeda koji je veoma bitan.

5. LITERATURA

- [1] Evrokod 1: Dejstva na konstrukcije, Beograd, 2009.
- [2] Evrokod 2: Proračun betonskih konstrukcija, Beograd, 2009.
- [3] Evrokod 8: Proračun seizmički otpornih konstrukcija, Beograd, 2009.
- [4] Dr Zoran Brujić: „Betonske konstrukcije u zgrađarstvu prema Evrokodu“ – skript, FTN Novi Sad, 2018
- [5] S. Stevanović: Fundiranje, Naučna knjiga, Beograd 1989.

Kratka biografija:



Nemanja Popadić rođen je u Trebinju 1993. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva - Seizmička analiza konstrukcija odbranio je 2019.god.

kontakt: nemanjapopadic@live.com

PROJEKAT I UPOREDNA ANALIZA DVA ARMIRANOBETONSKA OBJEKTA OKVIRNOG I DOMINANTNO ZIDNOG SISTEMA PO EVROKOD STANDARDU**DESIGN AND COMPARATIVE ANALYSIS OF TWO RC FRAME AND STIFFENED FRAME STRUCTURES ACCORDING TO EUROCODE**

Ivan Jovanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Projektnim zadatkom predviđeno je da se isprojektuju dve poslovne armiranobetonske zgrade spratnosti suteran + prizemlje + 7 spratova + restoran. Jedna će biti skeletno ukrućeni sistem a druga okvirni sistem. Projekat je urađen u skladu sa odredbama Evrokodova. Izdimenzionisane su sve ploče i po dva rama u oba pravca, a za istraživački deo rada detaljno upoređena ova dva objekta različitih konstruktivnih sistema, kao i različitosti ponašanja ovih konstrukcija.

Ključne reči: Višespratna armiranobetonska zgrada, Evrokodovi, ukrućeni skeletni i okvirni sistemi, statički proračun, dimenzionisanje, plan armiranja, poređenja objekata, seizmička analiza.

Abstract – The project task is to build two administrative reinforced concrete building. That includes basement floor + ground floor + 7 floors + restaurant (7 + 1). The planned structural systems of this two buildings is a frame with shear walls, and without walls (frame system). The project should be done in accordance with the provisions of Eurocodes. It is necessary to dimension all panels and two frames in each direction. Seismic analyses with a comprehensive comparison of joints in these structures.

Keywords: Multi storey RC building, structure, Eurocodes, RC frame with shear walls, statics design, structural design and reinforcement plans, comparison of joints, seismic analysis

1. UVOD

Armiranobetonske višespratne zgrade mogu se svrstati u šest različitih tipova sistema: okvirni, dvojni, duktilni, lako-armiranih zidova, obrnutog klatna, i torziona fleksibilni. EC8 [referenca] propisuje jasne zahteve koje objekat treba da ispuni da bi se svrstao u jedan od spomenutih sistema. Projektnim zadatkom predviđeno je bilo isprojektovati dva na izgled identična objekta, međutim po prijemu horizontalnih seizmičkih sila, koje same po sebi izazivaju najveće momente u stubovima, u mnogome različita. Naime prvi objekat projektovan je sa seizmičkim zidovima sa kojima smo težili da se poklope centar masa i centar krutosti kako bi njihov uticaj u prenosu opterećenja bio što racionalnije iskorišćen kao i ukrućivanje objekta, što se sprečavanje torzije tiče.

NAPOMENA:

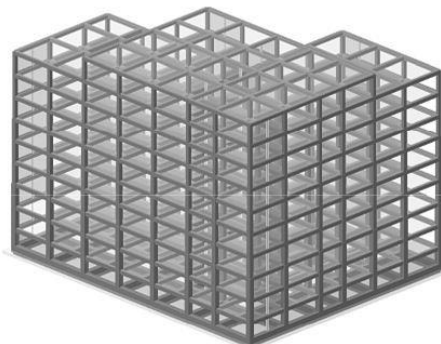
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Đorđe Ladinović, red. prof.

Drugi objekat treba po pitanju same konstrukcije ali isto tako i namene, opterećenja i dr. biti identičan sa prvim, s tim što smo na njemu izostavili seizmičke zidove. Za cilj smo imali da dobijemo dva objekta od kojih će jedan biti svrstan u zidni ili dominantno zidni sistem, a drugi u zavisnosti od pokazanog ponašanja prilikom modalne analize kao i uslova o regularnosti konstrukcije u torziona fleksibilni ili u okvirni sistem. Kasnije, na osnovu proračuna i armiranja ramova i ploča oba objekta, izvršićemo detaljno poređenje u ponašanju ovih konstrukcija, načinu armiranja, količini armature, pomeranjima, oscilovanju, i dr. i ukaćemo na opasnosti od neadekvatnog sagledavanja situacije prilikom odabira sistema vodeći se pravilima koje propisuje EC8.

2. ANALIZA KONSTRUKCIJE**2.1. Osnovni podaci o objektima**

Objekat se nalazi na lokaciji Novog Sada. Nepravilnih je dimenzija, te je zbog kasnijih pojednostavljenja kod proračuna uticaja od vetra, podeliti na tri celine. Celine imaju sledeće dimenzije: 25,8x19,2, 15x10,2 i 14,4x10,8 m. Kako se radi o poslovnom objektu savremenijeg izgleda sa staklenom kontaktnom fasadom nisu predviđeni nikakvi ispusti u vidu balkona. Ipak na osmom spratu postoje terase ali ne u vidu ispusta, nego će se ravni prohodni krovovi sedmog sprata koristiti kao terase za restoran koji će se nalaziti na gore pomenutoj prvoj celini objekta.

Spratna visina suterena je 3,75 dok su ostale etaže visine 3,5 m. Objekat se sastoji od 7 ramova u X pravcu i 8 ramova u Y pravcu. Ramovi u X pravcu sastoje se od polja dužine 5,4 m sa izuzetkom jednog od 4,2 m. Ramovi u Y pravcu sastoje se od polja dužina 5,4, 4,8 i 3,6 m. Na slici 1. prikazan je prostorni model objekta, a modeliranje je izvršeno u softverskom programu Tower 7.



Slika 1. 3D model konstrukcije

2.2. Elementi konstruktivnog sistema

Noseći sistem je armiranobetonska konstrukcija ojačana seizmičkim platnima kod objekta 1, dok ih objekat 2 ne poseduje. Skeletnu konstrukciju objekta 1 celom visinom ukružuju seizmička platna debljine $d=20$ cm. Grede su dimenzija 40×60 cm, izuzev greda na krovu restorana koje su dimenzija 40×50 cm kao i takozvanih kontra-greda u suterenu dimenzija 60×140 cm. Razlog usvajanja temeljne ploče ojačane gredama je mogućnost izbegavanja probijanja temelja zbog velikih aksijalnih sila koje se javljaju na dnu stubova i dosežu do približno 3900 kN. Stubovi suterena, prizemlja, prvog i drugog sprata su dimenzija 60×60 cm, trećeg, četvrtog i petog sprata 50×50 cm, dok su stubovi šestog, sedmog i osmog sprata dimenzija 40×40 cm. Dobijanje potrebnih dimenzija tavanica sprovedeno je pretpostavljajući stanje koje odgovara simultanom lomu (u isto vreme se dostiže granična nosivost betona i zategnute armature) [1]. Pošto granično stanje upotrebljivosti zahteva debljinu ploče od najmanje 14,2 cm, što je za realne predmetne uslove i raspone mala debljina, međuspratna konstrukcija je usvojena debljine $d=20$ cm na svim etažama (zajedno sa krovnom pločom i pločom prizemlja), a projektovana je kao puna armiranobetonska ploča koja opterećenje prenosi u dva međusobno ortogonalna pravca.

Stepenište se oslanja na grede dimenzija 40×60 cm u nivou tavanica i debljina stepenišne ploče je $d=22$ cm.

Fundiranje objekta izvršeno je na ploči $d=50$ cm koja je prepuštena 1m u odnosu na središnje ose i koja je ojačana kontra-gredama dimenzija 60×140 cm na koje se dalje oslanjaju stubovi i seizmička platna kao i obodni zidovi suterena koji formiraju takozvanu armiranobetonsku kadu. Beton je kvaliteta C30/37, a armatura B500B.

2.3. Analiza opterećenja

Sopstvena težina je automatski proračunata i naneta u računarskom softveru Tower 7 [referenca]. Usvojena zapreminska težina armiranog betona je 25 kN/m^3 .

U dodatno stalno opterećenje spadaju: završni slojevi svih podova, supšteni plafon, elementi podova prohodnog i neprohodnog krova, staklena kontaktna fasada, izolacija fasadnog seizmičkog zida, unutrašnji zidovi, malterisanje seizmičkih zidova, težine obloga stepeništa i težine tla. Kako su pregradni zidovi suterena Rigips ploče debljine 12 cm, i težine manje od 1 kN/m^2 , Evrokod propisuje pravilo kojim ovo opterećenje možemo naneti kao jednako podeljeno u iznosu $0,5 \text{ kN/m}^2$ i svrstati ga u korisna opterećenja.

U povremena opterećenja spadaju korisno, opterećenje od snega i vetra. Korisno opterećenje za kancelarije, stepeništa, hodnike kao i restoran usvojeno je 3 kN/m^2 , dok se arhivski deo mora svrstati u kategoriju E13 te je njegovo opterećenje nešto veće i iznosi 5 kN/m^2 . Upravo je ono i bilo opterećenje koje je posmatrano prilikom analiziranja potrebnih dimenzija tavanica. Iako malo neracionalno jer ovaj prostor ne zauzima veliki deo u osnovi konstrukcije. Ipak smo težili da ploča bude iste visine po celoj osnovi objekta. Opterećenje snegom sprovedeno je prema Evrokod propisima, iznosi $1,2 \text{ kN/m}^2$ i naneto je kako na neprohodnu krovnu površinu restorana, tako i na terase koje se nalaze u sklopu istog. Dejstvo vetra na konstrukciju analizirano je u skladu sa odredbama EN 1991-

1-4 [referenca] za fundamentalnu brzinu vetra od 20 m/s za područje Novog Sada. Dobijeno površinsko opterećenje svedeno je na ramovski deo konstrukcije.

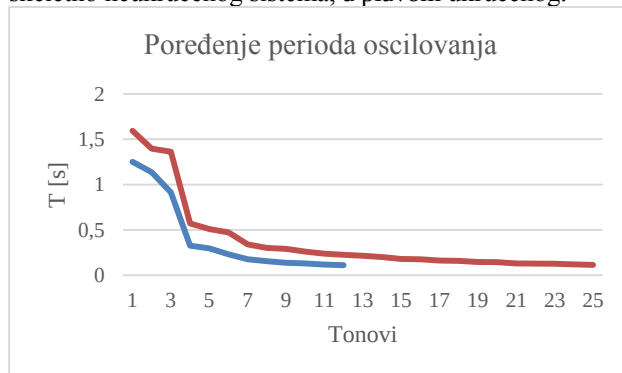
Seizmičko opterećenje sračunato je za ubrzanje tla od:

$$a_{gR} = 0,15 \cdot g = 0,15 \cdot 9,81 = 1,4715 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Ovo ubrzanje pomnoženo je sa koeficijentom klase značaja objekta, gde je naš objekat svrstan u II klasu :

$$\rightarrow a_g = a_{gR} \cdot \gamma_I = 1,4715 \cdot 1 = 1,4715 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Za dalji proračun odabrana je kategorija tla B i tip tla 1. Rezultati modalne analize za oba objekta dati su grafikom na slici 2, gde je za prvi objekat $T_1 = 1.25 \text{ s}$, i $T_2 = 1.59 \text{ s}$. Crvenom linijom su naznačeni periodi oscilovanja skeletno neukrućenog sistema, a plavom ukrućenog.



Slika 2. Poređenje perioda oscilovanja

2.4. Modeliranje konstrukcije

Modeliranje konstrukcije je kreiranje idealizovane i pojednostavljene reprezentacije ponašanja konstrukcije za neko dejstvo. Moguće greške napravljene tokom modeliranja mogu značajno uticati na proračun uticaja i generalno funkcionisanje celog konstrukcijskog sistema. Modeliranje se sastoji iz više faza. U konceptualnom nivou definiše se suština i primarna namena modela konstrukcijskog sistema, odnosno dobijaju se statički modeli sistema, dinamički modeli sistema, modeli dejstva na sistem i slično. Računarsko modeliranje obuhvata softversku implementaciju izabranog numeričkog modela.

Izabran softver za proračun je Tower 7 koji je zasnovan na principu metode konačnih elemenata (MKE) [1].

Model konstrukcije formiran je od linijskih (grede i stubovi) i površinskih (zidovi i ploče) elemenata. Predviđeno je da kompletna konstrukcija bude izrađena od betona marke C30/37, armirana armaturom B500B.

Torziona krutost grednih elemenata u graničnom stanju nosivosti je vrlo mala jer se gredni element smatra već isprskalim. Iz tog razloga racionalno je torzionu krutost redukovati 10 do 20 puta manjom od homogenog betonskog preseka. U ovom radu redukovano je 10 puta manjom. Evrokod 8 dozvoljava redukciju savojne i smičuće krutosti na polovinu (50%) .

Kako smo E redukovali na E/2, te samim tim smičuću i savojnu krutost smanjili duplo, potrebno je aksijalnu krutost EA da pomnožimo sa dva, $EA \cdot 2$.

Redukcija pločastih elemenata se zanemaruje pošto su ploče praktično nedeformabilni elementi (debljine preko 7 cm se smatraju beskonačno krutim).

U zavisnosti od stepena idealizacije upravo tim redosledom imamo tri proračunska pristupa: linearna promena

kontaktnog naprezanja, Vinklerov model i poluprostorni model. Od tri ponuđena, za proračun je izabran jednoparametarski model - Winkler-ov model tla kao pogodan za softversku analizu. Tlo se tretira kao elastična podloga i zasniva se na proporcionalnosti između pritiska (q) i sleganja (y) u svakom KE.

$$q = k \cdot y$$

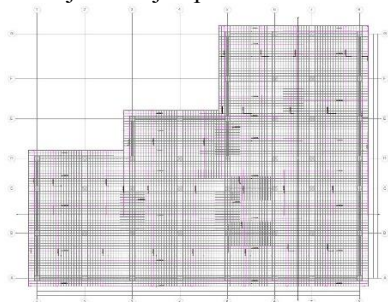
k - koeficijent posteljice ili modul reakcije tla; Ova vrednost nije fizička veličina, već količnik površinskog opterećenja i sleganja. Određuje se opitom ploče.

Usvaja se vrednost 15000 kN/m^3 i ovaj podatak zavisi od vrste tla i dobija se iz geomehaničkog elaborata.

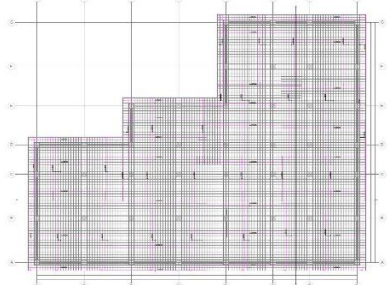
3. STATIČKI PRORAČUN, DIMENZIONISANJE I UPOREDNA ANALIZA

3.1. Proračun, dimenzionisanje i uporedna analiza ploča

Proračunate su i izdimenzionisane sve tavanice u objektu. Ploče kod okvirnog sistema imaju ulogu krute dijafragme, i javljaju se zanemarljivo veći uticaji koji uglavnom i ne potražuju dodatno armiranje. Mala razlika u armiranju je jedino primetna kod temeljne ploče gde se ispod seizmičkih zidova javljaju nešto veći uticaji usled veće aksijalne sile koja se preko njih prenosi. Na slikama armiranja temeljne ploče a i u grafičkoj dokumentaciji se to da primetiti dodatnim armiranjem ispod seizmičkih platana. Uticaji u ostatku ploče kao i u svim pločama ostalih etaža su približno jednaki. Na slikama 3. i 4. prikazana je razlika u armiranju temeljne ploče.



Slika 3. Armiranje temeljne ploče objekta 1



Slika 4. Armiranje temeljne ploče objekta 2

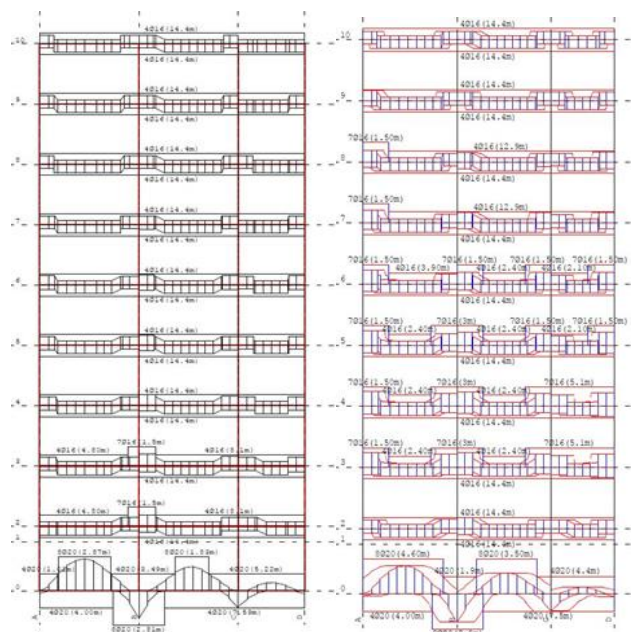
3.1. Proračun, dimenzionisanje i uporedna analiza grednih elemenata

U ramovima u kojima objekat jedan poseduje seizmičke zidove, a objekat dva logično ne poseduje, primećuje se očigledna razlika u momentima temeljnih greda na mestima ispod seizmičkog (tj. krajevima seizmičkog zida) za ova dva objekta. Naime u gredama ispod seizmičkih zidova koji na sebe preuzimaju dobar deo horizontalnog kao i gravitacionog opterećenja te ga prenose vertikalno na temeljne grede, javljaju se dosta veći (čak do 3 puta

veći) momenti na krajevima. Kako je na temeljne grede za razliku od etažnih greda opterećenje zapravo sa donje strane, od podloge, dok su oslonci stubovi, ovi zatežući momenti se javljaju na donjoj strani kontra-greda, međutim i u gornjoj zoni ova razlika zna da ide i do 2 puta. Ipak ovako velika povećanja se dešavaju samo ispod zidova koji se nalaze uz ivicu ili blizu ivice spoljašnjeg rama. Za seizmička platna koja se nalaze unutar objekta, momenti su približno isti (10-30% razlike).

U ostalim gredama razlika u momentima savijanja ne prelazi više od 25% povećanja kod objekta broj dva u odnosu na objekat broj jedan. To povećanje konkretno se javlja na krajevima grednih elemenata dok su u polju momenti približnih veličina, jer su pozitivni momenti u polju pretežno posledica gravitacionih opterećenja a momenat usled seizmike u ovim preseccima ima vrednosti jednakoj blizu nule. Treba još naglasiti da ima mesta gde momenti na krajevima greda idu i do 100% većih vrednosti kod skeletno ukrućenog objekta, ali to se dešava samo na mestima gde se grede spajaju sa seizmičkim zidom, tačno na tom mestu spoja. Upravo iz tog razloga se kod skeletno ukrućenog objekta na mestima spoja greda i seizmičkih zidova i javlja potražnja za dodatnim armiranjem.

Za objekat bez seizmičkih zidova potrebna je veća količina armature u grednim elementima, kako kod njih nemamo seizmičke zidove na koje će se sa tavanica preneti jedan deo opterećenja, već sve prenosi ram. Na slikama 5. i 6. biće prikazane razlike u armiranju, gde se jasno vidi veća potreba za armaturom na mestima čvorova.



Slike 5. i 6. Armiranje greda (levo objekta 1 desno 2)

3.2. Proračun, dimenzionisanje i uporedna analiza stubova

Aksijalne sile kod stubova nisu poređene za stubove koji su povezani sa seizmičkim zidovima, kako ovi stubovi deluju zajedno sa seizmičkim zidom i čine jedno seizmičko platno.

Primećujemo maltene identične vrednosti aksijalnih sila za sve stubove ovih objekata izuzev stubova koji su u prvom objektu bili povezani sa seizmičkim platnima. Oni

su u neku ruku relaksirani, u smislu da se javljaju manje aksijalne sile u njima kod skeletno ukrućene konstrukcije. Razlog za to leži u činjenici koja je već prva napisana kod poređenja uticaja u stubovima, a to je da ti stubovi rade u sklopu seizmičkih zidova te zajedno rade kao seizmičko platno pa isto tako zajedno i prenose vertikalno opterećenje. Kao zaključak se može reći da jedino stubovi koji su u u skeletno ukrućenom sistemu bili u sklopu zidova, u skeletno neukrućenom sistemu zbog nedostatka istih, moraju da prenose do 50% veće opterećenje.

Momenti savijanja se takođe ne razlikuju previše za sve stubove izuzev onih koji su povezani sa zidnim platnima u skeletno ukrućenom sistemu. Za slobodne stubove oba objekta povećani su momenti savijanja kod skeletno neukrućenog sistema ali u jako malim granicama koje se opet kreću do nekih 50%, na nekim mestima izuzetno i duplo veći. Dok kod stubova koji su u prvom objektu bili deo seizmičkih platana, kod drugog objekta gde nemamo ukrućenja takvog tipa, javljaju se čak i momenti koji su bili jako malih intenziteta, ili nisu čak ni postojali u tom pravcu, dosta većeg intenziteta. Iako su ti momenti i do 10x veći kod skeletno neukrućenog sistema, oni su deset puta veći od zanemarljivo malih momenata, te su i sami i dalje ne preterano velikog intenziteta.

Seizmičke kombinacije su te koje izazivaju momente u stubovima, jasno je da u mnogome od njih zavisi i armiranje istih. Razlika u armiranju je neprimetna zbog povećanja seizmičkog dejstva u Y pravcu 1,15 puta kako bismo u obzir uzeli uticaje drugog reda zbog velikih pomeranja kod objekta 2, a prethodno nam je elastični spektar odgovora smanjen 3,9 puta za isti objekat. Te smo se nekako vratili u sličnu situaciju kao i kod objekta sa seizmičkim zidovima.

4. KLJUČNE RAZLIKE I ZAKLJUČAK

U Y pravcu javila se potreba za uzimanjem uticaja II reda u obzir množenjem S_y sa 1.15 i to je urađeno na sledeći način. $\rightarrow S = \sqrt{S_x^2 + 1.15 * S_y^2}$

Na prvi pogled, što nekako deluje i jako čudno, kada se osvrnemo na dimenzionisanje samih elemenata dobijamo utisak da je utrošak betona i čelika za ova dva tipa objekta maltene identičan. S tim u vezi nedvosmisleno se može postaviti pitanje koji je onda i razlog postavljanja seizmičkih zidova ako smo i bez njih ispunili sve kriterijume koje propisuje Evrokod 8.

Kako bi dali odgovor na to pitanje morali bismo da se vratimo malo ranije te možda ponovo preispitamo naš odabir konstruktivnog sistema objekta bez seizmičkih zidova. Naime iako je objekat dva modalnom analizom pokazao oscilovanje konstrukcije koje ne daju nikakve naznake torziono fleksibilnog sistema, pitanje je koliko je to bilo ispravno. Istina je da bismo odabirom torziono fleksibilnog sistema smanjili koeficijent redukcije spektra odgovora sa 3,9 na 2, te dobili veće momente u stubovima.

Naravno da treba obratiti pažnju i na pomeranja konstrukcije. Naime dobili smo pomeranje na V etaži, što zapravo i nije čudno iako objekat ima još etaža iznad spomenute (pošto se radi o okvirnoj neukrućenoj konstrukciji) 34 mm i ako je dozvoljeno 35mm. A pomeranje od 3,4 cm na visini V sprata koji je na oko 20 m od tla nije uopšte zanemarljivo. Ovakva pomeranja

možda ne bi nanela nikakvu štetu našoj konstrukciji, jer smo se prethodno pozabavili capacity design-om, ali zasigurno bi oštetila dobar deo nenosećih elemenata.

Kao prvi element koji odmah zapada za oko, a koji je relativno učestao u današnjoj gradnji poslovnih objekata, možemo izdvojiti staklenu fasadu. Pomeranja od 3,4 cm iako su dozvoljena po pitanju našeg konstruktivnog sistema, sigurno bi u mnogome oštetila ili kompletno uništila elemente od stakla kojima smo obložili naš objekat.

Ipak kada se na kraju sve sabere dodatno armiranje greda i stubova se negde može i preklopiti sa dodatnim armiranjem seizmičkih zidova ukoliko ih imamo. Ovim se pokušava reći da izbacivanjem seizmičkih zidova možda malo gubimo na masi konstrukcije i nije potrebna armatura za iste, ali će se ona svakako nadoknaditi kroz povećano armiranje čvorova kako bi napravili duktilniji objekat. Sa ove tačke gledišta po pitanju utroška materijala, ne naziru se neke prevelike razlike za ova dva objekta.

Iz svega prethodno rečenog, jasno je da i ukoliko ispunimo sve propise i zahteve koji se postavljaju pred glavnog i odgovornog projektanta, ipak treba dublje ući u materiju i dobro razmisliti o svim aspektima ponašanja armiranobetonske zgrade i da li se isplati izostaviti seizmičke zidove. Savet je svakako da se ne izostavljaju. Pogotovo da se to ne radi sa predumišljajem da time možemo ostvariti zaradu smanjenom količinom utroška materijala, ako smo već prethodno uspeali da svrstamo objekat u okvirne sisteme, te samim tim još dodatno i smanjili uticaje u elementima koji su isti za oba objekta.

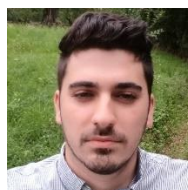
Ovakve sisteme (okvirne), koji će verovatno i biti na granici torziono fleksibilnih prilikom provere ispunjavanja nekih uslova, možda je potrebno svrstati u torziono fleksibilne umesto u okvirne. Time se dobija veća potreba za armaturom, krući objekat, a samim tim i smanjena pomeranja.

Ipak ovakve konstrukcije treba izbegavati te se kao finalni zaključak može izvesti da seizmički zidovi moraju postati obavezni element svake stambene ili administrativne zgrade danas.

5. LITERATURA

- [1] Ivan Jovanović, „Projekat i uporedna analiza dva armiranobetonska objekta okvirnog i dominantno zidnog sistema po Evrokod standardu – Master rad”, Novi Sad 2019.

Kratka biografija:



Ivan Jovanović rođen je u Šapcu 1995. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo odbranio je 2019. god.

**PROJEKAT ARMIRANOBETONSKE VIŠESPRATNE ZGRADE U UGLJEVIKU
PREMA EVROKOPSKIM STANDARDIMA****THE PROJECT OF MULTI-STOREY REINFORCED CONCRETE BUILDING IN
UGLJEVIK ACCORDING TO EUROPEAN STANDARDS**Slobodan Marković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

Kratak sadržaj – U prvom dijelu rada prikazan je projekat armiranobetonske višespratne zgrade Po+Pr+4 a u drugom dijelu su uporedno analizirani propisi prema PBAB-u i Evrokodu.

Ključne reči: Armiranobetonska zgrada, Evropski standardi, Uporedna analiza propisa

Abstract – The first part of the work consist the project of multi-storey reinforced concrete building, basement + ground floor + 4 stories, and the second part consist comparative analysis between European standards and PBAB.

Keywords: Reinforced concrete building, European standards, Comparative analysis

1. UVOD

Projektnim zadatkom predviđeno je projektovanje armiranobetonske višespratne zgrade Po+Pr+4, skeletnog tipa sa platnima za ukrućenje, prema evropskim standardima na osnovu zadatog arhitektonskog plana. Lokacija objekta je Ugljevik.

2. OPIS PROJEKTA**2.1. Projektni zadatak i arhitektonsko rešenje**

Projektnim zadatkom predviđeno je projektovanje stambeno poslovnih zgrade u Ugljevik, spratnosti podrum + prizemlje + 4 sprata (Po+Pr+4). U podrumu se nalaze ostave za svaki od stanova. U prizemlju se nalazi 6 poslovnih prostora. Na svakom spratu je po 8 stanova, ukupno 32 stana, a spratovi su tipski (sl. 1).

Krov je ravan, neprohodan, a na krovu je ostvaren pad od 2 % za odvod vode.

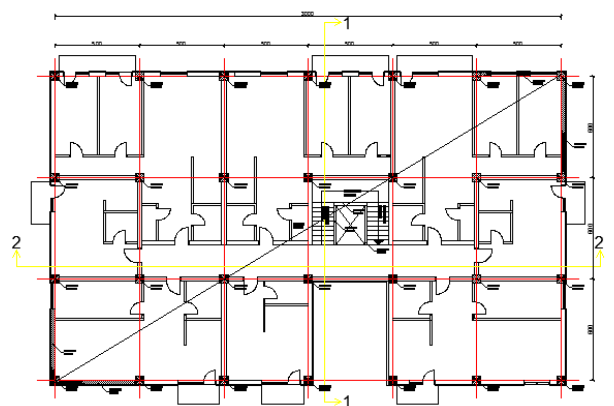
Vertikalna komunikacija se ostvaruje pomoću lifta, te dvokrakog stepeništa. Predviđena je debljina temeljne ploče od 30 cm, a ploče ostalih spratova 16 cm. Stubovi na prve tri etaže su 50/50 cm, na sljedeće dvije etaže 45/45 cm, a na posljednjoj etaži 40/40 cm. Temeljna ploča je ojačana gredama dimenzija 50/80 cm. Ostale grede na objektu su 35/60 cm i 25/30 cm.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Đorđe Ladinović, red. prof.

2.2. Konstruktivni sistem zgrade

Konstruktivni sistem zgrade je ukrućeni armiranobetonski (AB) skelet, sa pločama oslonjenim na grede dva upravna pravca, koje preuzimaju opterećenje od ploče i prenose ga na stubove i temeljnu ploču, koja opterećenje prenosi na tlo.



Slika 1. Osnova prizemlja

Objekat je ukrućen sa po dva zidna platna u dva ortogonalna pravca (sl. 1), čija je uloga da prime horizontalne sile od dejstva vetra i seizmičkog dejstva i prenesu ih do temelja, da smanje horizontalna pomjeranja, povećaju cjelokupnu krutost objekta i smanje periode oscilovanja.

Temeljna konstrukcija je prvobitno predviđena kao temeljna ploča, ali je statičkim proračunom utvrđeno da postoji problem sa probijanjem temeljne ploče, pa je usvojeno rešenje u vidu temeljne ploče koja je ojačana kontra gredama u dva upravna pravca. Vertikalna komunikacija je predviđena dvokrakim stepeništem i liftom.

Stubovi zajedno sa gredama čine višebrodne ramove, koji se pružaju u dva ortogonalna pravca. U x-pravcu postoji sedam ramova, a u y-pravcu četiri rama na rastojanjima od 6, odnosno 5 m.

U osnovi objekat je pravougaonog oblika, sa jednim uvučenim poljem. Dužina objekta je 30, a širina 18 m. Visina objekta je 15,50 m.

2.3. Analiza opterećenja

Konstrukcije armiranobetonskih višespratnih zgrada je neophodno projektovati tako da, od svih relevantnih opterećenja i njihovih kombinacija, mogu da prihvate i preko temelja prenesu uticaje na tlo. Za zadatu armiranobetonsku konstrukciju stambene zgrade definisane su sljedeće vrste opterećenja:

- stalno opterećenje;
- korisno opterećenje;
- opterećenje od snijega;
- opterećenje od vjetra;
- seizmičko opterećenje.

Stalna opterećenja su ona koja potiču od sopstvene težine konstruktivnih elemenata i nekonstruktivnih dijelova zgrade. Korisno opterećenje definisano je standardom Evrokod 1 EN 1991-1-1:2002 [1], na osnovu kategorije upotrebe prostorija u stambenim zgradama.

Opterećenje snijegom u proračun je uzeto prema evropskim standardima EN 1991-1-3:2003 [2] za krovne nagibe između 0° i 30° i aplicirano je na konstrukciju u vidu jednako podijeljenog površinskog opterećenja.

Opterećenje vjetrom je analizirano prema Evrokod standardu EN 1991-1-4:2005 [3] i nanešeno je na konstrukciju kao površinsko opterećenje, nakon čega je konvertovano u linijsko opterećenje.

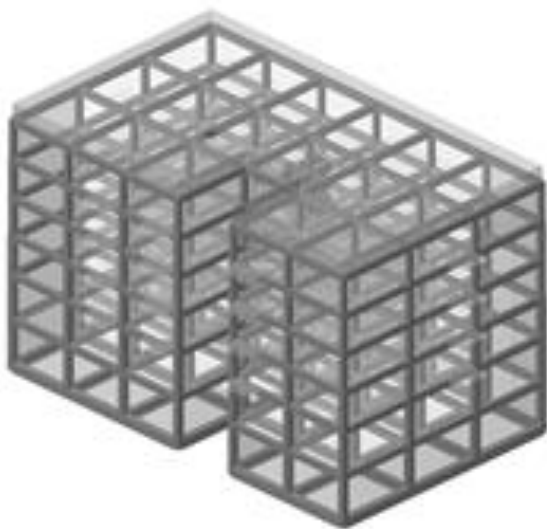
Za analizu uticaja od seizmičkog dejstva izabrana je metoda ekvivalentnih bočnih sila koja nije implementirana u softverskom paketu Tower [referenca] poput multimodalne analize. Seizmičko opterećenje je proračunato za svaku etažu i zatim unijeto u program kao i druga opterećenja statičkog karaktera. Osnovni parametri za određivanje uticaja od seizmičkog dejstva su:

- objekat se nalazi na tlu kategorije B;
- odnos a_g/g jednak je 0,20;
- koeficijent prigušenja jednak je 0,05.

2.4. Modeliranje konstrukcije

Konstrukcija je modelirana u programskom softveru Tower 6, koji je baziran na metodi konačnih elemenata.

Svi uticaji u konstrukciji određeni su na osnovu prostornom (3D) proračunskog modela (sl. 2) koji dovoljno realno predstavlja stvarnu konstrukciju i njeno ponašanje pod dejstvom opterećenja. Ovim paketom omogućeno je prostorno modeliranje konstrukcije primenom površinskih i linijskih konačnih elemenata.



Slika 2. 3D proračunski model konstrukcije

Međuspratne tavanice, temeljna i krovna ploča, kao i armiranobetska zidna platna su modelirana površinskim konačnim elementima, dok su grede i stubovi modelirani kao linijski elementi. Svi elementi su modelirani tako da njihove geometrijske i mehaničke karakteristike odgovaraju zadatim projektom. Mehaničke karakteristike, kao što su računski čvrstoća betona na pritisak, modul elastičnosti, Poasonov koeficijent i koeficijent temperaturnog širenja određeni su klasom betona. Geometrijske karakteristike su pridružene elementima usvajajući bruto betonske preseke, zanemarujući doprinos armature.

Međuspratne tavanice (ploče) su noseći elementi koji su dominantno opterećeni na savijanje od opterećenja koje deluje normalno na srednju ravan ploče. Usled deformisanja ploče pod dejstvom opterećenja, u njoj se javljaju presečne sile: momenti savijanja (M), momenti torzije (M_t), i transverzalne sile (T). Realno, u ploči se javljaju i aksijalne sile usled opterećenja u srednjoj ravni ploče, ali je prilikom proračuna smatrano da će veći deo tog opterećenja da preuzmu zidovi.

Sve ploče su tretirane kao tanke, jer im je odnos debljine i kraćeg raspona manji od 0,20. Minimalna debljina ploča prema propisima iznosi 7 cm za ploče opterećene jednako podeljenim opterećenjem, odnosno 10 cm ako je reč o pločama po kojima se kreću putnička vozila..

Ploče se tretiraju kao slobodno oslonjene na gredne nosače, međutim u realnosti je ta veza ipak elastično ukļeštenje (veličina ukļeštenja zavisi od krutosti same grede). Ovakvim proračunom ostaje se na strani sigurnosti, jer se dobijaju veći momenti u polju. Ipak, povijanjem pojedinih šipki armature u gornjem polju, iznad oslonaca, prihvataju se eventualni negativni momenti koji se tu mogu javiti. Ploče su dimenzionisane prema momentima savijanja u dva ortogonalna pravca, dok je uticaj momenata torzije zanemaren.

Zidni nosači (AB platna za bočno ukrućenje zgrade) su u statičkom smislu površinski nosači dominantno opterećeni u svojoj ravni, što izaziva normalne i smičuće napone. Zbog svoje mnogo veće savojne krutosti u odnosu na stubove, AB zidovi prihvataju najveći dio horizontalnog opterećenja. Njihova uloga je da prime seizmičke sile, ali i eventualne momente torzije koji se mogu pojaviti - usljed pojave prsline svakako dolazi do promjene krutosti elemenata, pa je i poklapanje centra mase i centra krutosti praktično nemoguće, što neminovno dovodi do pojave torziranja zgrade u osnovi. Aksijalno opterećenje povoljno utiče na rad ovih zidova. Modelirani su kao površinski elementi debljine $I = 25$ cm.

Stepenišni kraci su modelirani kao kosi površinski elementi u sklopu celokupnog proračunskog modela zgrade.

Stubovi pretežno primaju i prenose gravitaciono opterećenje do temelja. Dominantno su opterećeni na pritisak, ali zbog činjenice da u ramovskom sistemu stubovi rade zajedno sa gredama, isti će biti opterećeni i momentom savijanja, i to u dva pravca, čime postaju dvoosno savijani. Razmatrana zgrada u konstruktivnom smislu predstavlja ukrućeni skeletni sistem.

U tom slučaju veliki dio horizontalnog opterećenja primaju zidovi za ukrućenje, zbog neuporedivo veće krutosti, ali se ne smije zanemariti doprinos ramova pri prijemu ovog opterećenja. Međutim, stubovima, kao elementima dominantno opterećenim na pritisak, nije redukovana torziona krutost pri modeliranju. Zbog alternativnog dejstva horizontalnih sila, usvojeno je simetrično armiranje stubova.

Prilikom zadavanja geometrijskih karakteristika poprečnih presjeka, gredama je smanjena torziona krutost 10 puta, zbog primjene linearne teorije elastičnosti i neminovne preraspodjele uticaja, kao posljedice realnih karakteristika ponašanja materijala i elemenata. Pri graničnom stanju nosivosti, već nakon pojave prvih prslina, krutost greda se značajno redukuje.

Uticaj tla na konstrukciju je modeliran kao Vinklerova podloga. Vinklerov model je jednoparametarski model tla kojim se tlo tretira kao elastična podloga, a zasniva se na proporcionalnosti između pritiska i slijeganja. Ovim modelom tlo je zamijenjeno serijom elastičnih, međusobno nezavisnih opruga. Krutost opruge predstavlja proizvod koeficijenta podloge i pripadajuće površine opruge.

Osnovni nedostaci ovog modela su to što pritisak u nekoj tački nije funkcija sleganja samo te tačke, a tlo se ne sleže samo ispod temelja, nego i izvan njega. Takođe, u kontaktnoj površini nije moguće prenijeti napone zatezanja, što ovaj model omogućava.

Koeficijent podloge je uzet kao konstanta tla, međutim on realno zavisi i od oblika i veličine kontaktne površine bloka kojim se određuje. Ipak, primjenom Vinklerovog modela omogućeno je obuhvatanje interakcije temelj-tlo. Primjena višeparametarskih modela je mnogo komplikovanija, a takođe predstavlja samo grubu aproksimaciju realnog ponašanja tla, tako da Vinklerov model predstavlja optimalno rešenje po pitanju tačnosti rezultata proračuna i jednostavnosti primene modela.

2.5. Dimenzionisanje i armiranje nosećih elemenata konstrukcije

U softverskom paketu Tower 6 izvršeno je dimenzionisanje odabranih ploča: temeljne ploče, ploče prizemlja i ploče tipskog sprata. Ploče prenose opterećenje u dva pravca, te su s toga armirane proračunskom armaturom u dva pravca i vođeno je računa o pravilima za armiranje.

Projektnim zadatkom predviđeno je da se dimenzioniše po jedan ram u oba pravca, i to ram u osi D i ram u osi 2. Dimenzionisanje i armiranje je izvršeno saglasno evropskom pravilniku, prema uticajima mjerodavnih graničnih kombinacija. Za sve elemente konstrukcije predviđena je klasa betona C30/37, dok su svi elementi armirani rebrastom armaturom B500.

2.6. Proračunske kontrole

Prema evropskom pravilniku neophodno je bilo uraditi sledeće kontrole konstrukcije:

- kontrola napona u stubovima;
- kontrola napona u zidovima;
- ograničenje relativnog spratnog pomjeranja;
- kontrola napona u tlu.

Nakon sprovedenih numeričkih analiza zaključeno je da konstrukcija zadovoljava uslove svih prethodno nabrojanih kontrola.

3. UPOREDNA ANALIZA DOMAĆIH I EVROPSKIH PROPISA ZA PRORAČUN ARMIRANO-BETONSKIH KONSTRUKCIJA

3.1. Svojstva materijala

Prema PBAB 87 [referenca], korišten je čelik za armiranje sa manjom granicom razvlačenja, dok je od 2009. godine i kod nas u upotrebi uvedena armatura sa granicom razvlačenja od 500 MPa, kao i prema evropskim propisima, tj. B500A, B500B, B500C.

Statistički reprezenti čvrstoće betone pri pritisku se razlikuju. To je prema Evrokodu klasa betona, dok je prema našim propisima marka betona.

3.2. Dejstva i parcijalni koeficijenti sigurnosti

Klasifikacija dejstava je skoro ista prema domaćim i prema evropskim propisima. Evropski propisi nalažu upotrebu manjih koeficijenata sigurnosti, što rezultira manjim statičkim uticajima i realnijim rezultatima, jer su evropski propisi bazirani na teoriji graničnih stanja, tj. zasnivaju se na prihvatljivoj vjerovatnoći da projektovana konstrukcija neće biti nepodobna za primjenu u određenom vremenskom periodu-vijeku eksploatacije konstrukcije.

3.3. Proračun noseće konstrukcije

3.3.1. Analiza opterećenja

Oba propisa predviđaju za proračun pet istih grupa opterećenja: stalno, korisno, snijeg, vjetar i seizmiku.

Kod stalnog opterećenja ne postoji razlika, ono obuhvata sve konstruktivne i nekonstruktivne elemente.

Korisno je prema Evrokodu podijeljeno na više podvrsta, dok je prema domaćim propisima svrstano u jedno. Prema oba propisa se iskazuje tablično i zavisi od namjene prostorije. Opterećenje od snijega se zadaje u većem intenzitetu prema Evrokodu, iako se preporučuje da se i kod nas uzima $1,0 \text{ kN/m}^2$.

Proračun za seizmiku i vjetar se razlikuje, iako vjetar za konkretni objekat nije mjerodavan za dimenzionisanje. Prema domaćim propisima se predviđa korišćenje statički ekvivalentne metode, koja uzima u obzir samo prvi ton oscilovanja, dok Evrokod predviđa upotrebu multimodalne spektralne analize, koja uzima u obzir više tonova oscilovanja.

Evropski propisi su pogodniji kada se projektuju objekti veće spratnosti. Prije seizmičkog proračuna neophodno je odraditi modalnu analizu da bi se odredile svojstvene vrijednosti konstrukcije. Zbog što boljeg prihvatanja seizmičkih sila neophodno je predvidjeti i dobro rasporediti seizmička platna kako bi se što bolje i efikasnije primile i do temelja sprovele seizmičke sile.

Za dinamički proračun se mase grupišu u nivoima tavanica. Razlikuju se faktori učešća masa prema domaćim i evropskim propisima.

3.3.2. Modeliranje konstrukcije

Modeliranje noseće konstrukcije u inženjerskoj praksi se sprovodi u nekom od softvera, a preporučljivo je prostorno modeliranje zbog što realnijeg matematičkog predstavljanja konstrukcije. Sprovodi se prema linearnoj teoriji, jer je prema nelinearnoj teoriji to znatno komplikovanije, te takav proračun nije neophodan.

Evrokod, za razliku od domaćih propisa, zahtijeva da se smanji savojna i torziona krutost greda, kao i savojna krutost stubova i seizmičkih zidova, kako bi se uzela u obzir isprskalost poprečnih presjeka usljed apliciranih opterećenja. Domaći propisi predviđaju smanjenje torziona krutosti greda.

3.3.3. Proračunske kontrole

I jedan i drugi pravilnik zahtijevaju proračunske kontrole prije dimenzionisanja i armiranja. Kontrole, koje je neophodno sprovesti su iste za oba pravilnika. Kontrolišu se naponi u stubovima, seizmičkim platnima i u tlu, te pomjeranje po spratovima, a dobijene vrijednosti se porede sa dopuštenima.

Načini na koji se kontrole sprovode se razlikuju. Provjera napona u stubovima se vrši tako što se usljed eksploatacionih gravitacionih opterećenja računa napon, koji se upoređuje sa dopuštenim, dok se prema evropskim propisima računa vrijednost aksijalne sile za seizmičku proračunsku situaciju, i ona se upoređuje sa dopuštenom. Takvo poređenje se vrši i za seizmičke zidove za ukrućenje zgrade.

Naponi u tlu se kontrolišu tako što se porede dobijeni naponi sa dozvoljenim. Oni se dobijaju korišćenjem eksploatacionih opterećenja.

Spratna pomjeranja se kontrolišu za eksploatacionu seizmičku kombinaciju opterećenja. Provjerava se pomjeranje u visini tavanica, a u krajnjem izrazu se dobija ukupno pomjeranje konstrukcije, koje mora biti manje od dopuštenog.

3.3.4. Dimenzionisanje i armiranje

Određivanje debljine zaštitnog sloja se razlikuje. Prema domaćim propisima ona zavisi od vrste elementa i stepena agresivnosti sredine, dok prema Evrokodu to zavisi od prečnika usvojene armature i agresivnosti sredine.

Kada je riječ o usvajanju poprečnog presjeka elemenata, propisi na to gledaju slično. U oba propisa minimalna debljina ploče je 7 cm, iako se to najčešće uzima kao 10 cm. Dimenzije stubova se usvajaju u zavisnosti od napona. Visina greda zavisi od raspona koji premošćuje, a širina od napona zatezanja koji greda treba da primi.

Postupak proračuna armature se razlikuje u ova dva propisa, dok je njeno raspoređivanje i rastojanje među šipkama veoma slično. Armatura se usvaja u zavisnosti od mjerodavne kombinacije. Ploče se armiraju mrežama (u najvećem broju slučajeva), dok se linijski elementi armiraju šipkama. Armatura u gredama mora biti raspoređena tako da zadovoljava torzione uticaje. Razmaci šipki u armiranim elementima ne smije biti veći od 30 cm (u vertikalnom), tj. 15 cm (u horizontalnom pravcu). Ne preporučuje se da minimalni razmaci budu manji od 3 cm prema domaćim propisima, tj. manji od 4-5 cm prema Evrokodu (sve zbog bolje ugradljivosti betona). Uzengije se postavljaju kao vertikalne, a rjeđe kao kosa gvožđa, a izvode se preklapljene preko kraće strane ili oko ugaone šipke.

4. ZAKLJUČAK

Poređenjem propisa je ustanovljeno da postoji znatan broj sličnosti, ali isto tako i razlika. Oznake betona i armature se razlikuju, takođe, granica razvlačenja za armaturu po Evrokodu je veća.

Koriste se iste grupe opterećenja za proračun, s tim što po Evrokodu postoji više kategorija korisnog opterećenja. Za vjetar i seizmiku proračun je dosta kompleksniji prema Evrokodu, ali i daju tačnije rezultate.

Vrste proračunskih kontrola koje zahtijevaju oba propisa su iste, samo se razlikuje njihov proračun. Prema evropskim propisima, kontrola pomjeranja je tačnija, jer sprečava upotrebu tzv. mekog sprata.

Prema Evrokodu, postoje 3 klase duktilnosti: niska, srednja i visoka, te je oblikovanje detalja za lokalnu duktilnost dosta komplikovanije.

Usvajanje dimenzija elemenata je dosta slično, kao i način armiranja, postoje razlike u proračunu armature. Raspored šipki armature, kao i razmak između šipki je sličan prema u oba propisa.

5. LITERATURA

- [1] Evrokod 1: Dejstva na konstrukcije, Beograd, 2009.
- [2] Evrokod 2: Proračun betonskih konstrukcija, Beograd, 2009.
- [3] Evrokod 8: Proračun seizmički otpornih konstrukcija, Beograd 2009.
- [4] Dr. Zoran Brujić: "Materijal sa predavanja iz predmeta Betonske konstrukcije", Novi Sad 2015.
- [5] S. Stefanović: Fundiranje, Naučna knjiga, Beograd 1989.
- [6] PBAB 87, Beograd 1987.

Kratka biografija:



Slobodan Marković, rođen u Bijeljini 1993. godine. Master rad na departmanu za građevinarstvo je odbranio 2019. godine iz oblasti Seizmičke analize konstrukcija.

OPTIMIZACIJA POSTUPKA MONTAŽE SPREGNUTOG DRUMSKOG MOSTA PREKO RIJEKE SAVE**THE ROAD BRIDGE OVER THE RIVER SAVA OPTIMIZATION OF ASSEMBLING**Aleksandar Đuraš, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast - GRAĐEVINARSTVO**

Kratak sadržaj – Za most preko rijeke Save, u mjestu Svilaj, urađena je analiza tri varijantna rješenja montaže mosta. Cilj rada je da se prikaže uticaj postupka montaže na nivo napreženja konstrukcije i da se pronađe najoptimalnije rješenje zamontažu mosta.

Ključne reči: Most, montaža, spregnute konstrukcije od betona i čelika

Abstract – The bridge over the river Sava, located in Svilaj, is calculated and the results are compared for three ways of assembling. The point was find the most optimal way of assembling.

Keywords: Bridge, assembling, steel-concrete composite structures

1. UVOD

Predmet ovog rada je poređenje uticaja u rasponskoj konstrukciji spregnutog drumskog mosta za tri varijantna rješenja montaže konstrukcije mosta. Most se nalazi u mjestu Svilaj, Federacija BiH i premošćava rijeku Savu. Most je statičkog sistema kontinualne grede na tri polja sa dvostrukom spregnutim poprečnim presjekom sastavljenim od čeličnog polusanduka i betonske donje i gornje-kolovozne ploče.

Tlocrtno je objekat u pravcu. Niveleta mosta je u vertikalnoj krivini sa radiusom $R=10000\text{m}$.

Tjeme nivelete nalazi se tačno u sredini srednjeg raspona, tj. konstrukcija je simetrična oko svoje središnje ose. Poprečni pad kolovoza konstantan je i iznosi 2,5%.

Dimenzije raspona su $100,0 + 130,0 + 100,0 = 330,0\text{ m}$, između osa oporaca. Čelični polusanduk promjenljive je visine od 3200mm (u srednjem polju) do 5400mm (iznad srednjih stubova).

Dimenzije raspona su rezultat konfiguracije terene i izabrane su na način da se dobiju približno isti statički uticaji u sva tri polja.

Ukupna širina mosta je 13,50 m. Predviđene su tri saobraćajne trake širine po 3,50 m, sa zaštitnim pojasevima od 0,75 m sa obje strane kolovoza, tako da je širina asfaltnog zastora 12,0 m. Slijedi kameni ivičnjak i betonski vijenac širine 0,75 m. Na krajevima konzola predviđena je metalna odbojna ograda, visine 1,0 m. Na mostu nije predviđen pješački saobraćaj.

NAPOMENA:

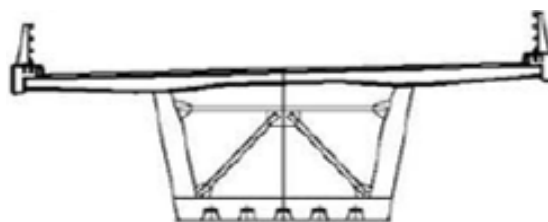
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Milan Spremić, dipl.inž.građ.

Cijeli objekat je jedna dilataciona cjelina, prelazne naprave nalaze se samo na oporcima. Ležišta su predviđena kao ležišta u "loncu", svi podužno pomični osim na oporcima O1.

Za poprečni presjek kontinualnog sklopa odabran je spregnuti sandučasti nosač promjenljive visine (3,20m u polju, 5,40m iznad oslonaca). Debljina vertikalnih limova sandučastog nosača iznosi 30mm. Debljina donje ploče varira od 40mm (u polju) do 80mm (nad osloncima).

Oblik poprečnog presjeka osiguran je poprečnim ukrutama, na svakih 5,0 m raspona. Pri montaži polusanduka predviđena je u visini gornjih pojaseva izrada sprega za vjetar, koji učestvuje u primanju bočnih udara vjetra, do betoniranja kolovozne ploče.

Kvalitet čelika je S355 za sve dijelove konstrukcije, beton kolovozne ploče je klase C35/45, a armatura je kvaliteta B500B.



Slika 1. Poprečni presjek mosta

AB kolovozna ploča se izvodi na gradilištu u punoj širini od 12,90m, sa poprečnim nagibom od 2,5%. Iznad rebara glavnog nosača debljina ploče iznosi 40cm, u sredini polja 28cm, a na kraju konzole 25cm. Ploča se spreže sa čeličnim sandukom moždanicima sa glavom koji se zavaruju na gornje nožice sanduka. Glavna armatura u ploči je u poprečnom smjeru mosta. Iznad srednjih oslonaca mosta usvojena je armatura u podužnom i poprečnom smjeru.

Ploča se izvodi na licu mjesta po pojedinim sekcijama uz pomičnu oplatu. Vijenci su monolitni i izvode se nakon završetka gradnje, na posebnoj pomičnoj oplati.

Debljina kolovoznog zastora, što uključuje završni asfaltni sloj i hidroizolaciju, iznosi 9,0cm.

Prihvat i odvodnja vode sa površine mosta se obavlja pomoću slivnika koji se postavljaju uz ivičnjak na nižoj strani mosta.

Proračun mosta urađen je pomoću softverskog paketa SOFiSTiK na linijskom modelu za podužni proračun.

U proračun su uzeta djelovanja stalnog opterećenja, saobraćajnog opterećenja, temperature, vjetra i seizmike.

U skladu sa standardom EN1991-2 (opterećenja na mostove) izabrano je saobraćajno opterećenje LM1.

Dinamički proračun konstrukcije sproveden je postupkom spektralne analize, za računsko ubrzanje 0,11g i kategoriju tla B.

Prilikom proračuna rasponske konstrukcije, posebno su se računale sve faze građenja, uzimajući u obzir redoslijed montaže čelika, kao i redoslijed betoniranja kolovozne ploče.

Faze montaže čelične konstrukcije u krajnjim poljima nisu razmatrane, jer se ista vrši na privremenoj skeli. Proračun skele nije bio tema ovog rada.

Presjeci su modelirani s obzirom na faze gradnje i mogućnost uzimanja u obzir pojavu prslina u betonu u zategnutoj zoni, te postoji više tipova presjeka.

Tabela 1. Tipovi poprečnog presjeka

u polju	nespregnuti presjek (samo čelična konstrukcija)
	spregnuti presjek (čelična konstrukcija i gornja betonska ploča sa armaturom)
iznad oslonaca	nespregnuti presjek (samo čelična konstrukcija)
	spregnuti presjek (čelična konstrukcija i donja betonska ploča)
	spregnuti presjek (čelična konstrukcija, donja betonska ploča i armatura gornje betonske ploče)

Proveden je kompletan proračun unutrašnjih sila u elementima, analiza naprezanja po presjecima i dimenzionisanje.

I način montaže

Nakon izrade donjeg stroja mosta, što obuhvata obalne stubove (oporce) i središnje stubove, postavljaju se privremeni oslonci u vidu skele za krajnja polja mosta. Od oporaca se, preko privremenih oslonaca, do središnjih stubova montira čelična rasponska konstrukcija. Čelični polusanduk montira se sa terena, pomoću dizalica. Sklapa se u segmentima, dužine 15,625m, a dva zadnja segmenta, do središnjeg stuba su dužine 12,5 i 9,375m, respektivno. Kada se završi montaža krajnjih polja, vrši se uklanjanje privremenih oslonaca i montiranje konzole, njihovo spajanje u sredini glavnog otvora i konačno formiranje kontinualnog nosača. Sljedeći korak jeste betoniranje kolovozne ploče na pokretnoj oplati, kampadama, dužine 15,0 m. Nakon što je završeno betoniranje kolovozne ploče nanosi se dodatno stalno opterećenje na most, u vidu slojeva kolovoznog zastora i opreme mosta. Poslije ove faze, na mostu su završeni svi radovi na montaži i objekat je spreman za eksploataciju.

II način montaže:

Drugi način montaže rasponske konstrukcije se od prvog razlikuje samo kod montiranja čeličnog polusanduka u glavnom otvoru. Naime, poslije izrade konzola, dužina 22,75m, postavlja se jednodijelni segment koji će u trenutku montaže spojiti te dvije konzole i oformiti sistem kontinualne grede. Segment će se montirati sa plovnog objekta, dizalicama, i dužine je 84,5m. Poslije montaže

ovog segmenta, postupak je identičan kao i za prethodni način montaže, sve do faze upotrebljivosti mosta.

III način montaže:

Ovaj način montaže obuhvata izradu konzole čeličnog sandučastog nosača, u dužini od 22,75m. Konzola je orjentisana od srednjeg stuba ka sredini mosta i čine ju 2 segmenta, jedan dužine 9,75m, a drugi 13,0m. Nakon izrade ove konzole vrši se betoniranje ploče u donjoj zoni čeličnog sanduka. Poslije očvršćavanja betona donje ploče, nastavlja se sa montažom čeličnog sanduka sve do dužine od 65,0 m, sa obje strane, gdje se nosači spajaju. Sistem montaže je identičan prvom, samo sa dodatkom donje ploče kao konstruktivnog elementa. Uvođenjem donje ploče smanjile su se debljine limova čeličnog nosača, uz zadržavanje istih vanjskih gabarita sanduka.

2. REZULTATI PRORAČUNA

Za svaki način montaže vršena je kontrola napona u čeličnom sanduku, gornjoj-kolovoznoj ploči i donjoj ploči (samo za treći način montaže). Presjeci koji su kontrolisani su pozicionirani iznad stubova i u srednjem rasponu. Tablično su prikazani naponi za dvije kombinacije opterećenja, a poređenje je vršeno za kombinaciju I, jer ona daje najveće uticaje.

2.1. Kontrola napona u presjeku iznad stubova

U tabelama 2, 3 i 4 prikazani su naponi u poprečnom presjeku konstrukcije mosta iznad stubova. Kontrolna mjesta u presjeku su gornja zona čelika, donja zona čelika, armatura u kolovoznoj ploči i kod trećeg načina montaže napon u donjoj ploči.

Tabela 2. Naponi za I način montaže

Naponi	Komb I	Komb II
σ_{ϵ}^g	28,25	24,25
$\sigma_{\epsilon d}$	-25,98	-22,51
σ_a	13,41	9,49

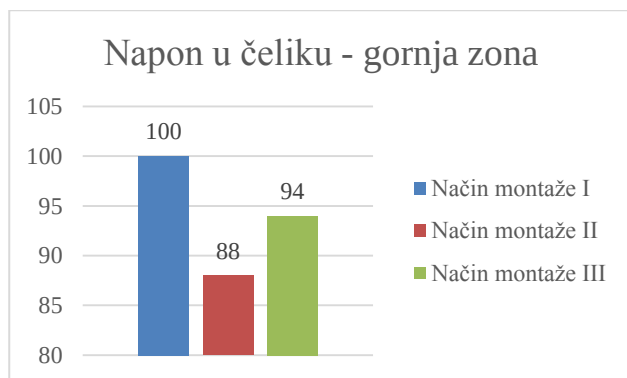
Tabela 3. Naponi za II način montaže

Naponi	Komb I	Komb II
σ_{ϵ}^g	24,91	21,29
$\sigma_{\epsilon d}$	23,00	19,53
σ_a	13,41	9,49

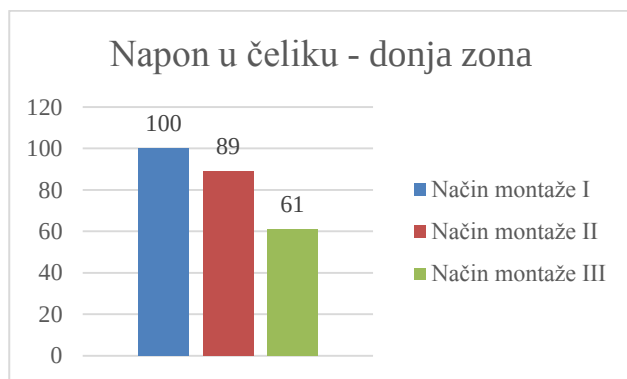
Tabela 4. Naponi za III način montaže

Naponi	Komb I	Komb II
σ_{ϵ}^g	26,42	23,08
$\sigma_{\epsilon d}$	-15,88	-13,98
σ_b^d	-2,21	-1,91
σ_a	12,28	8,72

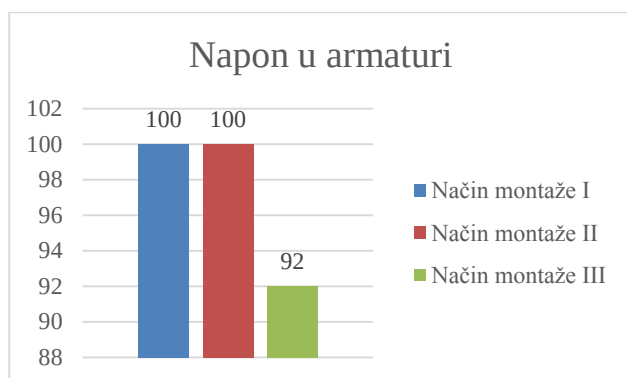
Na slikama 2, 3 i 4, grafikonima su procentualno predstavljeni naponi u presjeku iznad stubova. Poređenje je vršeno u odnosu na najveći, referentni, uticaj na određenom kontrolnom mjestu, kome je dodijeljena vrijednost 100.



Slika 2. Grafički prikaz napona u gornjoj zoni čelika



Slika 3. Grafički prikaz napona u donjoj zoni čelika



Slika 4. Grafički prikaz napona u armaturi

2.2. Kontrola napona u presjeku u srednjem rasponu

U tabelama 5, 6 i 7 prikazani su naponi u poprečnom presjeku rasponske konstrukcije u srednjem polju. Kontrolna mjesta u presjeku su gornja zona čelika, donja zona čelika i gornja ivica kolovozne ploče.

Tabela 5. Naponi za I način montaže

Naponi	Komb I	Komb II
σ_{ϵ}^g	-14,09	-12,72
$\sigma_{\epsilon d}$	24,65	19,66
σ_b^g	-1,39	-1,04

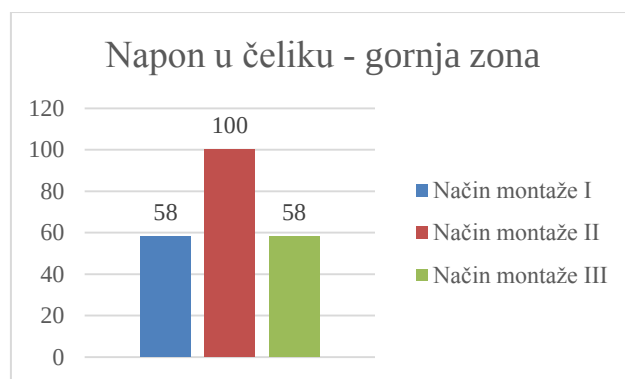
Tabela 6. Naponi za II način montaže

Naponi	Komb I	Komb II
σ_{ϵ}^g	24,26	22,92
$\sigma_{\epsilon d}$	30,39	25,39
σ_b^g	1,39	1,04

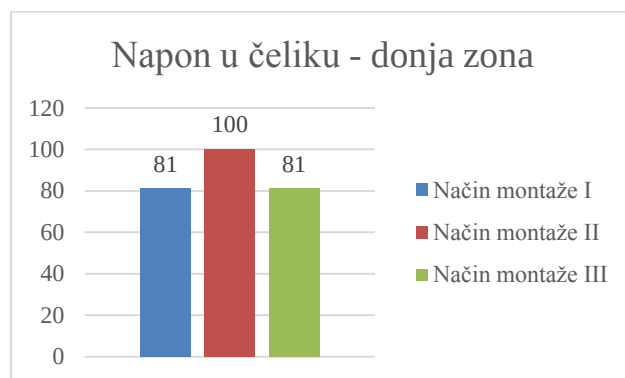
Tabela 7. Naponi za III način montaže

Naponi	Komb I	Komb II
σ_{ϵ}^g	-14,09	-12,72
$\sigma_{\epsilon d}$	24,65	19,66
σ_b^g	-1,39	-1,04

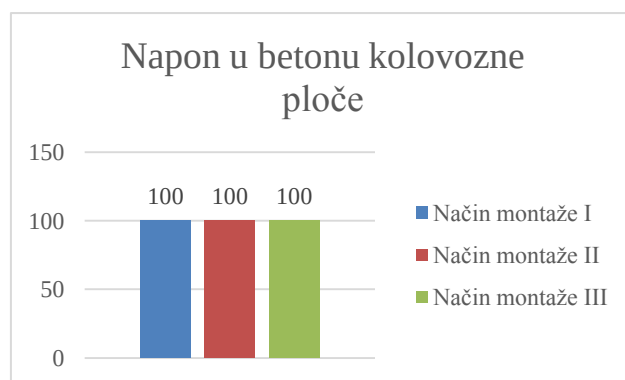
Na slikama 5, 6 i 7, grafikonima su procentualno predstavljeni naponi u poprečnom presjeku rasponske konstrukcije u srednjem polju. Poređenje je vršeno u odnosu na najveći, referentni, uticaj na određenom kontrolnom mjestu, kome je dodijeljena vrijednost 100.



Slika 5. Grafički prikaz napona u gornjoj zoni čelika



Slika 6. Grafički prikaz napona u donjoj zoni čelika



Slika 7. Grafički prikaz napona u kolovoznoj ploči

3. ZAKLJUČAK

Na osnovu proračuna, koji je sproveden na drumskom spregnutom mostu (čelik-beton), preko rijeke Save, može se zaključiti sljedeće:

Za presjek iznad stubova najveći naponi se dobijaju za prvi način montaže, u obje zone čeličnog nosača, što je i razumljivo, uzevši u obzir da je u ovom načinu montaže čelik u statičkom sistemu konzole sve do spajanja na sredini.

Treći način montaže daje nešto veće napone u gornjoj zoni čelika u odnosu na drugi ali dosta manje napone u donjoj zoni. Razlog je postojanje donje betonske ploče kod trećeg načina montaže, koja „navlači“ uticaje na sebe i rasterećuje donju zonu čelika, ali povećava napone u gornjoj zoni čelika.

Za presjek u polju najveći naponi se dobijaju za drugi način montaže, u obje zone čeličnog nosača. Prvi i treći način daju iste vrijednosti u ovoj zoni i manji su od drugog načina. Ovo se objašnjava time da se kod prvog i trećeg načina montaže čelični nosač prilikom spajanja u polju nalazi u sistemu dvije konzole ili grede sa prepustom, ako posmatramo i krajnja polja. Spajanjem dva dijela moment u polju je 0, a samim tim i naponi. Naprezanje se javlja tek nakon izlivanja kolovozne ploče i nanošenja dodatnog tereta, stalnog i korisnog.

Kod drugog načina montaže gotov segment se ubacuje u središnje polje i tako se povezuju dva dijela. Ubacivanjem ovog segmenta javljaju se momenti u sredini raspona od težine istog, te se tako i javljaju naprezanja u čeliku. Razlika napona ovog načina montaže u odnosu na prvi i treći jeste u težini ovog segmenta.

Na osnovu svega do sad obrazloženog možemo vidjeti da izrada donje AB ploče nije neophodna, sa stanovišta napona u čeliku. Pored toga unosi dodatni teret na samu konstrukciju, a komplikuje i izvođenje. Stoga, način montaže sa donjom pločom izuzimamo dalje iz razmatranja.

Što se tiče prvog i drugog načina montaže, postoje određene prednosti i nedostaci. Sa aspekta uticaja u konstrukciji pogodniji je drugi način montaže, jer vrši pravilniju preraspodjelu uticaja duž nosača, dok kod prvog načina montaže dominiraju uticaji iznad stubova. Međutim, ako se pogleda aspekt izvođenja i montaže konstrukcije prvi način montaže ima primat, zato što se montiranje vrši iz manjih dijelova.

To znači da nije potrebna specijalna oprema za montiranje niti za dopremu segmenata.

Kod drugog načina montaže srednji, upasni segment, zbog svojih gabarita, ima veliku težinu, te zahtijeva upotrebu većih dizalica za montažu. Takođe neophodna je i upotreba plovniha objekata kojima bi se dopremao takav segment, jer drumskim saobraćajem nije moguće zbog ograničenja saobraćajnog profila pristupnih saobraćajnica. Pošto rijeka Sava nije cijelom dužinom plovna za teretni saobraćaj, ovakav način montaže bio bi teško izvodljiv.

4. LITERATURA

- [1] EN 1991-2:2002 : EUROCODE 1 - Actions on structures - Part 2: Traffic loads on bridges
- [2] EN 1991-1:2004 : Evrokod 1 – Dejstva na konstrukcije, Beograd, 2009.
- [3] EN 1992-1-1:2004 : Evrokod 2 - Proračun betonskih konstrukcija, Beograd, 2006.
- [4] EN 1993-1-1:2005 : Evrokod 3 - Proračun čeličnih konstrukcija, Beograd, 2006.
- [5] EN 1994-2:2001 : EUROCODE 4 – Design of composite steel and concrete structures – Part 2: Composite bridges
- [6] EN 1998-2:200X : EUROCODE 8 – Design of structures for earthquake resistance – Part 2: Bridges
- [7] Sprengnute konstrukcije čelik – beton, Radomir Folić, Damir Zenunović, Novi Sad 2016.
- [8] Sprengnute konstrukcije, Milenko Pržulj, Beograd 1989.

Kratka biografija:



Aleksandar Đuraš rođen je 28.09.1992. god. u Prnjavoru, Republika Srpska, BiH. Osnovnu i srednju školu je završio u Derventi. Diplomski rad na Arhitektonsko – građevinskom fakultetu u Banjoj Luci, na temu Proračun konstrukcije poslovnog objekta P+5+Pe, odbranio je 2016.god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, na temu Optimizacija postupka montaže drumskog spregnutog mosta preko rijeke Save, odbranio je 2019.god. Trenutno živi u Banjoj Luci i zaposlen je u firmi „Institut za građevinarstvo IG“. Kontakt: acodjuras@gmail.com

SAVREMENA TEHNOLOGIJA ODLAGANJA SEDIMENTA NA PRIMERU PLOVNOG BEGEJA**MODERN TECHNOLOGY OF SLUDGE DISPOSAL ON THE EXAMPLE OF THE BEGEJ CHANNEL**

Tamara Radanović, Vladimir Mučenski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – TEHNOLOGIJA I ORGANIZACIJA GRAĐENJA

Kratak sadržaj – Predmet ovog rada je analiza načina izmuljenja Kanala Begej na području Republike Srbije. Radom se porede dve metode za izmuljenje kanala, i definiše ona koja je povoljnija na funkcionalnom, tehničkom i ekonomskom nivou.

Abstract – This thesis describes different methods of sludge removal in Begej Channel in Republic of Serbia. Thesis gives the comparison between classical and new age technologies of sludge removal, and the insight of which one is more suitable in economical, functional and technical matter.

Ključne reči: Tehnologija i organizacija građenja, Kanal Begej

1. UVOD

Tokom proteklih vekova Kanal Begej je predstavljao važan plovni put između reke Dunav u Vojvodini i grada Temišvara u Rumuniji.

Zagađenje vode i sedimenta u Kanalu Begej posledica je naglog razvoja industrije i poljoprivrede u rumunskom delu Banata, ali se i u Srbiji koristi uglavnom za ispuštanje neprerađenih otpadnih voda. Ovo je dovelo do pogoršanja kvaliteta vode i porasta količine zagađenog sedimenta.

Na rumunskoj strani preduzete su mere za revitalizaciju kanala, a na srpskoj strani je u planu sprovođenje revitalizacije Kanala. Cilj revitalizacije je vraćanje Kanala u njegovo prvobitno stanje. Zagađen nanos se mora ukloniti, a hidrotehnički objekti se moraju rekonstruisati i revitalizovati.

2. PROBLEM MULJA U VODOTOCIMA

Mulj je veliki problem za kanale, pa i čitav ekosistem u kom se nalazi kanal. Mulj se skuplja na dnu stajaće ili tekuće vode. Pored navedenog, mulj nastaje i ispuštanjem zagađenih i neprerađenih otpadnih voda, ali i bacanjem produkata industrije i poljoprivrede u kanal.

Izmuljavanje je neophodna aktivnost kojom se održavaju vodotokovi i kanalska mreža, odnosno uklanjanje sediment koji inače svojim taloženjem smanjuje proticajni profil.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Vladimir Mučenski.

3. REVITALIZACIJA KANALA

Radovi na revitalizaciji kao osnovu za potpuno vraćanje Kanala u prvobitno stanje, podrazumevaju radove na izmuljenju kanala i sanaciji kosina.

Kako Begej pripada klasi II vodnih puteva, za tako definisanu klasu predviđaju se veličine broda koje diktiraju i dimenzije poprečnih profila Kanala. Kada su profili određeni, može da se izračuna zapremina materijala koji treba da se ukloni. Zapremine su dobijene izračunavanjem razlike između originalnog poprečnog preseka Kanala Begej u Rumuniji i plovnog poprečnog profila za Begej. Ukupna sračunata zapremina mulja koji treba izmuljiti iz Kanala iznosi 442 715,96 m³ [1].

4. METODE ZA IZMULJENJE KANALA

U zavisnosti od karakteristika kanala na kom će se obavljati operacije izmuljavanja, na osnovu njegovih gabarita, tj. usvojenih poprečnih profila, zapremina za izmuljenje, ali i dostupnosti prilaska, širine obale i mogućnosti za deponovanje refulisanog materijala, bira se različita mehanizacija za rad na izmuljavanju kanala.

Pored mehanizacije, deponovanje izmuljenog materijala i njegova obrada je takođe bitna aktivnost u celokupnom procesu tretiranja mulja.

Predložene su dve metode izmuljenja i odlaganja sedimenta iz kanala:

- Klasična metoda
- Nove tehnologije za izmuljenje sa geotekstilnim vrećama

Pod pojmom klasične metode za izmuljenje kanala, podrazumeva se izmuljenje kanala mehanizacijom koja se koristi dugi niz godina, a analizom usvoji se najrentabilnija. Transport izmuljenog materijala vrši se cevovodima odakle se pune barže ili kamioni koji transportuju mulj do izgrađenih deponija. U deponijama se dalje vrši remedijacija mulja ili se sediment ukoliko je nezagađen deponuje uz kanal i po ocedivanju se razastire buldozerima po okolnom zemljištu.

Sve više se na svetskom tržištu pojavljuju nove metode i nove tehnologije za tretiranje mulja. Jedna od takvih je metoda za odlaganje jeste metoda sa geotekstilnim vrećama. Zapravo to je kompleksni sistem koji obavlja niz aktivnosti. Od iskopa mulja sa dna kanala za koji se koristi refulerni bager, zatim upotrebe polimerne jedinice koja ubacivanjem određenih polimera razdvaja mulj od vode i geotekstilnih vreća za prihvatanje delimično dehidriranog mulja i odvođnjavanje suvišne vode. Zajed-

no kombinovani čine inovativnu i mobilnu tehnologiju za odvodnjavanje.

5. POREĐENJE KLASIČNE I METODE ZA IZMULJENJE GEOTEKSTILNIM VREĆAMA

Najvažniji cilj radova na izmuljavanju jeste uklanjanje kontaminiranog mulja iz Kanala korišćenjem rentabilne i brze metode u pogledu tehnologije radova.

5.1. Poređenje mehanizacije

Mehanizacija koja se koristi za tretiranje mulja se bira na osnovu brojnih faktora, s tim da se postignu najbolji rezultati na obavljanju predviđenih aktivnosti na najbrži i ekonomski najisplativiji način.

Kao najpogodnija kombinacija mašina za izvođenje radova usvojena je varijanta sa hidrauličnim bagerima i bagerom refulerom [2].

U oba slučaja, obe metode, koristi se ista mehanizacija, te ona nije merodavna za poređenje. Veći značaj za odabir pogodnijeg načina za tretiranje mulja imaće deponovanje sedimenta – izgradnjom deponija ili refulisanjem u geotekstilne vreće.

5.2. Poređenje načina deponovanja izmuljenog materijala

Zapremina izmuljenja za svaku deonicu Kanala određena je na osnovu definisanih profila kanala. Izvršene su analize i proračuni i izračunavanjem razlike između originalnog poprečnog preseka Kanala Begej u Rumuniji i konačnog plovnog poprečnog profila za Begej.

Ukupna zapremina mulja koji treba odstraniti iz Kanala je 442.715,96 m³ [1].

Predložene su moguće lokacije za odlaganje mulja [3].

U pitanju je šest lokacija za odlaganje mulja koje su odabrane tako da transportni troškovi budu svedeni na minimum. U Tabeli 1 definisane su lokacije za moguće deponovanje mulja, sa njihovim površinama.

Klasično refulisanje i deponovanje sedimenta podrazumeva sledeći postupak. Refulisanjem mulja se zahvata i određena količina vode, najčešće u odnosu 4:1. Zbog toga, postoji realan rizik od prodora kontaminacije, sa tolikom količinom dodate vode, u podzemne vode zemljišta na lokaciji gde se sediment deponuje.

Da bi se izbegle štete, ili minimalizovale, neophodno je da se izmuljeni sediment bezbedno odloži, odnosno da se formira tzv. sanitarna deponija za sediment, u koju će da se odloži izmuljeni sediment.

Sanitarna deponija sedimenta, svojom konstrukcijom, obezbeđuje da kontaminacija iz sedimenta ne prodire u okolni prostor i ne zagađuje ga. Sanitarna deponija za sediment, prikazana na slici 1, koji se izmuljuje kao redak mulj, popunjava se po celoj površini, od dna na gore.

To znači, da se deponija za sediment mora izvesti kao laguna (zemljani rezervoar), bilo da se laguna formira iskopom zemljišta i na taj način oformi prostor za lagunu (što je daleko skuplje, pa se obično ne radi), bilo da se laguna formira tako što se nasipom „ogradi” određena površina zemljišta i tako formira bazen, odnosno rezervoar.

Tabela 1. Lokacije za odlaganje mulja

Najbliže mesto	Pozicija u odnosu na kanal	Površina (ha)
Jankov most	Desna obala	20,00
Žitište	Desna obala	32,50
Begejci	Leva obala	56,50
Novi Itebej	Desna obala	19,50
Srpski Itebej	Leva obala	43,70
Međa	Leva obala	20,00

Nakon što se izračuna ukupna površina potrebnog deponijskog prostora, taj deponijski prostor podeli se na manja deponijska polja, sa prolazima za manipulaciju. Sem toga, određen prostor na deponiji, praktično veličine jedne dodatne baterije, je potreban za smeštaj postrojenja za obradu sedimenta.



Slika 1. Sanitarna deponija za mulj

Kanal koji ima ukupnu dužinu od 28.800,00 m podeljen je na šest deonica, sa kojih bi izmuljeni materijal mogao da se odloži u deponije na šest redvidenih lokacija. Upoređivanjem stvarne zapremine mulja iz kanala, i maksimalne raspoložive zapremine na predloženim lokacijama, nastojalo se da svaka predviđena lokacija ima dovoljno prostora za deponiju, ali i prazan prostor za ostale aktivnosti oko same deponije (prolaz radnika, smeštaj mehanizacije, organizaciju gradilišta...).

Na taj način bile bi izgrađene deponije na predloženim lokacijama za prihvatanje ukupne količine mulja.

Metoda deponovanja sa geotekstilnim vrećama

Na kanalu Begej, čije je izmuljenje predmet ovog rada, na ovakav način, geotekstilnim vrećama može da se refuliše samo dno, jer metoda podrazumeva vezivanje cevovoda sa vrećama, što se postiže refulerom. Obale će biti sanirane pomoću hidrauličkih bagera, i u tom slučaju će svakako morati da se naprave deponije ali mnogo manje, i sa zauzećem manjeg broja parcela nego za čitav kanal kako je to slučaj kod prve metode.

Zapremina za izmuljenje mulja sa dna kanala koju treba odstraniti je 157.274,79 m³. Ova količina mulja puniće geotekstilne vreće, dok će zapremina mulja sa obala, ukupno 285.261,16 m³ puniti klasične deponije. Na slici 2 prikazano je postavljanje geotekstilnih vreća uz kanal.

Zbog velike količine mulja u ovom radu izabraće se vreće srednjih dimenzija, tj. vreće od 500 m³. Prema tome potrebno će biti oko 325 vreća za ukupnu zapreminu od 157.274,79 m³.



Slika 2. Postavljanje geotekstilnih vreća uz kanal

Postavljanje vreća vršiče se podužno uz kanal u prethodno iskopanim plitkim rovovima. Pored rovova kopaju se plitki drenažni kanali, i ocedena voda se putem ovih kanala vraća u kanal Begej ili preusmerava na dalji tretman ako je kontaminirana. Na licu mesta voda se uzorkuje i utvrđuje njen sastav.

Pune vreće je dozvoljeno da se prazne nakon nekoliko nedelja. Kada je spremna, vreća se može otvoriti, a biočvrste materije ubaciti utovarivačem u kamione ili u druga prevozna sredstva. Sediment će se konsolidovati i isprazniti od 12 % do 16 % po težini u nekoliko nedelja. Kada se prazni, vreća se razreže, a vrh i stranice uklone. Nakon što se čvrste materije uklone i transportuju na dalji tretman, preostali materijal vreće se odbaci. Drenažna prostirka ispod vreće ponovo se koristi i postavlja se nova vreća na nju. počinju istovremeno.

Što se tiče preostale zapremine za izmuljenje, tj. količine mulja za izmuljenje sa leve i desne obale u ukupnoj vrednosti od 285.261,16m³, ona se ne može tretirati na ovaj način. Izmuljenje i deponovanje ovog mulja vršiče se klasičnom metodom, dakle izgradnjom deponija.

I u ovom slučaju kanal je podeljen na šest deonica. Geotekstilne vreće se postavljaju neposredno uz kanal, celom njegovom dužinom, sa leve ili desne obale u zavisnosti gde prostor dozvoljava.

Za preostalu količinu mulja sa obala gradiće se deponije klasičnim putem, ali daleko manjih dimenzija. Lokacije deponija biće na istim predloženim mestima kao što je to i slučaj kod prve metode, na isti definisan način.

8. ZAKLJUČAK

Predmet ovog master rada jeste poređenje metoda za izmuljenje Kanala Begej, odnosno njegovog dela na teritoriji Republike Srbije.

Trenutno stanje kanala Begej u delu Srbije je takvo da je on pretvoren u običan kanal za ispuštanje (neprerađenih) otpadnih voda iz domaćinstava i industrije i za odvođenje u periodima velikih kiša. To za posledicu ima veliki i štetan uticaj na stanje životne sredine u Rumuniji i Srbiji.

Revitalizacija Kanala Begej predstavlja najznačajniji projekat za razvoj opština Zrenjanin i Žitište ali i čitave banatske regije. Poboljšanjem kvaliteta vode u dovoljnoj meri dovelo bi do stvaranja zdrave životne sredine. Kanal će se moći koristiti za upravljanje vodama, plovidbu i turizam i rekreaciju.

Ovim radom izvršeno je poređenje metoda za izmuljenje materijala koji je u velikoj količini prisutan u kanalu Begej.

U radu su predložene dve metode za tretiranje mulja: klasična metoda i metoda za izmuljenje sa geotekstilnim vrećama.

U radu su izložene prednosti i mane obe metode u pogledu izbora mehanizacije i u pogledu načina deponovanja izmuljenog materijala:

- za dehidraciju mulja je u geotekstilnim vrećama potrebno do par nedelja, u otvorenim deponijama čak i do par godina;
- transport materijala do deponije povećava troškove;
- geotekstilne vreće su zatvoreni sistem, dok su deponije otvorene. Kod vreća smanjena je emisija gasa i drugih neprijatnih mirisa;
- zatvorene su i ispod njih se postavlja dodatna folija čime se smanjuje mogućnost prodiranja štetnih materija u zemljište;
- deponije su otvorene, proces dehidracije je dug, te je veliki i dugotrajan štetni uticaj na okolinu;
- geotekstilne vreće se implementiraju na brz i jednostavan način.

Iako se u oba slučaja grade klasične deponije, za prvu metodu deponije treba da prihvate 442.535,95 m³, a u drugoj metodi 285.261,16 m³.

Ukupna cena druge metode zbog postavljanja vreća koje treba da prihvate 157.274,79 m³ biće mnogo manja, jer su zemljani, montažni, transportni radovi mnogo manji, nekih gotovo i nema, kao i troškovi radne snage na postavljanju vreća su minimalni.

Deponije izgrađene u drugoj varijanti (metodi) biće:

- manjih dimenzija;
- manje parcela će se zauzeti;
- manji zemljani, montažni, transportni troškovi;
- brže vreme dehidracije mulja zbog manje količine mulja u deponijama;
- manje zagađenje.

Sve ovde navedeno ima veću ekonomsku opravdanost i na osnovu toga druga metoda se ovim radom definiše kao pogodnija za izmuljenje kanala Begej.

9. LITERATURA

- [1] Saška Vujić; Master rad, Novi Sad, 2017.
- [2] Jelena Milošević, Master rad, Novi Sad, 2017.
- [3] Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad; Centar za hidrotehniku i geodeziju; „*Studija izvodljivosti revitalizacije Kanala Begej*“, Novi Sad, 2016.

Kratka biografija:



Tamara Radanović rođena je u Novom Sadu 1991. godine. Diplomirala je na građevinskom odseku Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu 2015. godine, na smeru Hidrotehnika. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva – Tehnologija i organizacija građenja odbranila je 2019. godine.

PROJEKAT FUNDIRANJA VIŠESPRATNE ZGRADE I ANALIZA INTERAKCIJE TEMELJNE PLOČE I TLA**PROJECT OF FOUNDATION OF THE MULTI-STOREY BUILDING WITH INTERACTION ANALYSIS OF FUNDAMENTAL SLAB AND SOIL**Stefan Mihajlović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu je obrađeno projektno rešenje armirano-betonske temeljne ploče zgrade spratnosti Po+P+6 sa posebnim osvrtom na analizu interakcije temeljne ploče i tla. Analiza svih relevantnih opterećenja koja deluju na konstrukciju i dimenzionisanje karakterističnih armiranobetonskih elemenata je razmatrano prema Evrokodovima. Za proračun konstrukcije korišćen je softverski paket Tower 8.

Ključne reči: fundiranje, betonske konstrukcije, statički proračun konstrukcije, višespratna zgrada, temeljna ploča, geomehanika

Abstract – The following paper analyses contains design of reinforced concrete fundamental slab of the multi-storey building with flooring Ug+Gf+6 with special consideration on interaction analysis of fundamental slab and soil. Analysis of all relevant loads which are acting on the structure and design of characteristic reinforced elements was considered according to Eurocode standards. For structure analysis software Tower 8 was used.

Keywords: foundation, concrete structures, static analysis of structure, multi-storey building, fundamental slab, geomechanics

1. UVOD

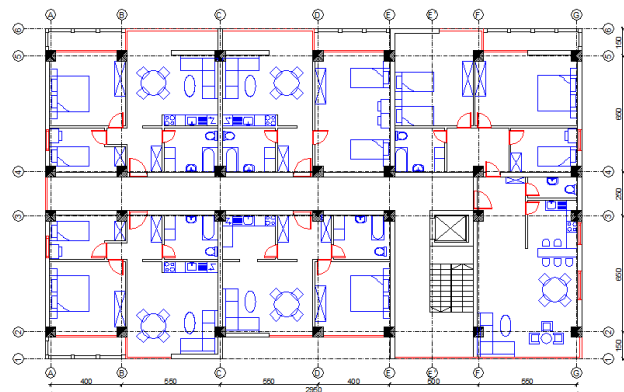
Za potrebe kolektivnog stanovanja urađen je projekat višespratne zgrade pri čemu će se kao poslovni prostor koristiti etaža prizemlja, dok su tipske etaže spratova namenjene za stanovanje. Pre početka faze projektovanja potrebno je izvesti geomehničke istražne radove na osnovu kojih se dobijaju fizičko mehaničke osobine tla kao i svi neophodni podaci za sledeću fazu procesa projektovanja [3]. Opterećenje koje se aplicira na konstrukciju se određuje saglasno preporukama Evrokodova. Za usvojene vrednosti opterećenja je urađen statički proračun u slučaju kada se temeljna ploča oslanja na tlo modelirano kao poluprstor. Analizira se interakcija temeljne ploče i tla. Razmatraju se vrednosti uticaja za modele tla različitih karakteristika i različitih dimenzija konačnih elemenata, i uspostavlja njihova međusobna zavisnost. Dimenzionisanje temeljne ploče i karakterističnog elementa je urađeno prema ekstremnim uticajima.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Mitar Đogo, red.prof.

2. TEHNIČKI OPIS

Armirano-betonska višespratna zgrada je pravougaone osnove dimenzija 18,5 x 29,5 m. Predviđeno je da zgrada ima 8 etaža. Na tipskoj etaži sprata projektovano je pet stambenih jedinica različite površine spratne visine 2,80 m. Poslovni prostor na prizemlju čini 11 lokala spratne visine 3,50 m, dok spratna visina podrumске etaže koja je namenjena za zajedničke i pomoćne prostorije prema projektu iznosi 2,60 m.



Slika 1. Dispozicija tipskog sprata

Stambeno-poslovni objekat je u konstruktivnom smislu projektovan kao skeletna konstrukcija ojačana zidovima za ukrčenje koja se sastoji od četiri rama upravna na kraću stranu objekta i sedam ramova upravnih na dužu stranu objekta. Za ukrčenje objekta u oba pravca projektovani su armirano-betonski zidovi debljine 25 cm. Prema konstrukcijskom rešenju projektovano je šest ovakvih zidova od kojih su dva postavljena na obodnom delu konstrukcije, dok su ostala četiri koncentrisana u središnjem delu objekta i osim povećanja krutosti konstrukcije imaju ulogu da formiraju zidove okna lifta. Osim zidova za ukrčenje, kao armirano-betonski zidovi debljine 25cm projektovani su i spoljašnji zidovi podrumске etaže. Vertikalni elementi ramovske konstrukcije stubovi su promenljivih dimenzija poprečnog preseka po visini objekta, pa su stubovi u podrumu, na prizemlju, prvom i drugom spratu projektovani dimenzija 60x60 cm, a na ostalim spratovima 40x40 cm. Predviđeno je da grede ramovske konstrukcije budu pravougaonog poprečnog preseka dimenzija 40x60 cm, osim konzolnih greda u vidu ispusta za erkere dužine 150 cm koje su promenljivog poprečnog preseka po visini grede.

Za vertikalnu komunikaciju unutar objekta, predviđeno je da se osim lifta koriste dvokrake stepenice konstruktivnog

sistema puna armirano-betonska kolenasta ploča koja je na jednoj strani oslonjena na gredu a na drugoj je oslonjena na armirano-betonski zid za ukrućenje koji je ujedno i zid okna lifta. Međuspratne tavanice su projektovane kao armirano-betonske pune ploče debljine 20 cm na svim etažama, koje opterećenje prenose u dva upravna pravca. Temelj objekta je projektovan kao temeljna ploča debljine 80 cm, dimenzija u osnovi 19,5x30,5 m, ispod cele površine podrumске etaže sa prepustima dužine od 50 cm sa svake strane objekta.

Fasadni zidovi su projektovani kao sendvič zidovi debljine 42 cm, koji se sastoje od fasadne opeke, stiropora i opeke. Unutrašnji pregradni zidovi će se izvoditi od opeke, pri čemu su pregradni zidovi unutar jedne stambene jedinice debljine 12 cm, dok je za zidove između stanova predviđena debljina 25 cm. Za završnu obradu zidova predviđeno je malterisanje i krečenje, a podova oblaganje parketom ili keramičkim pločicama.

Krov objekta je projektovan kao ravna neprohodna površina.

Za izradu svih armirano-betonskih elemenata višespratne zgrade je predviđeno da se koristi beton klase C 30/37 i rebrasta armatura B500B.

Konstruktivni elementi objekta su dimenzionisani prema uticajima usled stalnog, korisnog, opterećenja od snega i vetra i seizmičkog opterećenja.

3. MODELIRANJE KONSTRUKCIJE OBJEKTA I TLA

3.1. Modeliranje konstrukcije objekta

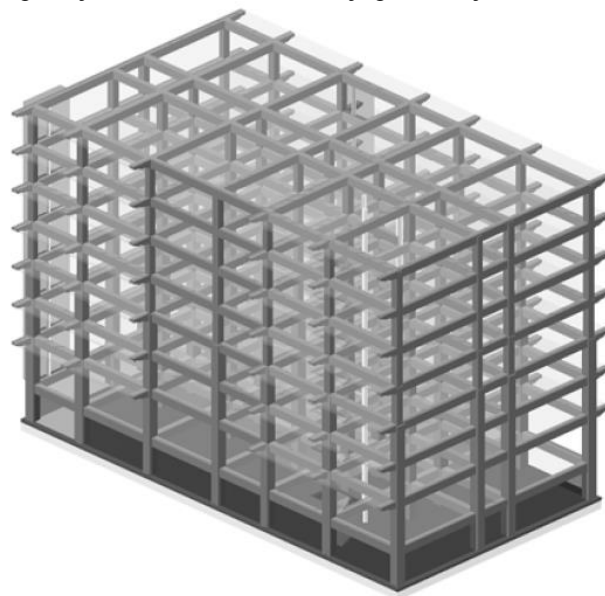
Za potrebe projektovanja i dimenzionisanja konstruktivnih elemenata objekta potrebno je modelirati konstrukciju, a zatim na model konstrukcije aplicirati opterećenja. Modeliranje, proračun i dimenzionisanje konstrukcije je urađeno u softverskom paketu „Tower 8.0“, u kome je proračun statičkih uticaja rađen po linearnoj teoriji elastičnosti, pri čemu je uzeta u obzir geometrijska i materijalna linearnost.

U zavisnosti od elementa konstrukcije, za potrebe modeliranja korišćeni su linijski konačni elementi (za modeliranje stubova dimenzija 60x60 cm i 45x45 cm i greda dimenzija 40x60 cm), površinski konačni elementi (za modeliranje međuspratnih tavanica, kolenastih ploča i međupodesta stepeništa, zidova za ukrućenje i spoljašnjih obodnih zidova na podrumskoj etaži). Na slici 2. dat je proračunski model nosećih elemenata konstrukcije.

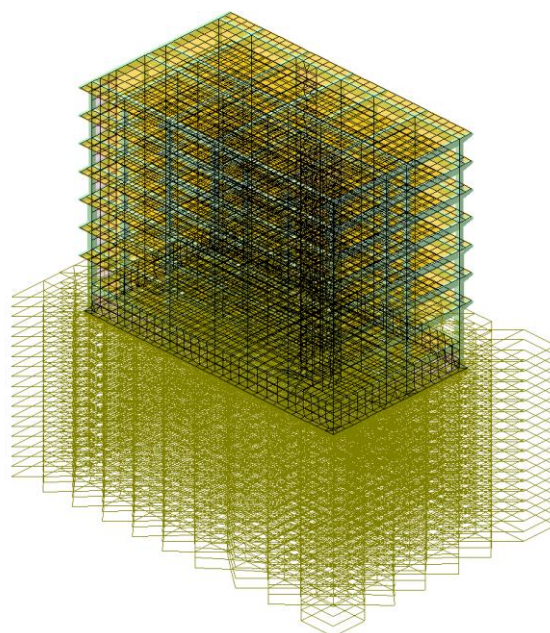
3.2. Modeliranje tla

Tlo ispod temeljne ploče je modelirano kao poluprstor. Takav način modeliranja podrazumeva predstavljanje tla zapreminski, odnosno korišćenjem zapreminskih konačnih elemenata odgovarajućih karakteristika. Za opisan objekat, zbog pojednostavljenja proračuna usvojen je poluprstor dubine 18 m, dimenzije za po 2 m veće širine sa svake strane u odnosu na gabarite objekta, iako modeliranje tla kao poluprostora teorijski znači da se poluprstor pruža neograničeno osim sa gornje strane gde je ograničen površinom tla. Dimenzije poluprostora je potrebno racionalno proceniti i usvojiti tako da proračunski model bude jednostavniji, a dobijeni rezultati proračuna dovoljno tačni [1, 2]. Pri ovakvom načinu modeliranja, tlo je opisano sa dva parametra: vrsta tla je određena modulom deformacije i Poisson-ovim koefici-

jentom. Za konkretan slučaj usvojeno je tlo čiji je Poisson-ov koeficijent jednak 0,30. Zapreminska težina tla je usvojena jednakom 20 kN/m³. Model konstrukcije i tla podeljen na konačne elemente je prikazan na slici 3.



Slika 2. Proračunski model konstrukcije



Slika 3. Model konstrukcije i tla

Modul deformacije tla je promenljiv za različite slučajeve modela tla. Za svaki slučaj modela tla analizirani su uticaji u konstrukciji, i predstavljena njihova međusobna zavisnost. Za različite slučajeve modela, tlo je predstavljeno kao jednoslojno i višeslojno sa varijacijama debljine slojeva i modula deformacije tla.

Za sve slučajeve modela tla analiziran je i uticaj veličine konačnog elementa na dobijene rezultate, pa su korišćeni konačni elementi veličine 1,25m; 1,0m i 0,75m. Modelirani su sledeći slučajevi predstavljanja tla:

Prvi slučaj podrazumeva da je tlo istih karakteristika, odnosno da je poluprstor modeliran jednim slojem debljine 18 m, a njegov modul deformacije je usvojen jednakim 10 MPa.

Drugi slučaj podrazumeva da je tlo istih karakteristika, odnosno da je poluprstor modeliran jednim slojem debljine 18 m, a njegov modul deformacije je usvojen jednakim 25 MPa.

Treći slučaj podrazumeva da je tlo istih karakteristika, odnosno da je poluprstor modeliran jednim slojem debljine 18 m, a njegov modul deformacije je usvojen jednakim 50 MPa.

Četvrti slučaj podrazumeva da je tlo različitih karakteristika, odnosno da je poluprstor modeliran sa tri sloja debljine po 6 m, pri čemu je za modul deformacije prvog sloja (mereno od površine terena do dubine od 6m) usvojena vrednost od 10 MPa, drugog sloja (6-12 m) 25 MPa i trećeg sloja (12-18 m) 50 MPa.

Peti slučaj podrazumeva da je tlo različitih karakteristika, odnosno da je poluprstor modeliran sa tri sloja debljine po 6 m, pri čemu je za modul deformacije prvog sloja (mereno od površine terena do dubine od 6m) usvojena vrednost od 50 MPa, drugog sloja (6-12 m) 25 MPa i trećeg sloja (12-18 m) 10 MPa.

4. ANALIZA INTERAKCIJE TEMELJNE PLOČE I TLA

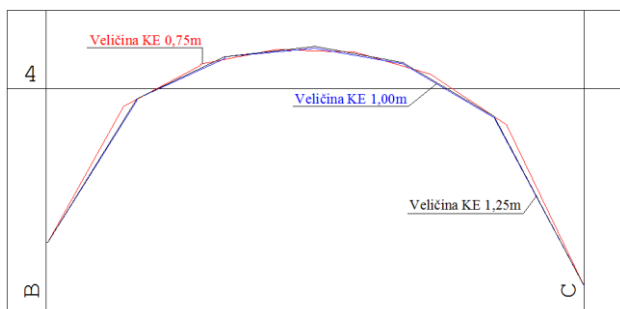
Analizirani su statički uticaji – momenti savijanja

u preseku temeljne ploče za navedene slučajeve modela tla u odnosu na veličinu konačnog elementa kojim je tlo modelirano i karakteristike tla.

U nastavku su date zavisnosti momenata savijanja u polju temeljne ploče između osa B i C (maksimalni moment na osloncu) u odnosu na veličinu konačnog elementa i deformabilnost tla.

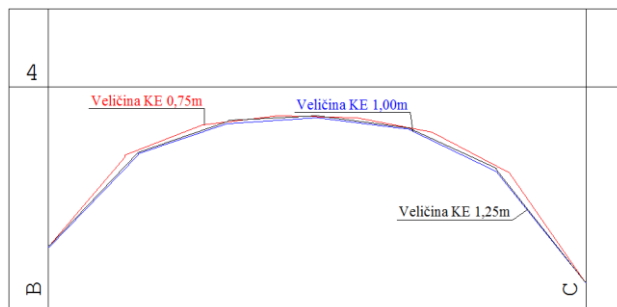
4.1. Zavisnost momenata savijanja u odnosu na veličinu konačnog elementa

Na slikama 4. i 5. prikazani su momenti savijanja M_s i M_n za slučaj kada je tlo modelirano sa tri sloja debljine po 6 m, pri čemu je za modul deformacije prvog sloja (mereno od površine terena do dubine od 6m) usvojena vrednost od 10 MPa, drugog sloja (6-12 m) 25 MPa i trećeg sloja (12-18 m) 50 MPa i konačnim elementima veličine 1,25m; 1,0m i 0,75m.



Slika 4. Momenti savijanja M_s u zavisnosti od veličine KE

U tabelama 1. i 2. date su karakteristične vrednosti momenata na osloncima odnosno u polju temeljne ploče i procentualna razlika u odnosu na veličinu konačnog elementa. Na slici 6. procentualna razlika je prikazana grafički.



Slika 5. Momenti savijanja M_n u zavisnosti od veličine KE

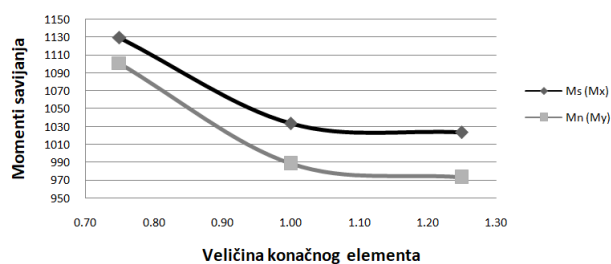
Tabela 1. Momenti savijanja M_s u zavisnosti od veličine KE

Momenti savijanja M_s (M_x) u [kNm]				Procentualna razlika		
Položaj	Veličina konačnog elementa u [m]			Veličina konačnog elementa u [m]		
	0.75	1.00	1.25	0.75	1.00	1.25
oslonac B	887.59	807.02	801.55	9.1%	0.0%	-0.7%
polje B-C	226.08	220.19	219.48	2.6%	0.0%	-0.3%
oslonac C	1129.55	1033.58	1023.83	8.5%	0.0%	-1.0%

Tabela 2. Momenti savijanja M_n u zavisnosti od veličine KE

Momenti savijanja M_n (M_y) u [kNm]				Procentualna razlika		
Položaj	Veličina konačnog elementa u [m]			Veličina konačnog elementa u [m]		
	0.75	1.00	1.25	0.75	1.00	1.25
oslonac C	1100.78	988.24	972.99	10.2%	0.0%	-1.6%

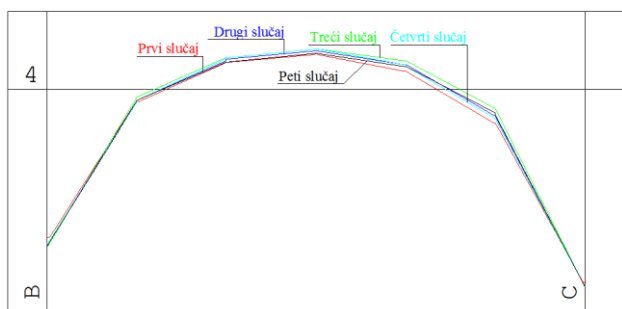
Moment savijanja u zavisnosti od veličine konačnog elementa



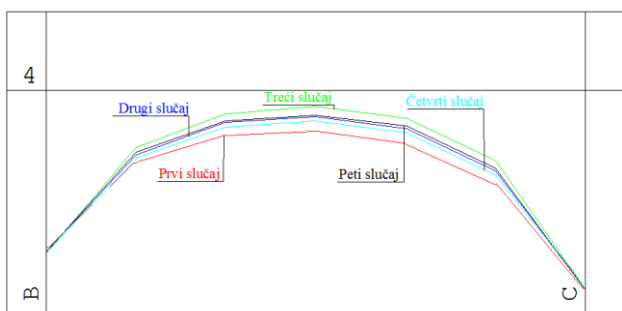
Slika 6. Procentualna razlika momenata savijanja M_s i M_n u zavisnosti od veličine KE

4.2. Zavisnost momenata savijanja u odnosu na karakteristike – deformabilnost tla

Na slikama 7. i 8. prikazani su momenti savijanja M_s i M_n za slučaj kada je tlo modelirano konačnim elementima veličine 1,0 m i karakteristikama tla za pet različitih slučajeva koji su navedeni.



Slika 7. Momenti savijanja M_s u zavisnosti od karakteristika tla



Slika 8. Momenti savijanja M_n u zavisnosti od karakteristika tla

U tabeli 3. date su karakteristične vrednosti momenata savijanja M_s i M_n na osloncima odnosno u polju temeljne ploče u odnosu na karakteristike – deformabilnost tla.

Tabela 3. Momenti savijanja M_s i M_n u zavisnosti od karakteristika – deformabilnosti tla

Momenti savijanja M_s i M_n u [kNm]				
Slučaj	Položaj			
	oslonac B	polje B-C	oslonac C	oslonac C
Prvi slučaj	792,03	178,73	1025,10	1013,89
Drugi slučaj	777,28	196,71	980,59	925,86
Treći slučaj	735,23	192,12	916,46	835,55
Četvrti slučaj	807,02	220,19	1033,58	988,24
Peti slučaj	739,19	172,16	921,70	862,36

5. ZAKLJUČAK

Analiza rezultata interakcije temeljne ploče i tla se sastoji iz dva dela: u prvom delu su analizirani momenti savijanja u odnosu na veličinu konačnog elementa, dok su u drugom delu analizirani momenti savijanja u zavisnosti od deformabilnosti tla.

Prema veličini konačnog elementa, modeli sa konačnim elementima veličine 1,0 m i 1,25 m daju približne vrednosti momenata savijanja, dok model sa konačnim elementima veličine 0,75 m daje nešto veće vrednosti momenata savijanja M_s i M_n .

Ako se izuzme vreme potrebno za proračun, preporuka je modelirati konstrukciju sa što većim brojem konačnih elemenata, pri čemu je u tom slučaju proračun na strani sigurnosti. Pošto je racionalnost jedan od bitnijih faktora prilikom faze projektovanja, moguće je koristiti konačne elemente većih dimenzija, pri čemu bi racionalno objašnjenje za ovaj postupak bilo korišćenje koeficijenata sigurnosti i usvajanje nešto veće količine armature u poprečnom preseku od potrebne količine u procesu dimenzionisanja.

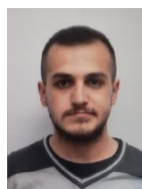
Rezultati dobijeni na osnovu karakteristika tla se razlikuju za slučajeve kada je tlo modelirano kao jednoslojno ili višeslojno. Momenti savijanja u oba upravna pravca su najveći kada je tlo modelirano kao jednoslojno debljine 18 m, modula deformabilnosti 10 MPa. Sa povećanjem modula deformabilnosti tla, momenti savijanja u poprečnom preseku temeljne ploče se smanjuju. Za model višeslojnog tla koje se sastoji od tri sloja debljine po 6 m, momenti savijanja imaju veće vrednosti u slučaju kada je ispod temeljne ploče tlo lošijih karakteristika odnosno manjeg modula deformabilnosti.

Dimenzionisanje temeljne ploče radi se prema statičkim uticajima koji su dobijeni za slučaj kada je tlo modelirano kao višeslojno, odnosno kada je poluprostor modeliran sa tri sloja debljine po 6 m, pri čemu je za modul deformacije prvog sloja (mereno od površine terena do dubine od 6m) usvojena vrednost od 10 MPa, drugog sloja (6-12 m) 25 MPa i trećeg sloja (12-18 m) 50 MPa. Za određivanje potrebne količine armature u donjoj odnosno gornjoj zoni temeljne ploče, i kontrolu na probijanje temeljne ploče korišćeni su uticaji dobijeni kada je poluprostor modeliran konačnim elementima veličine 0,75 m.

6. LITERATURA

- [1] D.Milović, M.Đogo, "Greške u fundiranju", Monografija, Fakultet tehničkih nauka, str. 1-438, Novi Sad, 2005.
- [2] D.Milović, M.Đogo, "Problemi interakcije tlo – temelj - konstrukcija", Monografija, SANU – Ogranak u Novom Sadu, str. 1-428, Novi Sad, 2009.
- [3] M.Vasić, "Inženjerska geologija", Fakultet tehničkih nauka, str. 1-285, Novi Sad, 2001.

Kratka biografija:



Stefan Mihajlović rođen je u Prištini 1993. god. Studirao je u Kraljevu i Novom Sadu. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu iz oblasti Građevinarstvo – Geotehnika odbranio je 2019.god.

kontakt: mihajlovic.s@mfv.kg.ac.rs

ANALIZA PREDNOSTI I PRIMJENA POROZNOG ASFALTA U SAVREMENOM GRAĐEVINARSTVU**ANALYSIS OF ADVANTAGES AND APPLICATION OF PHOROUS ASPHALT IN CONTEMPORARY CIVIL ENGINEERING**Marko Tadić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu su analizirane prednosti i primjena poroznog asfalta za izgradnju kolovoza, parkinga i ostalih asfaltnih površina. Na osnovu prethodnih studija doneseni su zaključci o ugradnji, održavanju i sanaciji poroznih asfalta u cilju produžavanja životnog vijeka i ekonomičnosti. Težilo se formiranju uniformnog zaključka o adekvatnim metodama ojačanja mješavine poroznog asfalta, kao i njegovim ograničenjima. Porozni asfalt se pokazao kao validno rješenje za izgradnju kolovoznih konstrukcija kako u urbanim sredinama tako i na magistralnim putevima i autoputevima. Porozni asfalt je uslijed svojih drenažnih sposobnosti pokazao najveću upotrebnu vrijednost za lokacije sa velikom količinom padavina.

Ključne reči: porozni asfalt, permeabilnost, analize prednosti, putogradnja.

Abstract – This guideline for submitting a manuscript for the Proceedings of the Faculty of Technical Sciences is given for publication of scientific and technical papers. This paper presents the advantages and application of porous asphalt pavements, parking lots, etc. Based on previous studies conclusions were made about implementation, maintenance, and sanitation of porous asphalts in terms of prolonging its life cycle and life-cost cycle. The goal was to form a uniform opinion about adequate methods of strengthening the structure of porous asphalts and to form a clear opinion about its limitations. Porous asphalt pavements presented itself like a viable solution for building pavements, parking lots, etc. in urban areas, and highway construction. Due to his drainage capabilities, showed great results in areas with high precipitation throughout the year.

Keywords: porous asphalt, permeability, analysis of advantages, road construction

1. UVOD

Porozni asfalt sa svim svojim inovacijama i usavršavanjima tokom vremena predstavlja jedan od najaktuelnijih materijala izgradnje puteva, iako je se prvi put pojavio još u sedamdesetim godinama prošlog vijeka. Prva upotreba poroznog asfalta registrovana je u Holandiji, 1972. godine, a za širu upotrebu površinskog sloja od poroznog asfalta su se odlučili 1982. godine. Na kraju prve decenije 20-og vijeka u Holandiji 90% svih autoputeva su izgrađeni od poroznog asfalta.

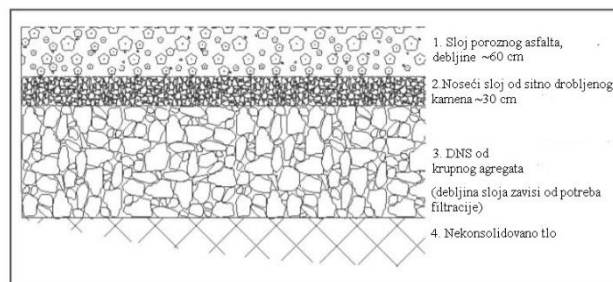
Iz Evrope, koncept poroznog asfalta se predstavlja u Japanu, Kini i ostalim zemljama Azije.

Tokom osamdesetih godina 20. vijeka porozni asfalt je našao svoju primjenu u izgradnji pločnika i trotoara u Americi, i više od 200 izgrađenih pločnika i trotoara je i dalje u funkciji bez ikakvih oštećenja i konstruktivne degradacije (za porozne asfalte koji su održavani tokom vremena). Tokom vremena porozni asfalt je prošao kroz mnoge modifikacije i načine primjene, uslijed čega danas imamo veliki broj opcija i rješenja poroznog asfalta, u zavisnosti od potreba i ograničenja.

Kao i svaki drugi materijal, porozni asfalt ima svojstvena ograničenja u upotrebi. Pri projektovanju konstrukcija poroznog asfalta bi trebalo voditi računa o njegovoj ugradnji, jer se korekcije eventualnih grešaka u konstrukciji i ugradnji znatno teže saniraju, u poređenju sa konvencionalnim kolovoznim konstrukcijama.

2. VRSTE I STRUKTURA POROZNOG ASFALTA

Iako postoje različite vrste poroznog asfalta načešće korišten je takozvani “full depth” porozni asfalt koji u najvećoj mjeri koristi prednosti filtracije vode iz gornjih slojeva u donji sloj nekonsolidovanog tla (slika 1).

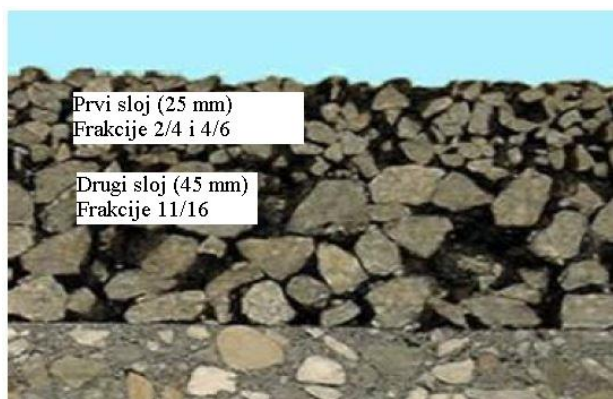


Slika 1. Struktura poroznog asfalta

Struktura poroznog asfalta se formira u skladu sa potrebama, ograničenjima i mogućnostima za svaku konstrukciju. Dokazano je da su dvoslojni porozni asfalti značajno bolji u izolaciji buke (slika 2).

NAPOMENA:

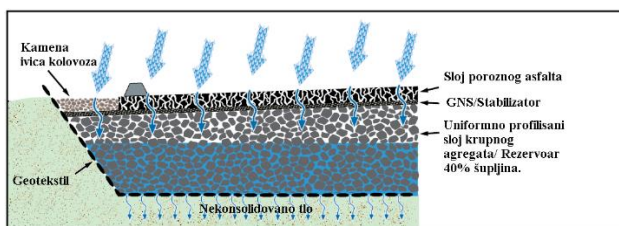
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Miloš Šešlija, docent.



Slika 2. Struktura dvoslojnog poroznog asfalta

Porozni kolovozi često nisu projektovani da skladište i filtriraju maksimalnu količinu padavina za jednu lokaciju. Zato se proračunava i realna potreba za sekundarnim sistemima filtracije. Oni se sastoje iz perforiranih cijevi u rezervoaru kolovoza koje su povezane sa cijevima za pražnjenje.

Za dodatnu sigurnost mogu se projektovati i sekundarni rezervoari uklanjanjem kamene ivice iz konstrukcije kolovoza i obezbjeđivanjem slobodnog pada vode u rezervoar (slika 3) [1].



Slika 3. Princip filtriranja vode kod poroznog asfalta

3. PRETHODNE STUDIJE O POROZNOM ASFALTU

Istraživanja o poroznom asfaltu su počela analizom svojstava i karakteristika pojedinačnih materijala od kojih je se porozni asfalt proizvodi.

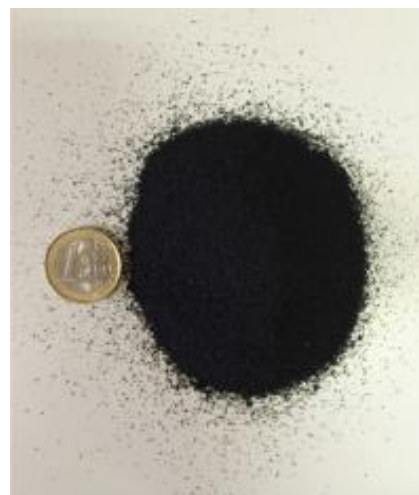
S obzirom da su ovi materijali već odavno poznati i relativno usavršeni, vrlo brzo se moglo pristupiti formiranju poroznog asfalta kao cjeline i njegovom testiranju (Cantabro test izdržljivosti, optornost na habanje itd.)

3.1. Upotreba drobljene gume kao aditiva

Premisa za ove studije je da pored svih prednosti, porozni asfalt posjeduje i određene nedostatke u smislu ranog starenja koje vodi ka deterioraciji, fragmentaciji i razdvajanju asfalta. Ovo je naravno uslovljeno samom teksturom poroznog asfalta, koji sa svojim velikim procentom šupljina predstavlja ne toliko kompaktan materijal koji je podložan deformacijama [2].

Dodavanje drobljene gume ima pozitivan uticaj i pokazuje odlične rezultate kroz testove „ispiranja“ asfaltna mješavine (slika 4). Nije potrebno naknadno dodavanje vlakana kako bi se postigao ovaj efekat za mješavine koje u svom sastavu imaju drobljenu gumu.

Razlike u ITS vrijednostima za mješavine sa i bez drobljene mogu se zanemariti.



Slika 4. Izgled zrna drobljene gume

Testiranjem ITSM-a (Indirect Tensile Stiffnes Modulus) za mješavine sa drobljenom gumom dobijaju se pozitivni rezultati u pogledu smanjivanja krutosti površinskog sloja na niskim temperaturama. Na srednjim i visokim temperaturama ove razlike su neznatne.

Mješavine sa drobljenom gumom imaju lošiji kvalitet po pitanju vertikalne propusnosti u poređenju sa mješavinama bez drobljene gume, iako RPA (Porozni asfalt sa drobljenom gumom) ispunjava minimalne zahtjeve propusnosti.

Cantabro test pokazuje manje vrijednosti gubitka težine i kohezije materijala za mješavine sa drobljenom gumom. Ovo u dugoročnom pogledu može poboljšati otpornost asfalta na struganje i odvajanje agregatnih zrna.

Postoje jasne prednosti korištenja drobljene gume za mješavine poroznog asfalta, pogotovo u smislu povezivanja bitumena i agregata i njihovom sadejstvu [3].

3.2. Upotreba hibridnih vlakana u jačanju asfaltna mješavine

Za jednu od najvećih mana poroznog asfalta se smatra njegova deformabilnost u smislu udubljivanja površinskog sloja. Njegov sastav, korišteni materijali i princip rada čini ovaj asfalt osjetljivim na dugotrajne deformacije i djelovanje zamora. Kao jedno od rješenja za ove probleme predlaže se korištenje nanomaterijala. Njihova mala veličina i velika izložena i efektivna površina rada doprinosi rasterećenju poroznog asfalta.



Slika 5. Izgled staklenih i PP vlakana

Na osnovu laboratorijskih ispitivanja, može se zaključiti sledeće:

- Dodavanjem staklenih i PP vlakana (slika 5) postiže se značajno umanjenje efekta ispiranja materijala mješavine. (0.2% GF-staklenih vlakana, 0.3% PP- vlakana)

- Dodavanjem 0.4% Nano-silikatnih materijala se takođe postiže povećavanje otpornosti mješavine na efekat ispiranja
- Povećavanjem sadržaja veziva i smanjivanjem sadržaja krečnjaka sa 1% na 0.5% opada otpornost asfalta na habanje i čini ga deformabilnijim.
- Dodavanje Nano-silikatnih materijala smanjuje deformabilnost asfaltne mješavine. (4% Nano-silikata sa 4.5% asfaltne veziva smanjuje vrijednost ulublivanja asfalta za 4%)
- Najmanju vrijednost ulegnuća asfalta imaju mješavine koje sadrže 0.2% staklenih vlakana.
- ITS vrijednost se može povećati i do 65% dodavanjem 0.1% staklenih vlakana i 0.3% PP vlakana.
- Povećavanjem sadržaja veziva sa 4.5% na 6% smanjuje se ITS vrijednost za više od 21%
- Za mješavine sa 4.5% veziva, ITS vrijednost se može povećati za oko 16.5% dodavanjem krečnjaka u količinama 0.5-1%.

Istraživanja o načinima unapređivanja mješavine poroznog asfalta su kontinuirano obavljana u toku proteklih 40 godina. U cilju pronalaženja odgovarajućih aditiva, vrsta agregata i količinskog učešća eksperimenti su obavljani i u laboratorijama i na samom terenu [4].

4. ODRŽAVANJE POROZNOG ASFALTA

S obzirom da se porozni asfalt smatra relativno osjetljivim materijalom na deformacije u poređenju sa klasičnim mješavinama, neophodno je pravovremeno sanirati prsline i oštećenja u njihovom početnom stadijumu. Iako porozni asfalt ima sposobnost „samoiscjeljivanja“ ovaj fenomen je moguć samo za porozne asfalte čiji je modul otpornosti degradiran maksimalno 10-20%. U protivnom, ova oštećenja poprimaju strukturnu prirodu i porozni asfalt nije sposoban da se samorehabilituje pomoću veziva.

Ukoliko su ove deformacije van opsega samo rehabilitacije potrebno je tretirati porozni asfalt rehabilitacionim sredstvima. U ovom radu su obrađene najzastupljenije tehnike rehabilitacije, kojim se u određenoj mjeri produžava životni vijek konstrukcije i njegovo sveobuhvatno stanje upotrebljivosti.

Korištena su četiri materijala:

- RJ – materijal uljaste kompozicije, namjenjen za rehabilitaciju bitumena,
- CEM- materijal korišten za pospješivanje vezivnih sposobnosti mješavine, spremljen na asfaltnoj bazi sa dodatkom bijele gline (kaolina) namjenjen za povećavanje otpornosti kolovoza na klizanje,
- GL1- polimerizovani materijal,
- EA- emulgirani asfalt.

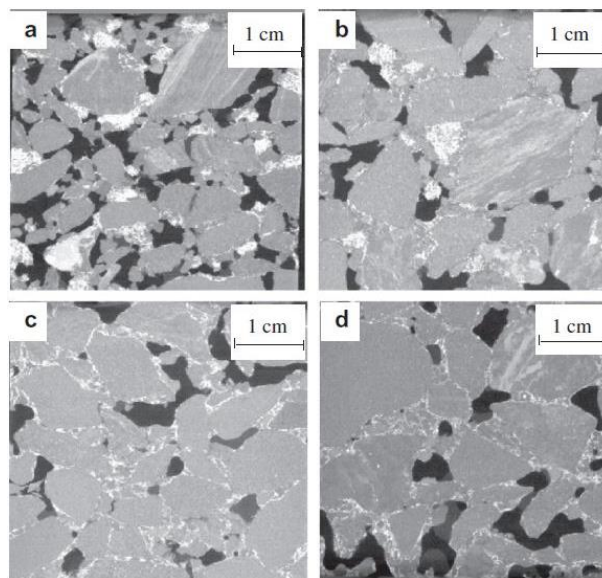
Prije eventualne rehabilitacije kolovoza trebalo bi voditi blagovremeno održavanje i čišćenje pora kako ne bi došlo do zadržavanja sitnih čestica u šuplinama poroznog asfalta.

Samoiscjeljivanje asfalta je fenomen usko povezan sa temperaturom. Smatra se da je je porozni asfalt sposoban

da se, u slučaju dovoljnog vremena relaksacije, potpuno rehabilituje zatvaranjem prsline i pukotina i oporavkom mješavine. Ovo je moguće ako je dozvoljen dovoljan period rehabilitacije na temperaturama od oko 25°C. Priroda bitumenskog veziva je takva da on može više puta relativno mijenjati svoje agregatno stanje [5].

Sposobnost bitumenskog veziva da se na većim temperaturama „otapa“ i prelazi u stanje gela mu omogućava da reformira svoju strukturu i znatno popravi svoje mehaničke karakteristike. Na nižim temperaturama ovaj oporavak je samo djelimično moguć. Na teritorijama relativno niskih temperatura tokom čitave godine efekat samorehabilitacije poroznog asfalta se može postići dodavanjem vlakana čelične vune koji pospješuju indukcijom zagrevanje porozne mješavine. Ovo indukcijom zagrijavanje se može simulirati i pomoću nekog sekundarnog izvora toplote koji se nanosi na kolovoznu površinu (slika 6).

Dodavanjem čelične vune ovaj efekat se znatno pospješuje. Količina čelične vune i temperatura mješanja mora biti strogo definisana.



Slika 6. Izgled mješavine u zavisnosti od trajanja mješanja, a) za period od 10 minuta, b) za period od 12 minuta, c) za period od 15 minuta i d) za period od 20 minuta

5. UPOREĐIVANJE TROŠKOVA ODREĐENIH REHABILITACIONIH RJEŠENJA

Načini rehabilitacije kolovoza daju realan uvid u isplativost neke konstrukcije. Ako je konstrukciju neophodno rehabilitovati nedugo nakon njene ugradnje, traže se razlozi koji su do toga doveli. U cilju dobijanja neophodnih informacija, porede se načini rehabilitacije za tri različite vrste kolovoznih konstrukcija.

- Standardna rehabilitacija – OGFC (Open graded friction course) konstrukcije, korištenjem prirodnih agregata.
- Dugoročna rehabilitacija – Poroznog asfalta (PAC) korištenjem prirodnih agregata.
- Održiva rehabilitacija – Poroznog asfalta sa čeličnom šljakom (SS-PAC)

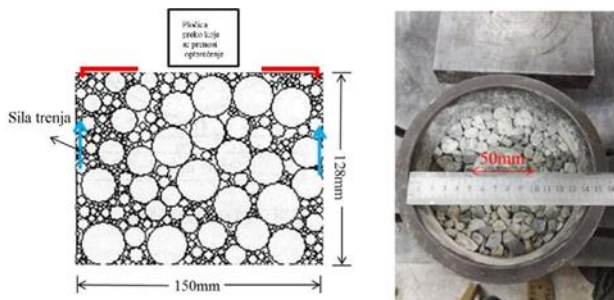
Na osnovu „Real cost“ softvera definisane su determinističke i vrijednosti vjerovatnoće za različite scenarije troškova.

6. STRUKTURNA SNAGA SKELETA MJEŠAVINE POROZNOG ASFALTA

Mehaničke karakteristike mješavine u velikoj mjeri zavise od upotrebljenog agregata. Mješavine poroznog asfalta sadrže više od 80% grubog agregata koji je u direktnom kontaktu (stone-on-stone contact). Ovaj skeletni sistem od grubog agregata u mnogome određuje strukturne performanse asfaltne mješavine.

Iz ovog razloga je od velike važnosti da se razviju nove vrste testiranja koje će moći da odrede skeletnu snagu i stabilnost asfaltnih mješavina [6].

Širom svijeta se koriste agregati različitog granulometrijskog sastava, tako da se za utvrđivanje generalnih pravila i premisa kod definisanja novih metoda ispitivanja mora formirati nova generalna prolaznost sita koja će biti korištena u testiranju (slika 7).



Slika 7. Simuliranje CBR testa i reprezentativni dijelovi pločice za testiranje

7. ZAKLJUČAK

Na osnovu svih obavljenih analiza, ispitivanja i eksperimenata može se zaključiti da je porozni asfalt opravdano, isplativo i jednostavno rješenje mnogih problema modernog putarstva. Inicijalno veća cijena ugrađivanja poroznog asfalta se vremenom kompenzuje u pogledu uštede radne snage, potrebe za specijalizovanim mašinama i drenažnim sistemima kojima bi se ekcesivne vode uklanjale sa kolovoznih površina i trotoara.

S obzirom da se mješavina poroznog asfalta „prilagođava“ postojećem tlu, tj. nema potrebe za velikim zemljanim radovima, dodatno se štedi na vremenu i radnoj snazi.

Mane konstrukcije poroznog asfalta bi bile u pogledu njihove osjetljivosti na nagibe, gdje se kod prekoračenja granične vrijednosti nagiba moraju projektovati terasasti parkinzi. Takođe, u slučaju nagiba donjeg nosećeg sloja, porozni asfalt ima karakteristiku nakupljanja vode u čoškovima slojeva.

Takođe, ne savjetuje se projektovanje kolovoza od poroznog asfalta za teška opterećenja. Kamioni i ostala teška vozila imaju tendenciju izazivanja prevelikih deformacija na konstrukciju.

8. LITERATURA

- [1] „UNHSC Design specifications for porous asphalt pavement and infiltration beds“ - University of New Hampshire
- [2] „Best management practices fact sheet for porous asphalt“ - Dauphin County Conservation District
- [3] „Porous asphalt pavements“ - National Asphalt Pavement Association (NAPA)
- [4] „Porous asphalt pavements with Stone Reservoirs“ - U.S. Department of Transportation
- [5] Federal Highway Administration
- [6] „Porous Asphalt Pavement Performance in Cold Regions“ - Minnesota Department of Transportation, Research services

Kratka biografija:



Marko Tadić rođen je u Bijeljini 03.02.1993. godine. Gimnaziju „Filip Višnjić“ u Bijeljini završava 2011. godine i iste godine upisuje studije građevinarstva na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Osnovne akademske studije završava 2018. godine odbranom diplomskog rada pod nazivom „Izrada Glavnog projekta pojačanog održavanja državnog puta IB-15 u zoni Kikinde i na dionici Kikinda – Nakovo“. Master rad na odsijeku za puteve, željeznice i aerodrome sa temom „Analiza prednosti i primjena poroznog asfalta u savremenom građevinarstvu“ odbranio je u septembru 2019. godine. Tečno govori engleski i nemački jezik

**RACIONALIZACIJA LOGISTIKE NABAVKE NA PRIMERU PROIZVODNE
KOMPANIJE****RATIONALIZATION OF PROCUREMENT LOGISTICS ON THE MANUFACTURING
COMPANY EXAMPLE**

Srdan Ljiljak, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ I TRANSPORT

Kratak sadržaj – Težište ovog rada jeste na istraživanju mogućnosti za racionalizaciju procesa snabdevanja potrebnim materijalima. Celokupno istraživanje, a kasnije i primena predloženog rešenja je sprovedeno u kompaniji koja se bavi proizvodnjom cirkulacionih pumpi i pojedinih komponenti koje se ugrađuju u krajnji proizvod. U radu je prvo generalno ukazano na osnovne karakteristike logističkog sistema i funkcije koje realizuje u nekoj kompaniji a nakon toga, opisani su trendovi u logistici sa fokusom na logistiku nabavke. Cilj racionalizacije procesa snabdevanja jeste smanjenje ukupnih troškova nabavke, unapređenje procesa i značajno unapređenje pojedinih performansi poslovanja. Sve analize su urađene na osnovu postojećih lanaca snabdevanja, a rezultati istraživanja su prikazani tabelarno i grafički. Nakon analize, izvršena je identifikacija slabih tačaka lanca snabdevanja, za čije eliminisanje je predloženo rešenje koje bi trebalo da, u relativno kratkom roku, dovede do značajnog unapređenja performansi poslovanja. Na kraju rada, analizirani su efekti primenjenog rešenja kroz poređenje merljivih pokazatelja poslovanja - stanje lanca snabdevanja pre primenjenih mera i nakon primenjenih mera.

Ključne reči: Nabavka, racionalizacija, lanac snabdevanja, logistika.

Abstract – The focus of this work is to explore options for rationalization of the supply process. The entire research and later the implementation of the proposed solution was carried out at a manufacturing company. This work first outlines the basic characteristics of the logistics system and the functions that this system realizes in a company. Subsequently, trends in logistics with a focus on procurement logistics are described. The goal of supply process rationalization is to reduce the overall costs of procurement, improve the process and significantly improve individual business performance. All analysis was made on the basis of existing supply chains, and the results of the survey are presented in tables and graphs. Following the analysis, the weaknesses of the supply chain were identified and solution for weak points elimination is suggested. In a relatively short period of time, this solution should lead to a significant improvement in business performance.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila prof. dr Svetlana Nikolić.

At the end of the work, the effects of the applied solution are analyzed through a comparison of measurable indicators of supply chain - state of supply chain before the applied solution and after the applied solution.

Keywords: Purchasing, rationalization, supply chain, logistics.

1. UVOD

U današnje vreme, većina kompanija posluje u veoma zahtevnom okruženju sa snažnom konkurencijom. Visoki zahtevi kupaca osim u smislu kvaliteta samog proizvoda koji ne sme da bude upitan, reflektuju se i na polje usluge koju dobijaju od prodavca tj. dobavljača. Kako je kvalitet robe koju može da proizvede više kompanija veoma često dosta ujednačen, razliku među dobavljačima često pravi nivo logističke usluge koju je dobavljač spreman da ponudi kupcu. Kompanije koje nabavljaju određenu vrstu robe, okreću se dobavljačima koji su sposobni da ponude kvalitetniju logističku uslugu pod povoljnijim uslovima.

S tim u vezi, sve kompanije teže da što više unaprede nivo usluge koju mogu da ponude svojim kupcima. Da bi se to ostvarilo, potrebno je da celokupan proces, od nabavke sirovina, preko proizvodnje i na kraju isporuke robe kupcu, bude što efikasniji i usklađeniji. Na ovaj način, smanjuju se troškovi, skraćuju vremena isporuka i na kraju se dobija zadovoljan kupac.

U okviru ovog rada, fokus je na procesima koji značajno utiču na nivo usluge prema krajnjem kupcu - mada se često to ne vidi direktno - a to je logistika nabavke proizvodne kompanije. Tokom izrade ovog rada, obrađen je deo nabavke u proizvodnoj kompaniji koji je prepoznat kao deo koji može znatno biti unapređen i racionalizovan, ukoliko bi se lanac snabdevanja poboljšao.

Prepoznata je slaba karika u jednom delu procesa snabdevanja i osnovni cilj istraživanja bio je da se ponudi rešenje koje bi uz minimalna ulaganja dovelo do rešenja problema i racionalizacije procesa snabdevanja.

2. LOGISTIKA PROIZVODNIH PREDUZEĆA

U savremenom društvu, logistika se provlači kroz sve društvene aktivnosti u kojima teži ka optimizaciji korišćenja raspoloživih resursa i usklađivanju procesa u cilju što efikasnije realizacije zadatih ciljeva. Logistika se može definisati kao skup aktivnosti kroz koje se vrši oblikovanje, projektovanje, upravljanje, realizacija i kontrola postupaka na području transporta, manipulisanja i skladištenja robe (1).

Kada se razmatra logistika preduzeća, potrebno je napomenuti da se ona može definisati na više različitih načina. Međutim, ono što je zajedničko za sve definicije i što se postavlja kao osnovni zahtev pred logistiku u okviru jednog preduzeća je obezbeđivanje potrebnih materijalnih dobara (robe) odgovarajućeg kvaliteta, u optimalnoj količini, u pravo vreme i na pravom mestu, po optimalnim uslovima i ceni koštanja, pravom klijentu ili korisniku.

Funkcija logistike u poslovnim sistemima se razlikuje u zavisnosti od delatnosti i organizacije svakog preduzeća ponaosob, ali najčešće podrazumeva sledeće oblasti:

- logistika nabavke,
- logistika proizvodnje,
- logistika distribucije,
- povratna logistika (2).

Neki od glavnih trendova na području logistike nabavke su:

- geografsko približavanje dobavljača svojim kupcima,
- skraćivanje rokova isporuke robe, visoka frekvencija isporuka i smanjenje minimalnih količina robe koje kupac može da kupi,
- korišćenje konsignacionih skladišta i/ili angažovanje kompanija specijalizovanih za logističke usluge (hotel zaliha),
- praćenje performansi dobavljača kroz sistem KPI1 i PI2,
- upotreba naprednih ERP 3 sistema i njihovo povezivanje (VMI4, EDI5, SNC6),
- ostvarenje ciljeva logistike uz smanjenje uticaja na životnu okolinu.

Rad se detaljno bavi svakim gore navedenim trendom posebno, ali je bitno istaći da se u praksi najčešće koristi kombinacija gore navedenih rešenja u cilju što bolje iskorišćenosti resursa i eliminisanja gubitaka.

3. OPIS I ANALIZA PROCESA SNABDEVANJA U POSMATRANOJ KOMPANIJU

Celokupan rad na racionalizaciji procesa snabdevanja urađen je u proizvodnoj kompaniji koja se bavi proizvodnjom cirkulacionih pumpi koje najširu primenu imaju u sistemima centralnog grejanja. Kompanija proizvođač cirkulacionih pumpi (u daljem tekstu „proizvođač“), u okviru sopstvene proizvodnje poseduje i proizvodnu liniju za proizvodnju statora elektromotora koji se ugrađuju u cirkulacione pumpe. Imajući u vidu činjenicu da proizvođač proizvede oko 2.000.000 cirkulacionih pumpi u toku godine, a samim tim i isti broj statora elektromotora, kao i to da stator elektromotora sa svojom proizvodnom cenom značajno utiče na cenu cirkulacione pumpe, zaključeno je da bi racionalizacijom nabavke materijala koji se koriste za proizvodnju statora elektromotora mogle biti ostvarene značajne uštede.

Kako bi se utvrdilo koji materijal tj. grupa materijala treba da bude u fokusu procesa racionalizacije, svi materijali potrebni za proizvodnju jednog statora grupisani u četiri grupe prema vrsti materijala (tabela 1), a potom je utvrđeno koliko svaka grupa materijala učestvuje u ceni proizvoda.

Tabela 1 - Učešće različitih grupa materijala u ukupnoj vrednosti materijala koji se koriste za proizvodnju statora

Grupa materijala	Vrednost [RSD]	Učešće u ceni proizvoda [%]
Bakarna žica	358,84	52%
Laminacioni limovi	191,71	28%
Elementi električne zaštite	90,5	13%
Ostali materijali	52,68	7%
Ukupno	693,73	100%

Uočljivo je da u poređenju sa ostalim komponentama i materijalima koje proizvođač koristi za proizvodnju statora elektromotora, bakarna žica učestvuje sa više od 50% ukupne vrednosti nabavke. Sa prosečnom cenom koja iznosi nešto više od 7 EUR/kg, bakarna žica predstavlja pojedinačno najskuplji materijal koji se ugrađuje u stator elektromotora. Imajući u vidu da proizvođač u toku godine utroši oko 700 tona bakarne žice, ukupna vrednost nabavke samo za bakarnu žicu, na godišnjem nivou iznosi oko 5.000.000 EUR.

Iz prethodne analize lako je zaključiti da fokus racionalizacije nabavke treba da bude na nabavci bakarne žice.

Nakon ovoga, analizom lanca snabdevanja bakarne žice, utvrđene su slabosti koje je potrebno ukloniti brzim i relativno jeftinim rešenjem, dok bi ostale slabosti mogle da budu uklonjene u kasnijem periodu. To su:

- udaljenost dobavljača od 1570 km,
- dug rok isporuke od 28 kalendarskih dana,
- visoka vrednost zaliha bakarne žice,
- velike količine bakarne žice na zalihama,
- loš koeficijent obrta zaliha,
- velika zauzetost skladišnog prostora,
- loša povezanost ERP sistema kupca i dobavljača,
- dug proces uvoznog carinjenja robe,
- zarobljena novčana sredstva i negativan uticaj na protok novca (eng. Cash flow).

Pored navedenih, u radu su pomenute i ostale slabosti posmatranog lanca snabdevanja.

4. PREDLOG MERA ZA UNAPREĐENJE POSTOJEĆEG STANJA

Nakon identifikacije slabih tačaka i kritičke analize, izvedeni zaključci jasno pokazuju slabosti postojećeg sistema i daju naznake o tome kako bi sistem snabdevanja trebalo da izgleda u budućnosti.

Na osnovu izvedenih zaključaka o tome koje slabosti budući lanac snabdevanja treba da otkloni, kao jedno od najlogičnijih rešenja nametnula se ideja o prelasku sa postojećeg/tradicionalnog načina snabdevanja na način snabdevanja koji podrazumeva korišćenje tzv. *hotela zaliha*.

Ukoliko se primeni koncept *hotela zaliha* na snabdevanje posmatrane kompanije bakarnom žicom, eliminiše se sledeće slabe tačke:

¹ KPI – Key Performance Indicator – Pokazatelj ključnih performansi.

² PI – Performance Indicator – Pokazatelj performansi.

³ ERP – Enterprise resource planning – Planiranje resursa kompanije.

⁴ VMI – Vendor-managed inventory – Upravljanje zalihama od strane dobavljača.

⁵ EDI – Electronic Data interchange – Elektronska razmena podataka.

⁶ SNC – Supplier Network Collaboration – Sistem/mreža za saradnju sa dobavljačem.

- Udaljenost dobavljača - skladište dobavljača bakarne žice iz kog se roba isporučuje se praktično smanjuje sa udaljenosti dobavljač – kupac (1.570 km) na udaljenost hotel zaliha – kupac (30 km).
- Dug rok isporuke od 28 dana – smanjenjem udaljenosti između mesta otpreme robe (*hotel zaliha*) i krajnjeg kupca, logično se znatno smanjuje i potrebno vreme za transport robe.
- Loša povezanost ERP sistema kupca i dobavljača - *Hotel zaliha* podrazumeva povezivanje ERP sistema i direktan uvid dobavljača u planove nabavke kupca robe, što dobavljaču omogućuje bolje planiranje proizvodnje a samim tim i skraćivanje roka potrebnog za proizvodnju robe.
- Dug proces uvoznog carinjenja robe – primenom predloženog rešenja, proces vezan za protok dokumentacije obezbeđuje znatno bržu komunikaciju i pripremu potrebne dokumentacije u napred, tako da je gotovo svako čekanje u procesu uvoznog carinjenja robe izbegnuto.
- Zarobljena novčana sredstva i negativan uticaj na protok novca (eng. Cash flow) – smanjenjem nivoa zaliha, smanjiće se i vezana novčana sredstva, a samim tim, biće ostvaren i pozitivan uticaj na Cash flow.
- Visoka vrednost zaliha bakarne žice i velike količine na zalihama – primenom hotela zaliha, obezbeđeno je da se isporuke robe vrše minimum 2 puta u toku nedelje, što kao posledicu ima smanjenje isporučenih količina, smanjenje količine zaliha i veću fleksibilnost za kupca.

Takođe, novi sistem snabdevanja bi trebao značajno da utiče na unapređenje svih pokazatelja poslovanja koji trenutno pokazuju loše performanse, kao što su koeficijent obrta zaliha robe i veliki broj zauzetih paletnih mesta u skladištu proizvođača.

U radu su detaljno opisani svi potrebni preduslovi za impementaciju *hotela zaliha*.

5. EFEKTI POSTIGNUTI SNABDEVANJEM PREKO HOTELA ZALIHA

U odnosu na prepoznate slabe tačke i performanse poslovanja koje je trebalo unaprediti, za budući koncept snabdevanja odabran je hotel zaliha.

Nakon 8 meseci primene novog rešenja, urađena je detaljna analiza postignutih efekata. U tabeli 2, uporedno su prikazane vrednosti određenih pokazatelja poslovanja u posmatranom – početnom slučaju lanca snabdevanja (bez hotela zaliha) i u slučaju kada je primenjeno rešenje lanca snabdevanja sa hotelom zaliha.

Očigledni su efekti na performanse poslovanja, pre svega na: znatno smanjenu vrednost zaliha, značajno smanjene količine zaliha, uticaj na protok novca i „oslobođena“ sredstva koja kompanija sada može da usmeri u investicije ili razvoj.

Nakon sagledanih rezultata tj. efekata primene novog rešenja, posmatrana kompanija je postavila strateški cilj da u narednom periodu pređe sa klasičnog načina snabdevanja na snabdevanje preko hotela zaliha gde god je to moguće. Fokus bi trebalo da bude na materijalima

koji spadaju u grupu High runner-a, zatim materijali koji se nabavljaju od veoma udaljenih kupaca sa dugim rokovima isporuke. Osim navedenih materijala, fokus bi trebalo da bude na materijalima koji imaju visoku jediničnu cenu, visoku cenu transporta, kao i na gabaritnim materijalima koji zauzimaju dosta prostora u skladištu proizvođača cirkulacionih pumpi.

Tabela 2. *Poređenje vrednosti pokazatelja u slučaju lanca snabdevanja bez hotela zaliha i u slučaju lanca snabdevanja sa hotelom zaliha*

Red. br.	Pokazatelj	Lanac snabdevanje bez hotela zaliha	Lanac snabdevanja sa hotelom zaliha
1	Prosečna vrednost zaliha na kraju meseca [RSD]	93.549.506	36.064.856
2	Prosečna vrednost zaliha na kraju meseca [EUR]	757.486	292.023
3	Prosečna količina zaliha na kraju meseca [kg]	109.190	46.492
4	Prosečan broj zauzetih paletnih mesta na kraju meseca	455	196
5	Prosečan koeficijent obrta zaliha	0,47	1,02
6	Udaljenost dobavljač-kupac	1.570 km	30 km
7	Broj isporuka u toku nedelje	1	2
8	Rok isporuke (vreme od trenutka slanja porudžbine do isporuke) [broj dana]	28	3
9	Vrsta drumskog prevoza na relaciji Nemačka-Srbija	LTl	FTL
10	Koncept proizvodnje	Make to order	Make to stock

6. ZAKLJUČAK

Problem koji je kompanija prepoznala u svom poslovanju odnosio se na visoki nivo zaliha povezanih sa određenim proizvodnim procesom. Posledice visokog nivoa zaliha su se ogledale pre svega u „zarobljenom“ kapitalu kompanije, neefikasnoj upotrebi sirovina koja se manifestovala kroz česte pojave tzv. low runner-a, a zatim i na drugim poljima kao što su zauzetost skladišnog prostora, nepotrebne manipulacije teretom, uticaj na zdravlje i bezbednost radnika, itd...

Obzirom na to da je zahtevana relativno brza racionalizacija poslovanja uz minimalna ulaganja, bilo je potrebno da se pronađe rešenje koje bi u okviru postojećih resursa i postojećih zakonskih okvira unapredilo postojeće stanje. Iz tog razloga, nije se išlo u pravcu tehničkih izmena proizvoda ili u pravcu izmene tehnologije procesa proizvodnje, već je prioritet stavljen na unapređenje lanca snabdevanja. Samim tim, fokus ovog rada bio je na racionalizaciji procesa snabdevanja.

Kao rešenje za datu situaciju, predloženo je korišćenje *hotela zaliha*. Ovim rešenjem, detaljno opisanim u okviru rada, uspešno je eliminisan najveći deo problema kompanije. Najznačajnije, oslobođena su značajna sredstva koja su do primene novog rešenja bila „zarobljena“. Prema poređenju egzaktnih podataka o vrednosti zaliha, nakon 12 meseci primene novog rešenja, vrednost zaliha u skladištu proizvođača je smanjena za 70%. Osim toga, masa zaliha nakon 12 meseci je sma-

njena za 65%, dok je koeficijent obrta zaliha u periodu od 12 meseci više nego udvostručen. Rok isporuke, koji je do primene hotela zaliha iznosio 28 dana, smanjen je na svega 2 do 3 dana. Bitno je naglasiti da je nivo proizvodnje ostao na istom nivou kao i pre implementacije novog rešenja i da se odvija bez ikakvih poremećaja.

Dalja unapređenja procesa u okviru lanca snabdevanja su moguća, pre svega kroz optimizaciju MOQ⁷, tj. upotrebom špulni od 60 kg umesto špulni od 160 kg. Dodatno, u okviru smanjenja MOQ, treba insistirati na tzv. "picking-u" paleta. "Picking" podrazumeva da se roba može isporučivati na nivou najmanje ambalažne jedinice, a ne samo na nivou palete. Osim ovoga, pojednostavljenje carinskih propisa i procedura bi dovele do daljeg ubrzanja i pojeftinjenja protoka robe.

Iz svega navedenog, može se zaključiti da se primenom inovativnih rešenja u okviru logistike i lanca snabdevanja kao i redizajniranjem postojećih rešenja, može doći do značajnih poboljšanja performansi poslovanja.

Značaj logistike nabavke u okviru kompanija sve više dobija na značaju jer je prepoznato da se kroz racionalizaciju procesa mogu ostvariti značajne uštede i unapređenja performansi. U nekim kompanijama se prilikom razvoja novog proizvoda, od samog početka projektovanja uključuju eksperti iz oblasti logistike, kako bi svojim znanjem već od starta doprineli optimalnom rešenju. Daljom digitalizacijom i unapređenjem planiranja, upotrebom hotela zaliha i sličnih rešenja, uloga logistike nabavke će u budućnosti biti sve više izražena u ostvarenju strateških ciljeva kompanija.

7. LITERATURA

- [1] Nikoličić, S., Lazić, D: *Zelena logistika, Nacionalna konferencija o kvalitetu života 2006.*, Kragujevac: s.n., 10.-12. maj 2006.
- [2] Gajić, V., Nikoličić, S. *Skripte sa vežbi i predavanja iz predmeta Logistika preduzeća.* Novi Sad : FTN, Departman za saobraćaj, 2003.

Kratka biografija:

Srdan Ljiljak rođen je u Indiji 1982. godine. gde je završio osnovnu i srednju školu. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu na smeru Saobraćaj i transport, sa temom "Racionalizacija logistike nabavke na primeru proizvodne kompanije" odbranio je 2019. godine.

⁷ MOQ – Minimum order quantity – minimalna količina koja se može poručiti.

VREDNOVANJE PREDLOGA MERA ZA POBOLJŠANJE USLOVA ODVIJANJA SAOBRAĆAJA NA RASKRSNICI ULICA MASARIKOVA-POCERSKA-CERSKA U ŠAPCU**EVALUATION OF PROPOSED MEASURES FOR TRAFFIC CONDITION IMPROVEMENT AT THE INTERSECTION MASARIKOVA-POCERSKA.CERSKA IN ŠABAC**

Dorđe Timotić, Nenad Ruškić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ I TRANSPORT

Kratak sadržaj – U okviru rada izvršena je analiza uslova odvijanja saobraćaja na postojećoj raskrsnici sa aspekta nivoa usluge. Date je predlog mera za poboljšanje uslova odvijanja saobraćaja po varijantama, vrednovani su dobijeni rezultati, i predloženo je najbolje rešenje.

Ključne reči: Nivo usluge, vrednovanje

Abstract – The paper analyzes the traffic flow conditions at the existing intersection from the aspect of service level. A proposal was made for measures to improve traffic conditions by variants, the results obtained were evaluated, and the best solution was proposed.

Keywords: Service level, evaluation

1. UVOD

Saobraćaj je organizovano kretanje vozila definisanim saobraćajnicama. Saobraćaj se organizuje na osnovu normativnog uređenja (propisi o bezbednosti saobraćaja), pravilima saobraćaja (koja određuju način kretanja i međusobne odnose u saobraćaju) i građevinskim merama (izgrađenost saobraćajnica i okoline puta) i tehničkim regulisanjem (saobraćajnom signalizacijom i opremom puta).

Saobraćajni problemi u gradu su obično vezani za kapacitivne sposobnosti delova mreže. Stanje i mogućnost gradske putne mreže uslovljavaju funkcionalnost gradskih sistema koji koriste zajedničke površine. Da bi se ostvarili poželjni uslovi odvijanja saobraćaja i smanjile konfliktna situacije moraju se primenjivati određene rekonstruktivne, regulativne i restriktivne mere. Gradska putna mreža je pod velikim pritiskom masovnosti individualnog motornog prevoza.

Jedna od regulativnih mera je regulisanje saobraćaja svetlosnom signalizacijom. Ovom merom se može postići poboljšanje odvijanja uslova saobraćaja na mestima sukobljavanja konfliktnih tokova.

Raskrsnice su čvorišta u kojima se vrši ukrštanje saobraćajnica istog ili različitog ranga. Shodno kategorizaciji gradske putne mreže, vrši se podela raskrsnica na funkcionalne rangove iz čega proizilaze osnovna projektna rešenja.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Nenad Ruškić, vanr. prof.

Najbrojniju grupu raskrsnica u gradu čine površinske raskrsnice kod kojih se interni odnosi učesnika u saobraćaju rešavaju na zajedničkoj kolovoznoj površini. Površinske raskrsnice mogu biti razvrstane u tri podele: nesignalisane, kružne, signalisane. Prema obliku površinske raskrsnice delimo na: četvorokrake, trokrake, kružne i višekrake. Prema geometriji mogu biti nesimetrične, standardne i nestandardne raskrsnice.

Denivelisane raskrsnice se koriste na ukrštanjima puteva istog ili različitog ranga, gde je zbog ranga povezivanje puteva u mreži ili zbog veličine saobraćajnih tokova nemoguće izvesti površinske raskrsnice. Površinske raskrsnice su mnogo prisutnije u praksi kako zbog potreba tako i zbog finansiranja.

Predmet rada je analiza uslova odvijanja saobraćaja na raskrsnici ulica Masarikova - Pocerska - Cerska. Nakon uvodnog dela, u okviru rada, izvršena je analiza postojećeg stanja uslova odvijanja saobraćaja na raskrsnici, zatim su opisani uslovi odvijanja saobraćaja na nesignalisanim raskrsnicama i osnovni pojmovi o signalisanim raskrsnicama, kružnim raskrsnicama, proračun kapaciteta i nivoa usluge, kao i predlog rešenja problema. Funkcionalnim, ekološkim i ekonomskim vrednovanjem predloženih rešenja dobijeno je optimalno rešenje koje je i predloženo za realizaciju.

2. KARAKTERISTIEK ANALIZIRANE RASKRSNICE

Raskrsnica koja je predmet ovog rada nalazi se u grada Šapcu. Ona je locirana na jednom od glavnih ulazno – izlaznih pravaca iz grada, pa samim tim predstavlja značajnu raskrsnicu u gradu. Pocerska ulica vezuje se za državni IB reda broj 26, koji predstavlja vezu Beograd – Obrenovac – Šabac – Loznica – državna granica sa Bosnom i Hercegovinom (Slika 1).



Slika 1. Položaj analizirane raskrsnice na uličnoj mreži grada Šapca

3. PROGNOZA SAOBRAĆAJNOG RASTA

Saobraćajno opterećenje i nivo usluge od značajnog su uticaja za dimenzionisanje poprečnog profila, dok su merodavne brzine i merodavna vozila od uticaja na elemente projektne geometrije. Saobraćajno opterećenje predstavlja broj vozila i/ili pešaka koja u određenom vremenskom intervalu prolaze ili se očekuje da će proći kroz određeni putni presek. Dodatni faktori koji utiču na saobraćajno opterećenje predstavljeni su karakteristikama puta:

- brojem saobraćajnih traka,
- širinom saobraćajnih traka,
- podužnim nagibom nivelete kolovoza,
- dinamičkim uticajima.

Razlikujemo postojeće i planirano stanje.

Postojeće saobraćajno opterećenje (može se prebrojati) i koristi se za preduzimanje neposrednih akcija u regulisanju saobraćaja.

Tabela 1. Broj vozila u vršnom času po prilazu

Godine	2018 Bazna godina
Voz/h (u vršnom periodu)	1574
Prilaz 1	405
Prilaz 2	431
Prilaz 3	489
Prilaz 4	249

3.1 Prognozirano saobraćajno opterećenje

Prognozirano saobraćajno opterećenje daje buduće količine saobraćaja za koje treba obezbediti odgovarajuće kapacitete gradske putne mreže i sistema javnog gradskog prevoza.

Opšti obrazac za prognozu saobraćaja glasi:

$$V_i^n = V_i^{BAZ} * F_i^n \quad (1)$$

$$F_i^n = (1 + e * R_{BDP}^n \%) \quad (2)$$

Gde je:

V_i^n - saobraćajni tok za vozila (i) u godini (n) dobijen prognozom saobraćaja;

V_i^{BAZ} - utvrđeni saobraćajni tok za vozila (i) u baznoj godini dobijen na terenu;

F_i^n - faktor rasta saobraćajnog toka za vozila (i) u periodu tj. godini (n);

$R_{BDP}^n \%$ - prosečna godišnja stopa rata BDP-a u periodu, tj. do n-te godine;

N – broj godina po periodima.

Razvoj oblasti vezane za prognozu saobraćaja desio se u okolnostima kada je porast saobraćaja izazvan brzim razvojem i masovnom upotrebom putničkih automobila, pre svega u gradovima, počeo da stvara brojne probleme, pa se pojavila potreba za složenijim oblicima praćenja, analize i kontrole razvoja saobraćaja. Polovinom prošlog veka došlo je do intenzivnog razvoja računarske tehnologije i njene prime u prognozi saobraćaja.

Prognoza saobraćaja je veoma važna prilikom odabira buduće varijante nekog projekta. Ukoliko se predviđanje saobraćaja ne obavi na pravi način izgrađeni saobraćajni objekat neće moći da zadovolji potrebe za zahtevanim kapacitetom ili će biti predimenzionisan. Usled ovoga javlja se veliki problem koji se mora opet rešavati i njegovi troškovi proširenja ili ponovne izgradnje mogu da koštaju više nego što je stajala sama izgradnja prvobitnog objekta.

4. PREDLOG REŠENJA

Razvoj i testiranje varijantnih rešenja predstavlja jednu od ključnih faza u ovom radu. Cilj ovog rada je da se na osnovu postojećih geometrijskih ograničenja predlože i analiziraju varijante, kako bi se našlo optimalno rešenje za datu raskrnicu. Analizom rezultata kapaciteta i nivoa usluge za posmatranu raskrnicu utvrđeno je da sadašnja organizacija i odvijanje saobraćaja ne mogu da zadovolje nesmetano kretanje saobraćaja. Potrebno je izvesti najbolju i najoptimalniju varijantu kako bi se prevazišao problem i poboljšao nivo usluga svim prilazima na raskrsnici. Predložene varijante su:

1. Varijanta 1 – Četvorokraka nesignalisana raskrsnica – Zadržava se postojeća geometrija raskrsnice, sa manjim izmenama.
2. Varijanta 2 – Četvorokraka signalisana raskrsnica
3. Varijanta 3 – Kružna raskrsnica sa jednom trakom u kruženju – Menja se geometrija raskrsnice. Umesto postojeće četvorokrake, projektuje se kružna raskrsnica. Postavlja se nova vertikalna i horizontalna signalizacija.

Na osnovu predloženih varijanti odlučivaće se koja je varijanta najpovoljnija za posmatranu raskrnicu, ali treba voditi računa da izabrana varijanta pruža bolje uslove odvijanja saobraćaja, da smanji ili eliminiše zastoje i formiranje redova, da se smanje vremenski gubici i da se poboljša nivo usluge na celoj raskrsnici.

5. TROŠKOVI GRADNJE

Vrednovanje projekata predstavlja proceduru ocenjivanja i odlučivanja u sistemu osmišljavanja optimalnog razvoja i korišćenja putne mreže i putnih objekata. Vrednovanje projekata je veoma važno i koristi se u slučajevima kada se razmatra više varijanti. Može se sprovoditi u različitim fazama projekata. Postupak vrednovanja najčešće je vezan za prethodnu studiju izvodljivosti i studiju izvodljivosti koje su sastavni deo generalnog projekta.

Vrednovanje projekata pri izgradnji raskrsnice ima za cilj da omogući analizu više alternativa, te da se na osnovu ekonomske opravdanosti, i sa bezbednosnog i ekološkog aspekta, odabere najbolja varijanta [1].

5.1 Nesignalisana četvorokraka raskrsnica

Ova varijanta podrazumeva postavljanje horizontalne i vertikalne signalizacije. Postojeća geometrija raskrsnice je zadržana, a time su izbegnuti troškovi gradnje. Od vertikalne signalizacije neophodno je postaviti retroreflektujućim saobraćajni znak III-3 „Put sa pravom prvenstva“, retroreflektujućim saobraćajni znak II-2 „Obavezno zaustavljanje“, retroreflektujućim saobraćajni znak III-6

„Označen pešački prelaz“, retroreflektujući saobraćajni znak III-28 „Zona škole“ [2].

5.2 Signalisana četvorokraka raskrsnica

Ova varijanta podrazumeva postavljanje horizontalne i vertikalne signalizacije. Postojeća geometrija raskrsnice se menja, i imamo troškove gradnje. Od vertikalne signalizacije neophodno je postaviti retroreflektujući saobraćajni znak III-3 „Put sa pravom prvenstva“, retroreflektujući saobraćajni znak II-2 „Obavezno zaustavljanje“, retroreflektujući saobraćajni znak III-6 „Označen pešački prelaz“, retroreflektujući saobraćajni znak III-28 „Zona škole“ [2].

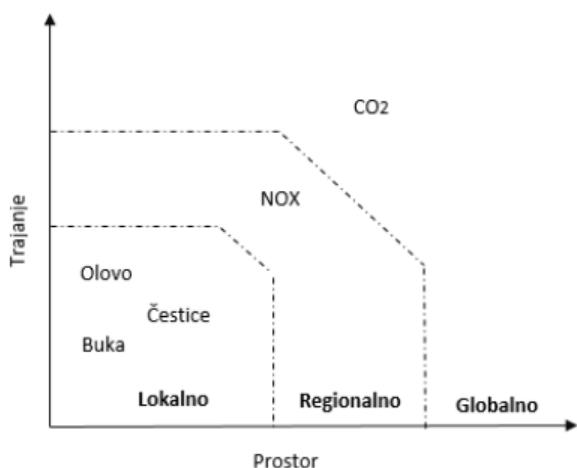
5.3 Kružna raskrsnica

Ova varijanta podrazumeva kompletnu rekonstrukciju raskrsnice, menjanje njene geometrije i konstruisanje kružnog toka umesto četvorokrake raskrsnice. Osim rekonstrukcije geometrije raskrsnice potrebno je postaviti i novu horizontalnu i novu vertikalnu signalizaciju na raskrsnici.

6. ŠIRI UTICAJ SAOBRAĆAJA NA DRUŠTVO I ŽIVOTNU SREDINU

U ukupnom zagađivanju atmosfere saobraćaj učestvuje sa oko 50% i jedan je od najvećih zagađivača. Sagorevanjem goriva dolazi do emisije niza štetnih polutanata (ugljen dioksid CO₂, ugljen monoksid CO, ugljovodonici C_xH_y, azotni oksidi NO_x, sumpor dioksid SO₂, čvrste čestice – prašina, čađ, dim i teški meali kao što je olovo i dr.), u atmosferu u količinama koje se prirodnim putem ne mogu razgraditi (Slika 2).

Konstantni porast obima saobraćaja, pored ekonomskog prosperiteta ima i za direktnu posledicu da je zagađivanje vazduha sagorevanjem goriva u motornim vozilima postao jedan od najvećih problema naselja i gradova. Uticaj saobraćaja na zagađenje vazduha može se ispoljiti u neposrednoj blizini samog izvora zagađenja, ali na regionalnom i globalnom nivou.



Slika 2. Prostorni i vremenski uticaj pojedinih zagađujućih materija

Troškovi zagađenja vazduha u saobraćaju prouzrokovani emisijom zagađivača vazduha, obuhvataju 4 osnovne grupe troškova:

1. Zdravstvene troškove;
2. Gubitke na usevima u poljoprivredi i druge gubitke u vezi sa biosferom;
3. Štete nastale na zgradama i materijalima i
4. Posledice na biodiverzitet i ekosistem(zemlju,vodu/podzemne vode).

6.1 Buka

Svaki neželjeni zvuk je buka. Svaka zvučna pojava koja ometa rad ili odmor predstavlja buku. U praksi, zvuk je različite jačine, zavisno od uslova i okolnosti u kojima se javlja i deluje. U zemljama EU 40 % stanovništva izloženo je 24 h ekvivalentnom nivou buke većem od 55 dB (A) kao posledice drumskog saobraćaja, dok je 20 % stanovništva izloženo ekvivalentnom nivou buke koji prelazi 65 dB (A) što ozbiljno ugrožava san i dovodi do pojave psihomatskih simptoma akustičnog stresa. Postoji nekoliko načina da se efekti buke iskažu novčano u transportnim projektima. Jedan metod je da se koriste tzv. „objavljene reference“ (tržišne vrednosti nekretnina ili zdravstveni troškovi). Postoji literatura o efektu dodatne buke na (smanjenje) vrednosti kuća. Imajući u vidu broj kuća pogođenih bukom zbog projekta i prosečne cene kuće mogu se izračunati ukupni troškovi. U drugim metodama koriste se iritacija i zdravlje kao i spremnost da se prihvati kompenzacija ili spremnost da se plati za smanjenje buke. Troškovi buke variraju u odnosu na doba dana, gustinu naseljenosti i blizinu izvora buke i nivo postojeće buke. U projektima drumskog transporta ova vrednost zavisi od brzine vozila, učešća teretnih vozila, stanja, nagiba puta, i načina vožnje.

6.2 Troškovi klimatskih promena

Trenutno ne postoji koncenzus o tome da li i kako klimatske promene i efekat staklene bašte treba uvrstiti u analizu troškova i koristi. Većina razvijenih zemalja koje uvršćuju efekat staklene bašte koristi novčano vrednovanje emitovanja emisije CO₂. Za Srbiju ne postoje vrednosti konkretno vezane za klimatske promene.

6.3 Troškovi zagušenja (zastoj)

Za razliku od vrednovanja podloga rešenja i troškova gradnje kojima je dat primarni cilj ovog rada, analizi potrošnje goriva i zagađenja vazduha je data sekundarna uloga. Razlog zbog kojeg je to učinjeno nalazi se u samom zadatku ovoga rada, a to je preventivno mogućnost poboljšanja uslova odvijanja saobraćaja u baznoj i prognoziranoj godini. Međutim, skladno zadatku ovoga rada rešavaće se i problem potrošnje goriva i zagađenja vazduha.

Kako se bude tražilo rešenje koje će ponuditi najbolje uslove za odvijanje trenutnog i prognoziranog saobraćaja, potrošnja goriva i zagađenje vazduha će se svesti na najmanju moguću meru. Vremenski gubici koji se javljaju na raskrsnici u direktnoj su vezi sa potrošnjom goriva i zagađenjem vazduha. Usled većih vremenskih gubitaka na raskrsnici raste potrošnja goriva, a samim tim i zagađenje vazduha. Ako su uslovi odvijanja saobraćaja opisanim višim nivoima usluge potrošnja goriva je niža kao i zagađenje vazduha.

Troškovi potrošnje goriva i zagađenja vazduha na najbolji način opisuju uslove odvijanja saobraćaja u pojedinim predlozima rešenja. Preko troškova potrošnje goriva i zagađenja vazduha na najbolji mogući način (novčano) se mogu opisati problemi vremenskih gubitaka u saobraćaju. Kada se pronađe optimalno rešenje za uslove odvijanja saobraćaja, direktno će se uticati na smanjenje potrošnje goriva i poboljšanja životne sredine.

Jedini način na koji se može uticati na smanjenje zagađenja vazduha pored izbora optimalnog rešenja regulisanja saobraćaja jeste i da se zakonskim merama utiče na kvalitet proizvodnje pogonskog goriva kao i zabranom učestvovanja vozilima u saobraćaju čiji pogonski agregati ne ispunjavaju visoke standarde u pogledu ispuštanja izduvnih gasova.

7. ZAKLJUČAK

Analiza koja je urađena u ovom radu treba da da odgovor da li je postojeće stanje funkcionalno i da li postoji bolje rešenje. Nakon obavljene analize postojećeg stanja preložena su tri predloga za rešavanje postojećeg stanja. Pored uslova odvijanja saobraćaja urađeni su i troškovi gradnje s ciljem da se pronađe rešenje koje bi bilo izvodljivo i u skladu sa ekonomskim mogućnostima. Da bi se na najbolji mogući način opisali uslovi odvijanja saobraćaja u pojedinim varijantama urađena je analiza potrošnje goriva i zagađenja vazduha da bi se vremenski gubici mogli iskazati novčano.

U okviru rada određeni su pored uslova odvijanja saobraćaja i troškovi gradnje varijantnih rešenja, kako bi se pronašlo rešenje koje je optimalno i koje će doprineti poboljšanju celokupnog nivoa usluge raskrsnice. Uslovi odvijanja saobraćaja trenutno nisu zadovoljavajući jer na Prilazu 3 i Prilazu 4 za leva skretanja trenutno je u vršnom periodu nivo usluge E.

U okviru rada određeni su pored uslova odvijanja saobraćaja i troškovi gradnje varijantnih rešenja, kako bi se pronašlo rešenje koje je optimalno i koje će doprineti poboljšanju celokupnog nivoa usluge raskrsnice. Uslovi odvijanja saobraćaja trenutno nisu zadovoljavajući jer na Prilazu 3 i Prilazu 4 za leva skretanja trenutno je u vršnom periodu nivo usluge E.

Na osnovu analize ukupnih troškova može se zaključiti da troškovi Varijante 1 u trenutnom stanju iznose 21,379eur i prognozirano 34,143 eur i troškovi Varijante 3 u trenutnom stanju iznose 28,949 eur i prognozirano 71,617 eur ove dve varijante daju najbolje, rezultate u pogledu potrošnje goriva, što znači da Varijanta 2 neće uzimati u obzir kao rešenja za dati problem. Treba napomenuti da ćemo u Varijanti 2 imati i troškove održavanja rada svetlosne signalizacije. Ovi troškovi nisu razmatrani u radu ali i oni predstavljaju dodatnu stavku troškova.

Ukupni troškovi Varijante 1 su zanemarljivo manji od troškova Varijante 3, s obzirom na to da je nivo usluge u Varijanti 3 i u postojećem i u prognozirano stanju znatno bolji od Varijante 1.

Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da je optimalno i najracionalnije usvojiti Varijantu 3. Tj, rekonstrukciju postojeće četvorokrake raskrsnice i gradnju kružne raskrsnice.

8. LITERATURA

- [1] Mitić, D., dr Vukanović S., Kružne raskrsnice, Saobraćajni fakultet, Beograd 1994.
- [2] Pravilnik o saobraćajnoj signalizaciji („Službeni glasnik RS”, broj 85/17)

Kratka biografija:



Đorđe Timotić rođen je u Šapcu 1995. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćajnog inženjerstva odbranio je 2019.god. kontakt: timotic18@gmail.com



Nenad Ruškić rođen je u Tuzli 1980. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2013. godine

**UPOREDNA ANALIZA TRANSPORTNE PONUDE I TRANSPORTNIH ZAHOTJEVA
JAVNOG PREVOZA PUTNIKA U VEĆIM GRADOVIMA SRBIJE****COMPARATIVE ANALYSIS OF TRANSPORT OFFER AND TRANSPORT DEMANDS
IN PUBLIC PASSENGER TRANSPORT SYSTEM IN MAJOR CITIES OF SERBIA**

Milijana Lazarević, Pavle Pitka, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ I TRANSPORT

Kratak sadržaj - U ovom radu izvršena je uporedna analiza sistema javnog prevoza putnika u Novom Sadu, Nišu i Kragujevcu. Analizirana je transportna ponuda i transportni zahtjevi JGPP-a u sva tri grada. Ukazano je na određene nedostatke i predložene su mjere za poboljšanje i unapređenje sistema javnog prevoza putnika u analiziranim gradovima.

Ključne riječi: Javni prevoz putnika, mreža linija, broj prevezenih putnika, interval sleđenja

Abstract – In this paper comparative analysis of public passenger transport system in Novi Sad, Niš and Kragujevac were made. Point of analysis were transport offers, transport demands of public passenger transport system in all three cities. Several disadvantages were pointed out and several measures were suggested how to improve public passenger transport system in all analyzed cities.

Keywords: Public passenger transport, line network, number of passengers, headway

1. UVOD

Javni prevoz je zajednički prevoz putnika, odnosno usluga koja je dostupna svima pod jednakim uslovima, za razliku od privatnog transporta, kao što su taksi, minibus ili privatni autobusi. Javni linijski prevoz putnika obavlja se na stalnim linijama (svakodnevno), sezonskim linijama (školska, izletnička), vanrednim linijama (za vrijeme sajмова i manifestacija).

Funkcija sistema JGPP-a jeste pružanje usluga prevoza na određenom području. Razvijen JGPP-a podstiče društveno-ekonomski razvoj gradova i opština [1], ali bi istovremeno trebao dovesti do smanjenja ugrožavanja okoline bukom i zagađivanjem, povećanja mobilnosti stanovništva i ekonomskih iskorišćenja materijalnih resursa.

Predmet rada je uporedna analiza javnog gradskog prevoza putnika u gradovima Novi Sad, Niš i Kragujevac. Cilj rada je da se kroz upoređivanje transportne ponude i transportnih zahtjeva ukaže na prednosti i nedostatke sistema javnog gradskog prevoza putnika u navedenim gradovima, kako bi se predložile i sprovele mjere za unapređenje i poboljšanje tih sistema.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Pavle Pitka, docent.

**2. SOCIO-EKONOMSKE I PROSTORNE
KARAKTERISTIKE**

Novi Sad je, poslije Beograda, drugi grad u Srbiji po broju stanovnika. Na području Novog Sada (uključujući i prigradska naselja) broj stanovnika je 2011. godine iznosio 341.228. Grad se nalazi 80 km sjeverozapadno od Beograda i Međunarodnog aerodroma "Nikola Tesla" i 346 km južno od Budimpešte auto-putem E-75. Svakodnevne željezničke i autobuske linije za Beč, Prag, Budimpeštu, Kijev i Moskvu povezuju Novi Sad sa evropskim gradovima.

U Nišu je, prema popisu iz 2011. godine, živjelo 260.237 stanovnika, dok je u samom naseljenom mjestu živjelo 183.164 stanovnika, pa je po broju stanovnika Niš treći grad po veličini u Srbiji (poslije Beograda i Novog Sada). Grad Niš zauzima površinu od oko 596,73 km², uključujući Nišku Banju i 68 prigradskih naselja. Na području grada ukršta se više vrsta saobraćajnih puteva: koridor auto-puta, željezničke pruge, aerodrom i planirane pruge za velike brzine, željezničko čvorište.

Kragujevac je četvrti grad po veličini u Srbiji i sjedište je Šumadijskog okruga, a nalazi se oko 120 km južno od Beograda. Na području grada je, prema popisu iz 2011. godine, živjelo 179.439 stanovnika, a u samom naseljenom mjestu živjelo je 150.835 stanovnika. Kragujevac je značajan privredni, kulturni, obrazovni i zdravstveni centar Šumadije, Pomoravlja i susjednih regiona.

Povoljnost saobraćajno-geografskog položaja grada umnogome je doprinijela razvoju saobraćaja.

**3. UPOREDNA ANALIZA TRANSPORTNE
PONUDE**

Kako bi se postigao željeni kvalitet usluge, projektovanjem mreže linija i reda vožnje neophodno je da transportna ponuda pruži adekvatan odgovor na transportne zahtjeve koji se postavljaju pred sistem javnog gradskog prevoza putnika.

3.1. Mreža linija

Mrežu gradskih linija u Novom Sadu čini 18 linija ukupne dužine 170,8 km sa po 17 stajališta u oba smjera, u Nišu 13 linija ukupne dužine 131,1 km sa po 22 stajališta u oba smjera, a u Kragujevcu 23 linije ukupne dužine 325,60 km sa po 28 stajališta u oba smjera, što se detaljnije vidi u tabeli 1.

Tabela 1. Osnovni statistički elementi gradskih linija u analiziranim gradovima

Naziv grada	Broj linija	Dužina linije [km]		Broj stajališta	
		Smjer A	Smjer B	Smjer A	Smjer B
Novi Sad	18	170,09	171,47	384	383
Niš	13	131,06	129,57	292	285
Kragujevac	23	325,60	277,15	650	542

Na osnovu navedenih podataka može se zaključiti da grad Kragujevac, u odnosu na Novi Sad i Niš, ima najveći broj linija, najdužu mrežu linija, a samim tim i najveći broj stajališta.

3.2. Intervali slijeđenja

Projektovani intervali slijeđenja u vršnim periodima se nalaze u granicama od 8 do 35 minuta u Novom Sadu. Najmanji intervali su na liniji 2 Centar- Novo Naselje i liniji 8 Novo Naselje-Centar Liman I (8 minuta). Najveći interval u vršnom periodu iznosi 35 minuta na liniji 17 Big Centar-Centar-Željeznika stanica-Big Centar. U vanršnom periodu na većini linija projektovani intervali slijeđenja su veći u odnosu na vršni period, osim na liniji 17 Big Centar-Centar-Željeznika stanica-Big Centar, gdje su projektovani intervali slijeđenja isti za oba navedena perioda. Linije 10, 15,16 i 18 su linije koje ne rade sa intervalnim polascima, intervali su i po 3-4 sata [2].

U Nišu, projektovani intervali slijeđenja u vršnim periodima se nalaze u granicama od 6 minuta do 60 minuta. Najmanji intervali su na liniji 2 Bujanj - Donja Vrežina (6 minuta) i liniji 6 Železnička stanica - Duvanište – Skopska (7 minuta). Najveći interval u vršnom periodu iznosi 60 minuta i projektovan je na devijaciji linije 7, koja nosi oznaku 7L (Trg Pavla Stojkovića – Medoševac). U vanršnom periodu na većini linija projektovani intervali slijeđenja su veći u odnosu na vršni period, osim na liniji 7 Sarajevska - Kalač brdo, liniji 34 Aerodrom - AS - Ž. stanica i liniji 12 Njegoševa - Donji Komren, gdje su projektovani intervali slijeđenja isti za oba navedena perioda [3].

U Kragujevcu, projektovani intervali slijeđenja se nalaze u granicama od 20 minuta do 120 minuta. Najmanji intervali su na liniji 3 (Vodovod) Bresnica - Denino Brdo i liniji 11 Hotel - Stanovo – Pijac i liniji 19 Denino Brdo - Centar - Denino Brdo (20 minuta). Najveći interval iznosi 120 minuta i projektovan je na liniji 9 [4].

3.3. Broj vozila

Broj vozila na radu najveći je u Novom Sadu i iznosi 100 vozila, u Nišu je za javni prevoz angažovano 78 vozila, dok u Kragujevcu samo 47 vozila.

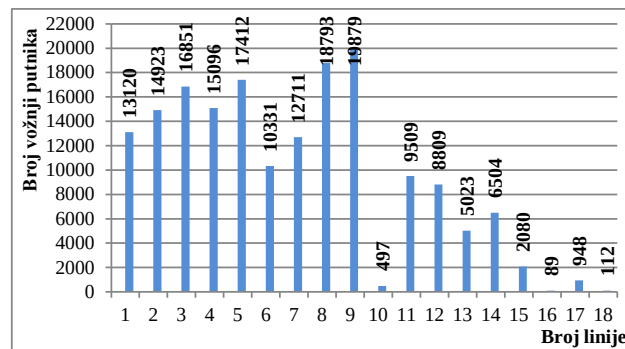
4. UPOREDNA ANALIZA TRANSPORTNIH ZAHTEJEVA

Transportni zahtjevi su promjenljivi u prostoru i vremenu. Promjene u gradskoj strukturi kao što je izgradnja stambenih, poslovnih i drugih zona i zgrada ili njihove rekonstrukcije, dovode do promjene lokacije izvorišta i ciljeva putovanja na urbanom području, pa se zbog toga mijenjaju i karakteristike putničkih tokova i njihove mjerodavne vrijednosti. Svaka takva promjena u gradskoj

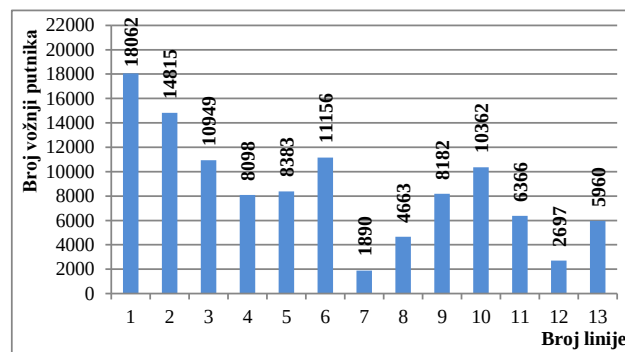
strukturi iziskuje istraživanja na linijama JGPP-a, u čijem je gravitacionom području nastala promjena.

4.1. Broj prevezenih putnika po linijama

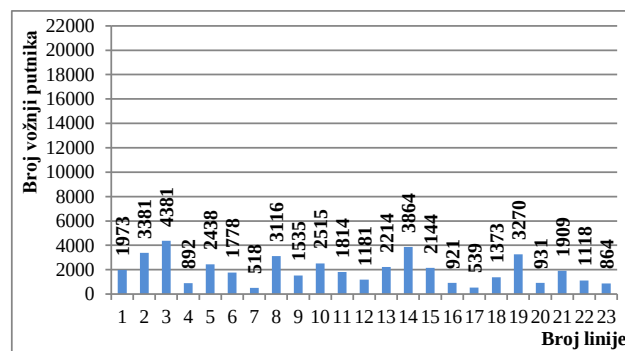
Brojanjem putnika u sistemu javnog prevoza utvrđeno je da je na gradskim linijama realizovano ukupno 172.687 vožnji putnika u Novom Sadu, 111.583 vožnje u Nišu, a u Kragujevcu 44.669 vožnji. Na slikama 1., 2. i 3. dat je prikaz broja prevezenih putnika na gradskim linijama u analiziranim gradovima.



Slika 1. Broj vožnji putnika na gradskim linijama u Novom Sadu [2]



Slika 2. Broj vožnji putnika na gradskim linijama Nišu [3]



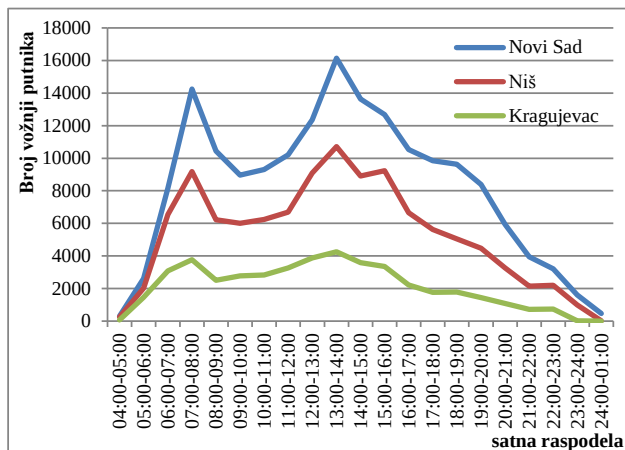
Slika 3. Broj vožnji putnika na gradskim linijama u Kragujevcu [4]

4.2. Broj prevezenih putnika po časovima u toku dana

Časovna raspodela broja prevezenih putnika u toku dana za predmetne gradove je prikazana na slici 4. Na osnovu analize dobijenih rezultata, zaključuje se da se prijedpodnevni vršni sat u svim analiziranim gradovima javio u periodu između 07:00 i 08:00 časova, dok se poslijepodnevni vršni sat javio u periodu između 13:00 i 14:00.

U prijedpodnevnom vršnom satu zahtjev za prevozom na gradskim linijama u Novom Sadu iznosi 14.251 putovanje, u Nišu i 9.180 putovanja, a u Kragujevcu 3.764 putovanja.

U poslijepodnevnom vršnom satu zahtjev za prevozom na gradskim linijama u Novom Sadu iznosi 16.130 putovanja, u Nišu i 10.708 putovanja, a u Kragujevcu 4.255 putovanja.



Slika 4. Časovna raspodjela broja vožnji putnika po časovima u toku dana – gradske linije u Novom Sadu, Nišu i Kragujevcu

Prijepodnevni vršni sat čini 8,25% svih dnevnih putovanja u Novom Sadu, 8,27% u Nišu, 8,43% u Kragujevcu. Poslijepodnevni vršni sat čini 9,34% svih dnevnih putovanja u Novom Sadu, 9,60% u Nišu, 9,5 % u Kragujevcu.

4.3. Promjena transportnih zahtjeva

Prema rezultatima iz 2010. godine u sistemu JGPP-a u Novom Sadu je realizovano 181.405 putnik vožnji u toku jednog dana. Sistematskim brojanjem putnika iz 2000. godine na gradskoj mreži linija zabilježeno je 223.721 vožnji putnika. Imajući u vidu ove podatke zaključuje se da je broj putnik vožnji na gradskim linijama u 2010. godini smanjen u odnosu na 2000. godinu za 19%.

Analizom podataka dobijenih sistematskim brojanjem putnika 2017. godine utvđen je ukupan broj prevezenih putnika na gradskim linijama koji iznosi 172.687 putnika, dok rezultati iz 2010. godine pokazuju da je u sistemu JGPP-a realizovano 181.405 putnik vožnji u toku jednog dana. Imajući u vidu ove podatke zaključuje se da je broj putnik vožnji na gradskim linijama u 2017. godini smanjen u odnosu na 2010. godinu za 5%.

Na osnovu gore navedenog, može se zaključiti da je ukupan broj prevezenih putnika na gradskim linijama u Novom Sadu, u periodu od 2000. do 2017. godine, opao za čak 23% [2].

Analizom rezultata, dobijenih sistematskim brojanjem putnika sprovedenim 2006. i 2018. godine, zaključuje se da je broj prevezenih putnika na gradskim linijama u Nišu iznosio 111.476 putnika/dan, odnosno 111.583 putnika/dan, posmatrano respektivno. Analiza podataka pokazuje da su ukupni transportni zahtjevi na gradskim linijama u Nišu u 2018. godini ostali nepromjenjeni u odnosu na 2006. godinu [3].

Prema rezultatima iz 2017. godine u sistemu JGPP-a u Kragujevcu je realizovano 44.669 putnik vožnji u toku jednog dana.

Sistematskim brojanjem putnika iz 2002. godine u sistemu JGPP-a u Kragujevcu na gradskoj mreži linija zabilježeno je 39.224 vožnji putnika. Imajući u vidu ove podatke zaključuje se da je broj putnik vožnji na gradskim linijama u 2017. godini povećan u odnosu na 2002. godinu za 14% [4].

5. ZAKLJUČAK

Na osnovu izvršenih brojanja putnika u sistemima javnog gradskog prevoza putnika u Novom Sadu, Nišu i Kragujevcu izvršena je uporedna analiza transportnih zahtjeva i transportne ponude. Veličine transportnih zahtjeva putnika su u skladu sa brojem stanovnika u analiziranim gradovima.

Na osnovu podataka iz ranijih istraživanja (2000., 2002., 2006. i 2010. godine), broj prevezenih putnika u toku jednog radnog dana u Kragujevcu je povećan, u Nišu stagnira, dok je u Novom Sadu značajno smanjen. Za razliku od Novog Sada, prije oko 15 godina, Niš i Kragujevac su zamijenili regulisani način organizacije modernijim skandinavskim. Na osnovu prethodno navedenog, zaključuje se da način organizacije i upravljanja sistemom na strateškom nivou može biti jedan od razloga drastičnog smanjenja broja putnika u javnom gradskom prevozu putnika u Novom Sadu.

Ključni trendovi u oblasti javnog prevoza danas podrazumjevaju obavezu i brigu lokalnih zajednica za obezbjeđenje mobilnosti stanovnika uz ograničeno korišćenje putničkih automobila saglasno strategiji “održivog razvoja” i “kvaliteta života” [1].

Rješenje za evidentu krizu u oblasti javnog gradskog prevoza putnika u Srbiji treba tražiti u sistemskom pristupu na strateškom nivou koji bi obuhvatio: otvaranje tržišta usluga za sve prevoznike i sve vrste vlasništva; razvoj intermodalnog prevoza; punu integraciju transportnih mreža; tarifnu integraciju i informacionu integraciju; potrebu za povećanjem proizvodne efikasnosti i smanjenjem troškova poslovanja prevoznika; pritisak građana na organe lokalne samouprave da se realizuje viši nivo kvaliteta uz prihvatljivu cijenu usluga javnog prevoza.

6. LITERATURA

- [1] R. Banković, „Organizacija i tehnologija javnog gradskog putničkog prevoza“, Beograd, Saobraćajni fakultet, 1994.
- [2] Fakultet tehničkih nauka, „Smart plan – prikupljanje podataka “prva faza” – Istraživanje u javnom gradskom prevozu putnika“, Novi Sad 2017.
- [3] Fakultet tehničkih nauka, „Студија јавног градског и приградског превоза путника на територију града Нису“, Novi Sad 2019.
- [4] Saobraćajni fakultet, „Студија јавног градског и приградског превоза путника на територији града Кragујевца“, Beograd 2017.

Kratka biografija:



Milijana Lazarević, rođena je u Bijeljini 1993. godine. Gimnaziju „Filip Višnjić“ završila je 2012. godine. Osnovne diplomske studije iz oblasti Saobraćaja i transporta završila je 2016. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu.
kontakt: milijanal351@gmail.com



Dr. Pavle Pitka rođen je u Šašincima 1983. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2016. god., a od 2017. je zvanju docent. Oblast interesovanja su sistemi javnog prevoza.

PRIMENA SOFTVERA QGIS I PROGRAMSKOG JEZIKA PYTHON U ANALIZI PODATAKA**USE OF QGIS AND PYTHON FOR DATA ANALYSIS**Milena Ninović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – SAOBRAĆAJ**

Kratak sadržaj – Zadatak ovog istraživanja jeste da se za indikator Bruto domaćeg proizvoda (BDP) utvrdi vrednost korelacije sa drugim indikatorima i da se na taj način odredi koji od njih, i uolikoj meri, utiču na porast ili smanjenje BDP-a. Za analizu korelacije BDP-a i sedam indikatora korišćen je program napisan u programskom jeziku „Python“. Osim toga, program je grupisao u CSV fajlove vrednosti za sve indikatore po godinama. Za indikator BDP-a, učitani su CSV fajlovi u programu QGIS, u kojem je prikazano kretanja BDP-a na mapi za sve zemlje Evrope tokom deset godina. Zaključeno je da indikatori „Ruralno“ i „Urbano stanovništvo“ imaju najznačajniji uticaj na BDP. Pokazano je da se pomoću ova dva programa može vršiti analiza velikog broja indikatora.

Ključne reči: Python, QGIS, Korelaciona analiza

Abstract – Python application was used for Gross Domestic Product (GDP) to indicator coorolation calculation. Python application also stored coorelation calculations to CSV files, having data values groped by year. GDP data was loaded in to QGIS from CSV files, which were than shown on Europe map for a span of ten year period. It was concluded that „Rurhal“ and „Urban Population“ have greatest impact on GDP. It was also shown how we can use software in order to analyse big data problems.

Keywords: Python, QGIS, correlation analysis

1. UVOD

Ovo istraživanje bavi se veoma aktuelnom i kompleksnom problematikom analize i prezentacije podataka putem različitih programa. U ovom radu dat je primer kako se od velike količine podataka može izdvojiti samo izvestan broj koji se u ovom slučaju tiče vrednosti za osam indikatora, za deset godina i za zemlje Evrope. Potom se za željene indikatore može izračunati korelaciona analiza, takođe putem programa.

Nakon toga, dat je jednostavan prikaz kako se softver QGIS može iskoristiti za upotpunjivanje ove analize, ili prosto za vizuelizaciju kretanja nekih indikatora.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Dragana Šarac, vanr.prof.

2. PRIMENA PROGRAMSKOG JEZIKA PYTHON

Za potrebe ovog istraživanja prvobitno je bilo potrebno pribaviti neophodnu listu (bazu) podataka, a nakon toga, izvršiti njenu obradu programom napisanom u programskom jeziku „Python“. Podaci potrebni za analizu dobijeni su na sajtu: <https://www.kaggle.com/>, pod nazivom „World development indicator“.

„Python“ je interpretirani, objektno orijentisani jezik visokog nivoa, namenjen za pravljenje svih vrsta aplikacija – od inženjerskih i naučnih, do poslovnih i veb primena. Pravila jezika su jednostavna, a izvorni kod je često dosta kraći nego u slučaju Java ili C/C++ ekvivalenta [1].

Obrada je podrazumevala selekciju podataka za evropske države, ali i godine bitne za posmatranje i analizu. Podaci od interesa za ovo istraživanje tiču se vrednosti sedam indikatora o kojima će biti više reči u poglavlju 4. Za ovih sedam indikatora potrebno je izdvojiti vrednosti za evropske zemlje, od 2004. do 2013. godine. Ove godine su odabrane za analizu iz razloga što su u datoj listi podataka ponuđene vrednosti za brojne indikatore od 1960. do 2014. godine, s tim da za 2014. godinu nema podataka za veliki broj zemalja, te je pomenuti opseg od deset godina izabran kao najinteresantniji za analizu.

Koraci neophodni za manipulaciju potrebnim podacima biće prikazani u pseudo kodu. Koraci su sledeći:

Učitavanje biblioteka i podataka po državama

Da bi program uopšte mogao da radi, potrebno je učitati određene biblioteke. Ove biblioteke u sebi sadrže funkcije koje se pozivaju unutar koda. Učitavanje biblioteka se obavlja na sledeći način:

```
import naziv_biblioteke
import naziv_biblioteke as nb
```

Pozivanje samo jedne funkcije unutar neke biblioteke vrši se na sledeći način:

```
from naziv_biblioteke import funkcija1
```

Učitavanje podataka u CSV (Comma Separated Values) formatu izvršava se na sledeći način:

```
import csv
read_csv('./Naziv_fajla.csv')
```

CSV format je standardni format koji sadrži tabularne podatke u obliku teksta. Pogodan je za prenošenje podataka iz jedne aplikacije u drugu. Učitavanje CSV fajla je neophodno da bi se izgradio „Pandas DataFrame“ koji sadrži potrebne podatke. DataFrame predstavlja formatiranu matricu unutar koje se smeštaju podaci. DataFrame-ovi sadrže ključ u vidu ID rednog broja i nalaze se u bezimenoj koloni koja je na nultom mestu [2].

Učitavanje podataka za indikatore

Nakon prethodno izvršenih koraka, kao naredni, potrebno je izvršiti učitavanje podataka za indikatore za koje se vrši analiza. Učitavanje podataka obavlja funkcija pod nazivom „ucitavanjepod“. Primer poziva ove funkcije dat je u nastavku:

```
noviDataFrame =  
ucitavanjepod('Naziv_indikatora')
```

Funkcija „ucitavanjepod“ pravi masku po filtru imena indikatora. Maska predstavlja listu koja unutar sebe sadrži vrednosti „True“ ili „False“ za dati uslov u „str.contains“ funkciji. Funkcija „str.contains“ proverava da li je svaki od podataka iz DataFrame-a jednak stringu „Naziv Indikatora“. Maska se definiše na sledeći način:

```
mask=data['Naziv_indikatora'].str.contains  
(indicator)
```

Na osnovu maske, pravi se novi DataFrame pod nazivom „df“ koji sadrži samo tačne vrednosti iz maske:

```
df=data[mask]
```

Pored maske, potrebno je definisati i filtre koji će izdvajati vrednosti iz „df-a“, a gde će te vrednosti biti izdvojene za sledeće uslove:

- da se nalaze u listi evropskih država,
- da pripadaju određenim godinama.

Ovi uslovi, odnosno filteri, se definišu na sledeći način:

```
filtergodina = df['Year'] > 2003  
filtergodina = df['Year'] < 2014  
filtereu = df2['CountryCode'].isin(eu)
```

Na osnovu ovih komandi, podaci koji će se isfiltrirati važiće za vrednosti evropskih zemalja, za period od 2004. do 2013. godine.

Nakon ovoga, formira se novi DataFrame pod nazivom „df3“ unutar kojeg se nalaze isfiltrirane vrednosti. Ovo se vrši na sledeći način:

```
df3 = df2[filtergodina & filtereu]
```

Potom je potrebno napraviti novi DataFrame pod nazivom „dfnew“ koji unutar sebe poseduje tri kolone pod nazivom „CountryCode“, „Year“, „Value“ u koje će se smeštati neophodni podaci koji su prethodno isfiltrirani. Ova naredba se vrši sledećim ispisom:

```
Dfnew =  
df3[['CountryCode', 'Year', 'Value']]
```

Pozivanjem funkcije „ucitavanjepod“, linija koda `return dfnew` vraća korisniku izmaskirani, isfiltrirani DataFrame, sa potrebnim kolonama. Za svaki indikator, ova funkcija se poziva posebno.

Skaliranje podataka

Za analizu ovog rada potrebno je posmatrati promene vrednosti nekog indikatora za svaku državu posebno, a kada bi se posmatrale sve države istovremeno, sa neskalinim podacima, države sa visokim vrednostima nekog indikatora, u odnosu na one države koje takve vrednosti nemaju, uticale bi značajno više na ukupan rezultat, pa prezentacija takvih vrednosti ne bi bila u potpunosti realna.

Za indikatore za koje je skaliranje podataka potrebno, poziva se unapred definisana funkcija „scale“ na sledeći način:

```
indikator_scale = scale(indicator)
```

Funkcija „scale“ izdvaja podatke po indikatoru, po državama, i za svaku dobijenu listu podataka pronade najveći član, a zatim sve elemente liste podeli najvećim članom. Novodobijene vrednosti vraća u prvobitni DataFrame.

Računanje korelacije i crtanje grafika

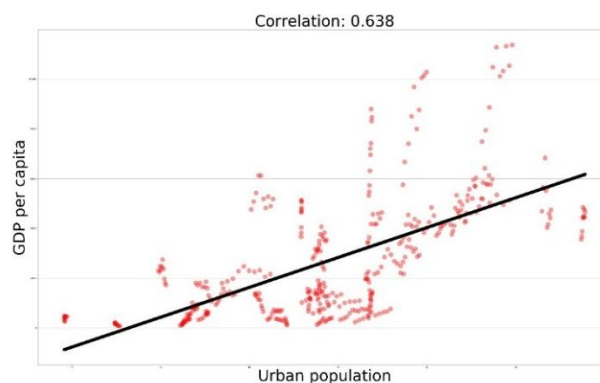
Računanje korelacije se vrši pomoću funkcije „corrcoef“ na sledeći način:

```
coef_korelacije =  
np.corrcoef(indikator1, indikator2)
```

Crtaње grafika vrši se pomoću funkcije „axis.scatter“. Poziv funkcije dat je u nastavku:

```
axis.scatter(indikator1, indikator2,  
color='Red', s = 450, alpha = 0.4)
```

Ova funkcija crta parove vrednosti za dva indikatora. Promenom parametara unutar zagrada se može uticati na izgled samog grafika. Primer grafika dat je na slici 1. Više reči o samom pojmu korelacije biće u poglavlju 4.



Slika 1. Primer dobijenog grafika korelacije

Linija regresije se računa pozivom funkcija „np.polyfit“ i „np.poly1d“. Ova linija se crta pomoću funkcije „plot“. Poziv funkcije dat je u nastavku:

```
zz = np.polyfit(list_urban, list_int, 1)  
pp = np.poly1d(zz)
```

3. PRIMENA SOFTVERA QGIS

Dovoljna je pomisao o tome koliko je samo vremena potrebno da se za neku lokaciju na karti pronađu i izdvoje svi podaci, da se svrstaju u razne tabele, da se potom povežu, usklade i, konačno, analiziraju. Zbog zadovoljavanja ovakvih potreba pogodno je formirati informacione sisteme koji će imati podatke o prostoru, koji će pratiti određena stanja prostora i koji će pomagati pri kontroli i upravljanju prostorom.

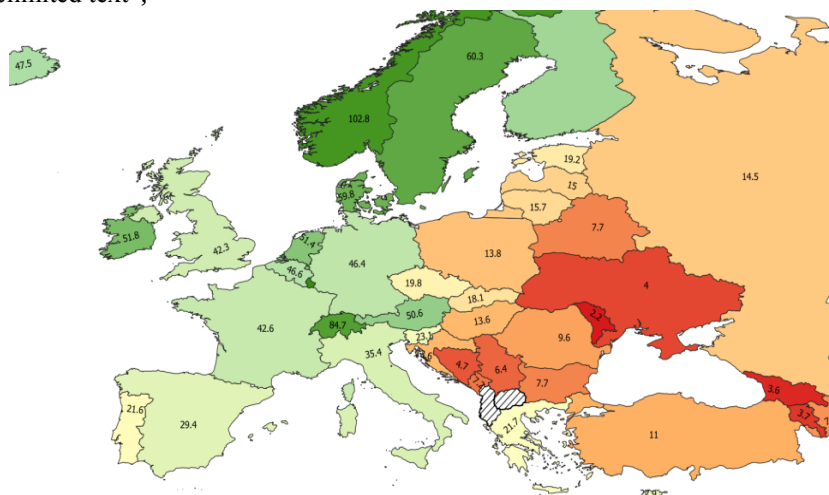
Da bi se formirao takav sistem, neophodno je da se obezbede kvalitetni kadrovi, računarska infrastruktura, podaci i odgovarajuće baze podataka. Sve ovo se može nazvati jednim imenom – Geografski informacioni sistem (GIS) [3].

Quantum GIS (QGIS) je besplatna aplikacija za GIS, za desktop platformu sa otvorenim kodom (eng. *open-source*) koja omogućava pregled, uređivanje i analizu geoprostornih podataka. QGIS funkcioniše kao softver za GIS, omogućavajući korisnicima da analiziraju i uređuju prostorne informacije, pored sastavljanja i eksporta grafičkih mapa [4].

Za prikaz kretanja vrednosti BDP-a tokom deset godina, za države Evrope, bilo je potrebno pribaviti određene karte sa kojima se može manipulirati u softveru QGIS. Kako se na sajtu „Poljoprivrednog fakulteta“ u Novom Sadu, na „Odseku za Geografske informacione sisteme“ nude određene, već gotove mape, jedna od tih mapa sveta iskorišćena je u svrhe ovog istraživanja. S obzirom na to da je predmet ovog istraživanja prikaz vrednosti BDP-a za države Evrope, potrebno je izvršiti uklanjanje svih ostalih zemalja iz atributne tabele. Tako „prečišćena“ mapa pogodna je za dalju manipulaciju i analizu. Njoj će biti pridružen CSV fajl koji će sadržati podatke u vidu vrednosti BDP-a.

Da bi se postiglo prikazivanje vrednosti BDP-a tokom deset godina, mora postojati deset različitih mapa sa mogućnošću da se one prikazuju pojedinačno. Svakoj mapi biće pridružen CSV fajl koji sadrži vrednosti za određenu godinu. Način na koji se dobijaju pomenute vrednosti, dat je u poglavlju 2. Da bi CSV fajl mogao da bude priključen QGIS-u, i da bi se ostvario odgovarajući prikaz mape koja je pogodna za dalju analizu, potrebno je izvršiti sledeće funkcije:

1. Dodati novi sloj sa tekstualnim podacima pomoću opcije „Add Delimited text“;



Slika 2. Prikaz vrednosti BDP-a za 2013. godinu za zemlje Evrope u QGIS-u

4. ANALIZA KORELACIJE

Korelaciona analiza ima za cilj da prikaže povezanost između promenljivih vrednosti, odnosno, da li postoji zavisnost među odabranim indikatorima. Vrednost korelacije utvrđuje se merenjem koeficijenta korelacije koji predstavlja numeričku vrednost kojom se označava stepen povezanosti između dve promenljive pojave. Ova vrednost se kreće od -1 do +1[5].

Identifikacija i analiza indikatora predstavlja važnu fazu u ovom radu. Cilj je da se utvrdi da li postoji visoka korelacija između pojedinih indikatora i BDP-a, odnosno

2. Nov sloj pripojiti karti na kojoj će se prikazivati vrednosti BDP-a. Podaci iz CSV fajlova (koji se „ubacuju“ u softver QGIS) bivaju pridruženi već postojećoj atributnoj tabeli koja sadrži indekse i nazive zemalja;
3. Izvršiti podešavanja prikaza vrednosti BDP-a, kao i podešavanja obojenosti država na osnovu ovih vrednosti.

Odabirom funkcije za prikaz statistike, koja je zapravo vrednost BDP-a po zemljama, dobija se mogućnost rangiranja vrednosti ovog indikatora. U skladu sa tim, vrednosti se rangiraju od najmanje ka najvećoj, gde su zemlje sa najmanjim vrednostima obojene najtamnijom nijansom crvene boje, a zemlje sa najvećim vrednostima su prekrivene najtamnijom nijansom zelene boje.

Dakle, što je nijansa crvene tamnija, to je vrednost BDP-a manja, a što je vrednost BDP-a veća, to je nijansa zelene tamnija. Zemlje za koje ne postoje podaci u atributnoj tabeli su išrafirane, a to su u ovom slučaju Albanija i Makedonija.

Zahvaljujući prethodno izvršenim podešavanjima, kao rezultat, moguće je pratiti kretanje BDP-a po evropskim zemljama, pojedinačno, od 2004. do 2013. godine (na slici2 je dat primer za 2013. godinu).

Tako se postiže uporedni prikaz i analiza podataka od interesa. Ovim pristupom može se omogućiti prikaz i drugih indikatora, ne samo BDP-a, ukoliko bi tako nešto bilo potrebno.

da se utvrdi koji indikatori i u kolikoj meri utiču na porast ili smanjenje BDP-a. Za indikatore koji nisu srodni, ili nemaju logički međusobni uticaj, nije utvrđena korelacija. Predmet istraživanja su vrednosti indikatora merene u periodu od 2004. do 2013. godine. Rezultati analize korelacije su predstavljeni kombinacijom grafičkog prikaza i numeričke vrednosti i obračunati su pomoću funkcija napisanih u programskom jeziku Python. Prikaz jednog od sedam grafika dat je na slici broj 1.

U skladu sa prethodno navedenim, može se izvršiti tumačenje dobijenih korelacija između različitih

indikatora. U tabeli 1. prikazani su parovi indikatora sa vrednostima njihove korelacije.

Tabela 1. Skala korelacije za parove indikatora

Indikator Prvi	Indikator Drugi	Vrednost Korelacije	Skala Korelacije
GDP per capita	Population, total	-0,232	zanemarljiva
GDP per capita	Urban population	0,638	srednja pozitivna
GDP per capita	Rural population	-0,638	srednja negativna
GDP per capita	Trade	0,327	slaba pozitivna
GDP per capita	Industry	-0,241	zanemarljiva
GDP per capita	Services	0,475	slaba pozitivna
GDP per capita	Labor force participation rate for ages 15-24	0,57	slaba pozitivna

5. ZAKLJUČAK

Analizom indikatora BDP-a, koji je jedan od pokazatelja životnog standarda, može se zaključiti kakva je razvijenost jedne zemlje i regiona. Iz tog razloga je baš ovaj indikator uzet kao primer za analizu u ovom istraživanju. Što se tiče Srbije, u posmatranom periodu od 2004. do 2013. godine, najveći BDP je imala tokom 2008. godine, što se može videti u dobijenim mapama u QGIS-u

Korelaciona analiza različitih indikatora pruža mogućnost da se utvrdi njihova veza sa rastom ili padom BDP-a. Radom programa napisanog u programskom jeziku Python utvrđeno je da indikatori „Ruralno“ i „Urbano stanovništvo“ imaju najznačajniji uticaj na BDP. Uopšteno, ukoliko postoji značajna korelacija nekih indikatora, može se izvršiti dalja analiza, tako što će se izmeriti korelacija sa nekim drugim indikatorima.

Uticajem i investiranjem u određeni indikator, indirektno se poboljšavaju vrednosti drugih indikatora koji su visoko i pozitivno korelisani sa tim indikatorom. Ograničenje ovog rada je to što su uzeti samo neki od indikatora, kao primer kako je moguće izvršiti ovakvu analizu. Rezultati ne moraju biti pogrešni zbog ovog ograničenja, već ne prikazuju međuzavisnost svih indikatora.

Rezultat ovog istraživanja pokazao je da se velike liste podataka relativno brzo i jednostavno mogu prilagoditi za korišćenje. Istovremeno, pokazana je prednost upotrebe programskih jezika u analizi podataka i njihovoj prezentaciji.

Programom QGIS postiže se bolje vizuelno sagledavanje statistike kretanja BDP-a, po godinama, sloj po sloj. Iako je u ovom radu, upravo na ovaj način, analiziran uticaj sedam indikatora na porast ili smanjenje BDP-a, ovakav pristup se može iskoristiti i u mnogim drugim slučajevima, kako za „čišćenje“ podataka, analizu korelacije, tako i za prikazivanje raznih indikatora i podataka putem karte.

6. LITERATURA

- [1] M. Kovačević, „Osnove programiranja u Pajtonu“, Univerzitet u Beogradu – Građevinski fakultet, Beograd, Akademska misao, Beograd, 2017.
- [2] Z. Hercigonja, „Vizualizacija postupaka rešavanja programskih zadataka u programskom jeziku Python“, Imbriovec Jalžabetski 45c, 2017.
- [3] Z. Čekerevac, S. Anđelić, S. Glumac, N. Dragović, „Savremene tendencije primene GIS tehnologija“
- [4] QGIS (dostupno na: <https://qgis.org/en/site/>, Pristupano: 18. 08. 2019).
- [5] D. Vuković, „Korelaciona analiza indikatora regionalne konkurentnosti: Primer Republike Srbije“, Ekonomski horizont, Godište XV, Univerzitet u Kragujevcu, Ekonomski fakultet, Kragujevac, Sveska 3, pp. 197-211, 2013.

Kratka biografija:



Milena Ninović rođena je u Valjevu 1995. god. Osnovne akademske studije upisala je 2014. godine i završila 2018. godine na smeru Poštanski saobraćaj i telekomunikacije. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Geografski informacioni sistemi odbranila je 2019.god. kontakt: ninovic95@gmail.com

ODRŽAVANJE GRAFIČKOG SISTEMA KOLBUS KM473**MAINTENANCE OF GRAPHIC SYSTEM KOLBUS KM473**

Radivoj Radojičić, Dragoljub Novaković, Nemanja Kašiković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – Održavanje je ključan faktor svakog proizvodnog procesa. Veoma je važno blagovremeno, strukturno i organizovano isti implementirati u proizvodne sisteme. Cilj ovog rada je da prikaže održavanje u sistemima grafičke industrije kao i pristup i organizovanost menadžmenta u rešavanju problema.

Ključne reči: Održavanje, štamparski sistem, proizvodni sistem

Abstract – Maintenance is a key factor of each manufacturing process. It is very important to be implemented into the manufacturing system timely, structurally and in an organized way. The purpose of this work is to show how the maintenance works in the printing industry, also the approach and management organization in resolving issues.

Keywords: Maintenance, printing system, manufacturing system

1. UVOD

Problemi sa održavanjem oduvek su pratili i opterećivali radni narod od početka primene opreme. Iz iskustva se zna da oprema može da zakaže i isto tako da se pokvare mašine. Ljudi su radili i dalje rade na otklanjanju ovih problema, tako da nije preterivanje ako se kaže da je samo održavanje, istih godina kao čovečanstvo i proizvodne aktivnosti.

Tehnike održavanja su se promenile tokom vremena od popravki (sloma) do prevencije do predviđanja i proaktivnih stalnih poboljšanja. Efektivno održavanje je serija progresivnih koraka da bi se poboljšala operativna efikasnost i ključni korak u ovom procesu je tranzicija pro-aktivnog rada. Kompanije koje optimizuju njihovo održavanje, selektuju i kombinuju tehnike koje odgovaraju potrebama njihove opreme i operacija.

Krećući se ka gore na stepenicama održavanja, zahteva se planski pristup koji spaja prave procedure, alate, trening i poznavanje funkcija i istorije kvarova naših mašina [1].

Reinženjering održavanja, takođe, omogućuje pronalazjenje i uvođenje novih boljih rešenja u svakom proizvodnom procesu grafičke kompanije.

Reinženjering održavanja kao osnovu uzima početni kvalitet procesa održavanja, kvalitet rezervnih delova i materijala, kvalitet aktivnosti održavanja, kao i sam kvalitet obučenosti održavača [2].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dragoljub Novaković, red. prof.

2. RADNI MODEL ODRŽAVANJA

Uprkos mogućim velikim razlikama između štamparskih mašina, mi ih tretiramo sa jedinstvenim pristupom baziranim na njihovim fundamentalnim zajedničkim karakteristikama. Jedan od glavnih razloga za sintezu potiče iz prakse održavanja. Generalno, štamparije obavljaju poslove održavanja sa malim brojem ljudi. Kao posledica toga, postoji mala šansa postići specijalna znanja i podeliti pristup održavanju i praksu. Mašine, koje se razlikuju u strukturi i tehnološkim zadacima, imaju dosta zajedničkih karakteristika sa radne i održavajuće tačke gledišta u slučaju primene u štampariji, koje čine jedinstveni pristup prihvatljivim [3].

Kao posledica toga, razvijen je jednostavan model, slika 1, koji prikazuje generalnu strukturu štamparskih mašina (podele i detalji su uključeni), što je potrebno kako bi se analizirale funkcije održavanja i menadžment održavanja.

Tehnološki elementi modernih štamparskih mašina objedinjuju dve podjednako važne operacije. Glavna operacija, koja obavlja informacione vrste formi na proizvodu, je bazirana na visoko preciznoj prenosnoj operaciji procesnih materijala (najčešće papir).

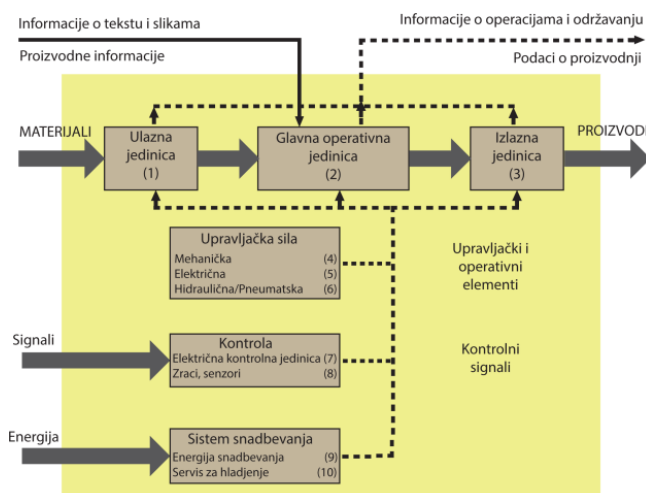
Zbog toga, ulazne i izlazne jedinice su veoma važni elementi štamparskih mašina. Ovi elementi osiguravaju skup sistema mašina. Pored toga, ako bi veći sistemi bili podeljeni na elemente, mi bismo uvek dobili podelu tri, prikazanu u modelu, slika 1. Radne jedinice, menadžment i snabdevanje, postavljaju iste zahteve za tehnološke jedinice što se tiče njihove strukturne forme, kompleksnosti i naročito njihovih zahteva za održavanje [4].

2.1. Produktivno održavanje

Produktivno održavanje opisuje rezultat „Produktivnost“ i dejstvo „Održavanja“. Ovo je fleksibilniji i pragmatičniji pristup na CPO.

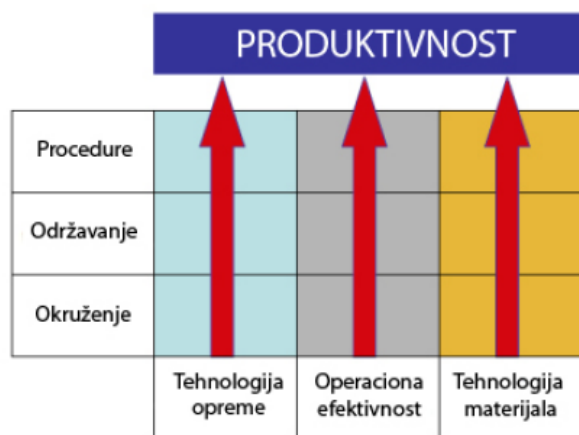
Matrica produktivnog održavanja, slika 2, pokazuje da produktivnost čine tri osnove – Tehnologije opreme i materijala povezani sa operativnom efikasnošću. Nivo produktivnosti je određen koliko efikasno ovi elementi rade zajedno. Svaka osnova uključuje standardne procedure, održavajuće i pitanja zaštite životne sredine. Svi ovi elementi čine proizvodnu strategiju. Loše performanse u jednom od ovih elemenata, održavanju na primer, utiče na celokupne vrednosti.

Matrica predstavlja koristan alat za pregled proizvodnog okruženja kompanija, gde definiše oblasti prednosti i slabosti kompanije. Takođe dopušta efektivnu komunikaciju između zaposlenih i dobavljača kako bi bolje radili zajedno i može se adaptirati na sve veličine kompanije i nivoa složenosti [5].



Slika 1. Model strukture štamparskih mašina [4]

Osnovno je dati prioritet aktivnostima i poboljšati produktivnost korak po korak, i treba preći na sledeću oblast samo ako je obezbeđen uspeh u prethodnoj oblasti.



Slika 2. Matrica produktivnog održavanja [5]

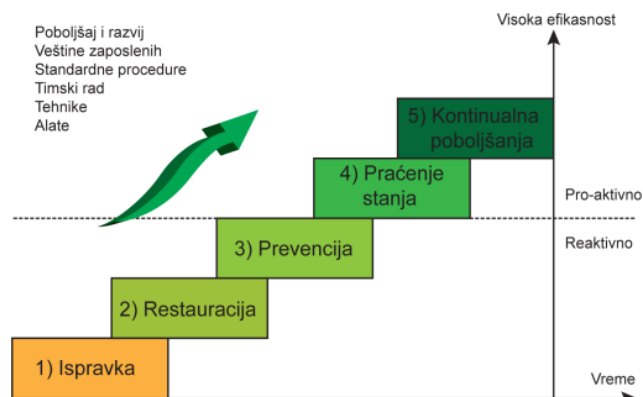
2.2. Strategija održavanja

Osnovna podela održavanja, s obzirom na analizu savremenog pristupa rešavanja problema održavanja, se može predstaviti na sledeći način, slika 3.

Održavanje je serija progresivno organizovanih koraka tokom vremena kako bi se poboljšala proizvodna efikasnost. Ključni korak je prelaz na proaktivni rad.

Korektivno održavanje: Kod korektivnog održavanja dopušta se eksploatacija mehaničkog sistema do pojave otkaza. Ova metoda održavanja ne predviđa prethodne preglede i praćenje sistema, ali je poželjno da se uvek signalizira početna faza otkaza i pristupi njegovom otklanjanju. Korektivno održavanje ima zadatak da tehnički sistem iz stanja "u otkazu" dovede u stanje "u radu" pri čemu se element ili sklop koji je otkazao ili popravljiva ili zamenjuje novim [6].

Veliki nedostatak korektivnog održavanja je naročito izražen u proizvodnim sistemima gde je prisutna veća količina proizvodne opreme, odnosno, tamo gde može doći do preklapanja vremenskih intervala kada je veći broj mašina u otkazu i odnosi se na nemogućnost predviđanja ukupnog broja otkaza, trenutka njihove pojave i vremena trajanja. U takvim uslovima je nemoguće planirati bilo kakve detaljnije aktivnosti u cilju racionalizacije poslova na održavanju.



Slika 3. Osnovna podela održavanja [6]

Sigurnost je najveći prioritet kako bi se sprečile nezgode. Mnoga sredstva na ovom nivou su predodređena za hitne popravke i hronične probleme kako bi štampa nesmetano tekla („Popravi kada se pokvari“).

Obnovljivo održavanje: Povraćaj opreme na njeno prvobitno stanje, kako bi se moglo održavati normalno. Najpre se treba fokusirati na hronične manje kvarove koji zbirno oduzimaju najviše izgubljenog vremena. Iznadni sporadičan kvar sa dugim vremenom zastoja je uglavnom rezultat dotrajalosti tokom vremena. Obnavljanje je glavni način kako bi se ovo izbeglo ili barem smanjilo.

Plansko preventivno održavanje: Određeni krug planskog održavanja koristeći standarde, procedure i izveštavanja kako bi se minimizirale greške. Praćenje otkaza pohabanih delova, sačinjavaje baze podataka o svim popravkama i pravljenja popisa istih. Nezavisni predstavnik je Operatorsko Integrisano Održavanje (OIO). OIO je standardni industrijski pristup kako bi se radnicima dala bolja saznanja za sprečavanje problema da bi bolje razumeli sredstva održavanja. Implementacija zahteva seriju manjih koraka tokom vremena, odgovornost, konstantna poboljšanja i timski rad sa održavanjem i organizovanim osobljem [6].

Osnovni rad podrazumeva: 1. Redovno čišćenje i inspekciju; 2. Redovna podmazivanja i proveru spojeva (čvorova, zavrtnjeva, osigurača itd.); 3. Redovan monitoring stanja opreme; 4. Razumevanje i prihvatanje tačnih održavajućih i operativnih procedura.

Praćenje stanja: Nekoliko komponenti imaju specifičan vek trajanja. Uglavnom postoji dugi period nastanka kvara, pre nego što do istog dođe. Monitoring stanja koristi različite alate za ranije identifikovanje dotrajalosti, kako bi se održavanje iniciralo što pre. Tako da je ta operacija jeftinija, brža i bez neplaniranih proizvodnih zastoja.

Konstantna poboljšanja: Najbolja praksa je raznovrsni krug izračunavanja, razvoja, instrukcija, praćenja, menadžment i poboljšanje. Cilj je fokusirati se na objekte sa najvećom cenom koštanja kako bi se pojednostavili sistemi, povećala efikasnost, omogućila efektivna cena održavanja, široka poudanost i produktivnost opreme. Za svaki problem treba odgovoran pristup kako bi se postavili ciljevi, rad nad dokumentima i rezultati i vodstvo interdisciplinarnog tima.

2.3. Uticaj operatera na održavanje

UOO je standardni industrijski pristup koji operaterima daje bolje razumevanje kako da spreče probleme i oslobode resurse namenjene održavanju. To se koristi od strane mnogih štamparija, čiji operateri su njihov primarni preventivni resurs održavanja [3]. Operateri poznaju svoje mašine bolje nego bilo ko drugi i suštinski cilj UOO je da oni preuzmu „vlasništvo“ pojedinih zadataka održavanja i da ih trenira da tako rade.

Odgovornosti obično uključuju:

- Redovno čišćenje, inspekciju i podmazivanje i detektovanje propadanja ili kvarenja.
- Redovno praćenje stanja opreme.
- Praćenje stanja za detektovanje grešaka što ranije je to moguće.
- Razumevanje i prihvatanje standardnih održavajućih i operativnih procedura.
- Napraviti sitne servisne intervencije za osnovne stvari i asistirati održavajućem osoblju za neke bitnije intervencije.
- Kontinualno poboljšanje se može takođe dodati u najzahtevnija radna okruženja.

Uspešna implementacija zahteva serije koraka tokom vremena, ohrabrujući „posjedovanje“ mašine, delegaciju odgovornosti, prepoznavanje i timski rad sa održavajućim i organizacionim osobljem. Trening je ključan faktor za uspeh.

UOO radnje su napravljene na redovnim planiranim periodima održavanja i manjim zadacima, koji se sprovede kada mašina stane sa radom. UOO povećava veštine operatera kako bi se neke održavajuće odgovornosti prenele na njih. Ovo takođe pored toga omogućava efikasniji rad sa namenskim sredstvima održavanja (interni i eksterni) kada je to neophodno.

2.4. Podmazivanje

Veliki broj mehaničkih sistema i njihovo stalno usavršavanje, zahteva i stalno poboljšavanje kvalitetnog nivoa maziva. Proizvođači opreme postavljaju dodatne zahteve za poboljšanje kvalitetnog nivoa maziva, tako da je stvoreno mnogo varijanti, kako po viskoznim gradacijama tako i po radnim osobinama. To je izazvalo velike teškoće korisnicima prilikom izbora odgovarajućeg maziva, te je rešenje ovog problema nađeno uvođenjem oznaka kako po viskoznosti tako i po kvalitetnom nivou [7].

Pravilno podmazivanje podrazumeva snabdevanje svakog mesta za podmazivanje:

- odgovarajućim mazivom
- određenom količinom maziva
- u određenim intervalima pomoću određenih uređaja

Jedan od najvažnijih uslova za duži vek mehaničkog sistema je korektan izbor odgovarajućeg maziva. Izbor odgovarajućeg maziva podrazumeva dobro poznavanje:

- zahteva proizvođača opreme
- klasifikacija ulja po viskoznosti
- klasifikacija maziva po kvalitetnom nivou

Podmazivanje je najvažniji segment preventivnog održavanja. Za pravilno izvođenje podmazivanja inicijalne smernice se mogu dobiti od proizvođača opreme koji predlaže odgovarajuće mazivo, intervale zamene maziva i način podmazivanja.

Proizvođači maziva, odnosno, njihove tehničke službe primene maziva mogu biti dragoceni izvor informacija. Proizvođači maziva poseduju laboratorije za ispitivanje maziva, te se na osnovu laboratorijskih i eksperimentalnih ispitivanja maziva može dati najbolja preporuka maziva i optimalni intervali njegove zamene.

Tabela 1. Kodovi za program podmazivanja

I. METOD PRIMENE	
Kod	ZNAČENJE
ASP	Automatski sistem za podmazivanje
BUM	Boca sa uljem i mazalicom
CPU	Cirkulaciono podmazivanje uljem
MM	Mazalice za mast
MSP	Mehanički sistem za podmazivanje
MF	Mazalica sa fitiljom
PB	Podmazivanje bučkanjem
PK	Podmazivanje kapanjem
PM	Punjenje mašču
PPP	Pištoli za podmazivanje pod pritiskom
PRU	Podmazivanje iz rezervoara sa uljem
PSP	Pneumatski sistem za podmazivanje
RP	Ručno podmazivanje
RPU	Ručno podmazivanje uljem
UK	Uljno kupatilo
UM	Uljna magla
II. AKTIVNOSTI	
ČiS	Čišćenje
PST	Pregled stanja
ISP	Ispuštanje
POD	Podmazivanje
PRO	Promena
PRV	Provera
III. INTERVAL	
S	Na svaki sat
D	Snevno
N	Nedeljno
M	Mesečno
G	Godišnje
KTN	Kada tehnički sistem ne radi
KTR	Kada tehnički sistem radi
IV. ODGOVORNO LICE	
BO	Bravar za održavanje
EO	Električar iz održavanja
MO	Majstor iz održavanja
OP	Operator na mašini
PO	Podmazivač

Osoblje na poslovima održavanja mora biti u kontaktu sa tehničkim službama proizvođača opreme i proizvođača maziva prilikom izvođenja programa podmazivanja.

Da bi se postavio program podmazivanja sa tačno definisanim metodama, aktivnostima, intervalima i odgovornim licima za sprovođenje, neophodno je uvesti odgovarajuću dokumentaciju i kodiranje, prikazano u ta-beli 1.

Najvažniji korak u razvoju programa podmazivanja je određivanje odgovornog lica za njegovo sprovođenje. Kod velikih proizvodnih sistema ovaj posao bi trebalo da obavlja inženjer.

Najbolje je da jedna osoba u okviru službe održavanja bude zadužena i snosi svu odgovornost za kontinuitet i celovitost sprovođenja programa podmazivanja. Samo osoba koja može da uoči i sagleda važnost podmazivanja, može rukovoditi navedenim poslovima [7].

3. KOLBUS KM473

Da bi mašina pravilno radila, redovno čišćenje i održavanje je bitan faktor za perfektno i bez grešaka izvođenje operacija, kao i za čistu i neometanu produkciju.

Dnevno održavanje

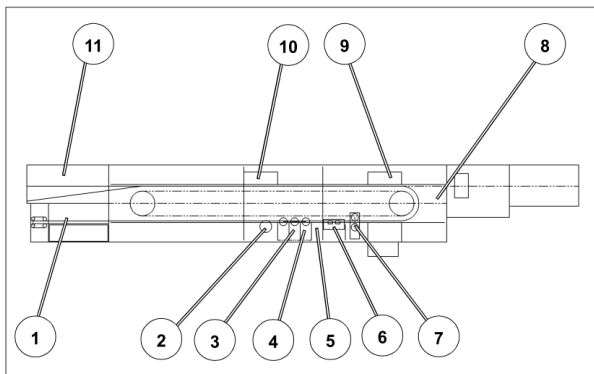
- Vizuelna inspekcija
- Provera svih zaštitnih uređaja/štitnika
- Očistiti sve svetlosne barijere
- Proveriti promene u zvuku motora i prenosa
- Ukloniti grubu papirnu prašinu

Nedeljno održavanje

- Detaljno očistiti mašinu
- Proveriti i ako je potrebno dotegnuti sve lance i remenice
- Proveriti sve zupčanike i motore sa odvojenim dotokom ulja od curenja
- Proveriti centralni sistem za podmazivanje od curenja

Mesečno održavanje

- Proveriti da li uređaji za zaštitu od preoptećenja funkcionišu bezbedno
- Očistiti ili zameniti filtere u vakuumskim pumpa-ma pod pritiskom
- Proveriti nivo ulja pogonskog motora



Slika 4. KM473 grupe dela za ulaganje

Na slici su prikazane grupe/jedinice koje podležu podmazivanju i održavanju.

1. Ulaganje
2. Glavni rezač glodanja i izjednačavanje jedinice za glodanje
3. Jedinica za urezivanje
4. Brusna stanica
5. Četkica za valjke
6. Jedinica za lepljenje
7. Bočno povezivanje lepljenjem
8. Stacionarna jedinica
9. Stanica za odvajanje 1
10. Stanica za odvajanje 2
11. Izlaz/isporuka

4. ZAKLJUČAK

Štamparske mašine iziskuju održavanje na dnevnom, nedeljnom, mesečnom i polugodišnjem nivou. Pravilan pristup u održavanju doprinosi boljem i stabilnijem radu štamparskih sistema sa što manje zastoja. Od samog menadžmenta zavisi koji model održavanja će se implementirati i sa kolikom količinom odgovornosti pristupiti samim procesima održavanja.

Štamparija „Politika” koristi preventivni model održavanja koji se bazira na redovnom održavanju kako je proizvođač mašine preporučio u uputstvu. Sa 12 ljudi u timu za održavanje spadaju u grupu od 11% ukupnog broja zaposlenih za održavanje u kompaniji.

Sve kompanije sa više od 85 zaposlenih imaju posebno osoblje za održavanje. U ovu grupu takođe spada štamparija „Politika” sa 249 zaposlenih.

Može se reći da su zaposleni i njihovi rukovodioci u štampariji zadovoljni svojim modelom održavanja i nisu imali većih i iznenadnih kvarova. U potpunosti veruju ovom modelu i ne planiraju da ga menjaju.

Održavanje je važan i dobro organizovan autonomni sistem svake štamparije. Ključnu ulogu u prevenciji kvarova, nadgledanju opreme imaju rukovodioci odeljenja proizvodnje. Pored toga, najvažnija stavka u efikasnosti održavanja štamparskih mašina, je sigurnost.

Stoga, nijedan štamparski kao i radni procesi u ostalim proizvodnim sistemima, ne mogu zamisliti svoj pravilan rad bez dobro implementiranog održavanja.

5. LITERATURA

- [1] A. Tsang, “Strategic Dimension of Maintenance” *Management Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 8 No. 1, pp. 7-39, 2002
- [2] M. Hammer, J. Champy, “*Reengineering the Corporation - A Manifesto for Business Revolution*”, London, HarperCollins books, 1993.
- [3] T. Claypole, N. Wells, “Productivity Maintenance in the UK Printing Industry”, p. 84, *Vision in Print*, March 2005
- [4] Z. Gaál, “*Karbantartás-menedzsment Pannon Egyetemi Kiadó*”, 2007, p. 236
- [5] N. Wells, “*Productivity Maintenance — how to run leaner, longer, faster*”, The Web Offset Champion Group, Paris 2002. Extracts from this guide are reproduced with the kind permission of the Group (all rights reserved)
- [6] D. Stanivuković, i dr.: “*Održavanje– IIS Prilaz*”, FTN, IIS-ITC, Novi Sad, 1997
- [7] J. Verčan, “*Maziva i Podmazivanje*”, JUGOMA, Zagreb, 1986

Podaci za kontakt:

Radivoj Radojičić, raso86hot@yahoo.com
Dragoljub Novaković, novakd@uns.ac.rs
Nemanja Kašiković, knemanja@uns.ac.rs

IZRADA PROTOTIPA U SOFTVERSKOM ALATU ADOBE EXPERIENCE DESIGN**PROTOTYPE MAKING IN ADOBE EXPERIENCE DESIGN SOFTWARE**Milica Milivojević, Željko Zeljković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN**

Kratak sadržaj – Prototip koji prikazuje korisnički interfejs ima zadatak da simulira interakciju između korisnika i interfejsa, može da uštedeti velike količine novca i vremena koje bi bilo izgubljeno u razvoju pogrešnog interfejsa i pozadinske arhitekture. U radu su predstavljene teorijske osnove važnosti izrade prototipa, tehnike i alati za izradu. U praktičnom delu rada izrađen je prototip za aplikaciju koristeći softver Adobe Experience Design.

Ključne reči: Prototip, Interaktivnost, Aplikacija

Abstract – A prototype depicting a user interface is designed to simulate user-interface interaction, can save large amounts of money and time that would be wasted in developing the wrong interface and background architecture. The paper presents the theoretical basis of the importance of prototyping, techniques, and tools for design. In the practical part, a prototype was created for the application using Adobe Experience Design software.

Keywords: Prototype, Interactivity, Application

1. UVOD

Prototip prikazuje korisnički interfejs i ima zadatak da simulira interakciju između korisnika i interfejsa. Vizuelne karakteristike prototipa, mogu veoma da liče na krajnji proizvod, osim što prototip ne poseduje unutrašnju logiku.

Izrada prototipa je osnova u procesu dizajniranja, zahteva kreativnost i praktičnost. Ništa ne prikazuje funkcionalnost finalnog proizvoda bolje od prototipa. Makete prikazuju osećaj i teksturu dizajna, dok prototip prikazuje korisničko iskustvo [1].

Cilj prototipa je testiranje dizajnerskog rešenja i prikupljanje povratnih informacija o njemu, pre nego što se napravi konačni proizvod. Pomoću njega se otkrivaju oblasti koje treba da se poboljšaju. Kada prototip testiraju potencijalni korisnici, konačno se može videti način na koji će proizvod biti korišćen.

Prototip se ne mora koristiti samo za beta verzije, može se koristiti za bilo koju verziju proizvoda sve dok daje uvid u načine na koji će ljudi prirodno koristiti proizvod [2].

Preskakanjem pravljenja prototipova može se "skratiti" vreme tokom dizajniranja, međutim mnogo više vremena se može kasnije izgubiti tokom razvoja.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Željko Zeljković, docent.

2. RAZLOZI ZA IZRADU PROTOTIPA

Kao što je potrebno testirati auto pre kupovine, tako je potreban i prototip pre razvoja [3].

Razlozi zašto je prototip neophodan zavisi od dizajnera i njihovih potreba, međutim postoje i univerzalne potrebe kao što su [3]:

- testiranje i komunikacija korisničkog interfejsa
- ušteda vremena i novca
- uvođenje korisnika u proces dizajniranja
- uključivanje zainteresovanih strana na značajan način
- projektovanje preko uređaja i platformi
- kreiranje i testiranje sa stvarnim sadržajem i podacima.

Najbolji način za testiranje korisničkog interfejs dizajna je sa stvarnim korisnicima. Ovo je trenutak gde je prototip znatno moćnije sredstvo od skice, žičanih okvira i ravnih dizajna [3].

Kao što dizajn napreduje kroz povećanje nivoa vrednosti, stoga se trošak implementacije dizajna povećava.

Trenutno se dizajn koristi na više uređaja sa različitim veličinama prikaza i različitim metodama interakcija, kao što su dodir, tastatura, miš, daljinsko upravljanje i slično. Većina alata i tehnika za izradu prototipa podržava dizajn različitih uređaja, veličina i oblika interakcije do određenog stepena. Predstavljanje na različitim uređajima je ogroman korak napred, u smislu testiranja. Mogu da se pokrenu korisnički testovi na više uređaja, kao i da se omogući korisnicima da testiraju prototip na sopstvenim uređajima [3].

Prototip omogućava kreiranje i testiranje sa stvarnim sadržajem i podacima. Ako je jedan od opštih ciljeva da se uključe korisnici u dizajn proizvoda ili usluga, kao i da se dizajn bolje predstavi zainteresovanim stranama, sposobnost predstavljanja realnog, uverljivog i stvarnog sadržaja i podataka, pravi veliku razliku u sposobnosti da se ispuni cilj. Većina alata i tehnika za izradu prototipa olakšava brzo uključivanje stvarnog sadržaja. Mnoge alatke olakšavaju izradu i uključuju biblioteku slika, isecanje i promenu veličine [3].

3. SMERNICE ZA PROCES IZRADE PROTOTIPA

Ako postoji ideja za novi dizajn i potreba da se izgradi tim, potrebno je predstaviti ideju zainteresovanim stranama ili drugim stranama koje je potrebno uveriti da je ideja vredna za ulaganje. Prototip će pomoći da se ideja predstavi vizuelno, eksperimentiše i da izazove reakciju [3].

Informacione arhitekture mogu biti glomazne i teško ih je vizualizovati i testirati brzo. Ako je struktura široka ili dugačka, može se izgraditi prototip koji predstavlja

informacionu arhitekturu ili strukturu koja se predlaže. Prototip će predstaviti svoju strukturu sa implementacijom koja se može videti ili istražiti. Ova metoda omogućava lakše deljenje sa timom, zainteresovanim stranama ili lakše testiranje sa korisnicima nego bilo koji strukturni dijagram [3].

3.1 Planiranje

Ako se dizajnira nova funkcija za postojeći sajt, treba razmotriti kako će se predstaviti ta karakteristika u kontekstu postojeće lokacije.

Korisnici mogu da pokušaju da pristupe u područje lokacije iznad opsega prototipa, to može biti slučajno ili zato što istražuju. Mogu se definisati strategije za granične elemente [3]:

- Elementi sa kojima korisnici mogu da komuniciraju, ali bez dalje funkcije. Stoga ako korisnici kliknu na vezu, ništa se neće desiti.
- Očigledno mesto rezervisano za sadržaj, na primer link za registrovanje. Korisnici mogu da vide šta je sledeći korak, ali nije omogućena komunikacija.
- Link ka generičkim porukama kao što su na primer, 'Nije spremno još' ili 'Nije deo prototipa'.
- Veze koje idu na određenu stranicu, ali sadrže samo mesto rezervisano samo za sadržaj, kao što je panel za rezervisanim elementima u stilu wireframe pod nazivom 'Formular za prijavu'.

4. ALATI ZA IZRADU PROTOTIPA

Kao faza koja spaja kreativnost i izvodljivost, prototip je temelj procesa dizajna. Ne postoji jedinstvena formula za izradu prototipa. U zavisnosti od projekta i potreba se određuje koji je odgovarajući proces i nivo složenosti [1].

Ako se razmotre različiti nivoi vrednosti, postoji raspon u vidu skica, zatim prototipovi u vidu žičanih okvira pa do maketa dizajna koji predstavljaju prototip koristeći palete boja, tipografiju i druge aspekte dizajna.

3.1 Podela i kategorizacija alata i tehnika

Ako se razmotre različiti nivoi vrednosti, postoji raspon u vidu skica, zatim prototipovi u vidu žičanih okvira pa do maketa dizajna koji predstavljaju prototip koristeći palete boja, tipografiju i druge aspekte dizajna.

Aspekti koji prototip mogu učiniti su [3]:

- Postoji više aspekata vrednovanja prototipa izvan kvaliteta vizuelnog dizajna. On uključuje nivo složenosti, realizam i širinu; i/ili dubinu sadržaja i navigacije prototipa; do koje mere je implementiran korisnički interfejs.
- Lako je pomešati vrednost sa složenošću, poteškoćama i brzinom izrade prototipa.
- Mnogi alati su sposobni da rade preko niza tačnosti. To se posebno odnosi na alate koji imaju bilo koju vrstu projektne dokumentacije i omogućavaju izradu prototipa sa njima. Taj dokument može biti skica, jednostavna žičana mreža ili maketa.

Alati se mogu podeliti u tri grupe u pogledu kompleksnosti i brzine [3]:

- Alati za jednostavnu izradu, lakši su za izradu i u zavisnosti od zahteva prototipa, brzo se mogu izraditi.

- Kompleksniji, koji su teži za učenje i obično treba više vremena da se proizvede prototip.
- Treća grupa je između prve dve.

4.2. Digitalni prototipovi

Poslednjih nekoliko godina sve je veći broj alata za dizajniranje i izradu digitalnih prototipa koji omogućavaju dizajnerima da brzo i lako kreiraju visoko interaktivan prototip, realno simulirajući interakcije i prelaze bez kodiranja. Jedna od najvećih prednosti alata za izradu digitalnih prototipa je u tome što ih čini izuzetno jednostavnim za simulaciju većine interakcija. Interakcije i prelazi su veoma brzi i jednostavni za stvaranje bez kodiranja [4].

Sa digitalnim prototipom, testiranje se može vršiti bilo gde u svetu. Učesnici treba da imaju pristup internetu kako bi mogli da podele svoj ekran i zvuk sa ostalim članovima. Postoji mogućnost slanja reference za pristup prototipu [4].

Biranje pravog alata je ključni faktor za opisivanje misli i bolju saradnju sa klijentima. Danas postoji mnogo alata za izradu prototipa na internetu, izbor pravog nije lak. Svaki alat se razlikuje od drugih jer mu nedostaje ili ima novu osobinu koja se izdvaja od ostalih.

4.3. Papirni prototipovi

Papirni prototipovi postoje decenijama, dobili su popularnost prvenstveno u akademskim institucijama i velikim korporacijama kao što su IBM, Digital i Sun u 1990. godini. Papir je veoma česta metoda za izradu prototipa međutim kao i svaka metoda ima svoje nedostatke. Geografski udaljenim timovima je teško da rade sa papirnim prototipovima. Prenosanje papirnih prototipa između dve države je veliki izazov. Iz tog razloga izrada digitalnih prototipa ima veliku prednost [4].

4.4 Poređenje Adobe Experience Design (Adobe XD), Sketch i InVision platformi

Dizajneri su tradicionalno koristili Photoshop za izradu maketa aplikacija i web stranica, ali Photoshop kao alat nikada nije kreiran i dizajniran u svrhu dizajniranja sajtova i aplikacija. On je prvenstveno namenjen za uređivanje fotografija, a kasnije su grafički dizajneri počeli da ga koriste u druge svrhe [6].

Adobe-ov odgovor na Sketch i InVision je Adobe XD. Sketch je vodeći alat za UX/UI dizajnere već nekoliko godina, sve više se unapređuje poslednjih nekoliko godina i integrisan je sa InVision. Međutim, došlo je do preokreta nakon što je Adobe objavio svoju novu verziju 2018. godine. Mnogi dodaci koji su do tada bili najveća prednost Sketch programa su implementirani u Adobe XD [6].

Adobe XD omogućava korisnicima da komuniciraju sa prototipom. Glasovni okidači i reprodukcija govora omogućavaju da se kontroliše prototip pomoću glasa, a to drugi softveri za izradu prototipa ne dozvoljavaju [6].

Sa alatkom koja omogućava automatsko animiranje Adobe XD je ispred InVision platforme. Adobe XD i dalje ne daje fine kontrole koje InVision studio

dozvoljava, ali brzina i jednostavno podešavanje je velika prednost Adobe XD alatke u odnosu na InVision [6].

Adobe XD je razvio sistem simbola. Postoji mogućnost uzimanja simbola iz drugih dokumenata, a da oni i dalje ostanu povezani. Ova funkcija je jednostavan za razumevanje i mnogo lakša za postavljanje za razliku od Sketch softvera [6].

Iako će se funkcije u Sketch, InVision, Studio i Adobe XD razvijati, Adobe ima jednu veliku prednost, a to je radni proces. Izrada prototipa, dizajn i animacija se odvijaju u jednom programu kada se koristi Adobe XD, dok se Sketch i InVision moraju kombinovati [6].

5. IZRADA PROTOTIPA U ADOBE EXPERIENCE DESIGN PROGRAMU

Biranje pravog alata je ključni faktor za opisivanje misli i bolju saradnju sa klijentima. Danas postoji mnogo alata za izradu prototipova na vebu, izbor pravog nije lak. Svaki alat se razlikuje od drugih jer mu nedostaje ili ima novu osobinu koja se izdvaja od ostalih. Da bi se izabrao pravi alat za kreiranje prototipa, trebalo bi razmotriti koliko je alat lak za usvajanje i korišćenje. Kompatibilnost alatke sa drugim alatkama je veoma bitno, kao i mogućnost deljenja sadržaja, kako bi se omogućio timski rad. Postoji mogućnost da alatka ispunjava sve potrebe za izradu projekta, ali da se ne uklapa u budžet [7].

Sa Adobe Experience Design postoji mogućnost crtanja vektora, menjanje postojećih crteža, prilagođavanje rasporeda ekrana, pravljenje interaktivnih prototipa i priprema sredstva koja će se kasnije koristiti za proizvodnju aplikacije. Postoji mogućnost lakog prebacivanja sa dizajna do interfejsa za pravljenje prototipa. Takođe postoji mogućnost interakcije i deljenja projekta sa klijentima i ostalim članovima tima, kako bi se testirao dizajn. Produktivnost dizajna se povećava tako što se mogu koristiti datoteke ostalih Adobe alata bez problema.

Adobe Experience Design je prilično jednostavan za upotrebu, pomoću njega se veoma lako kreiraju žičani okvir niske pouzdanosti.

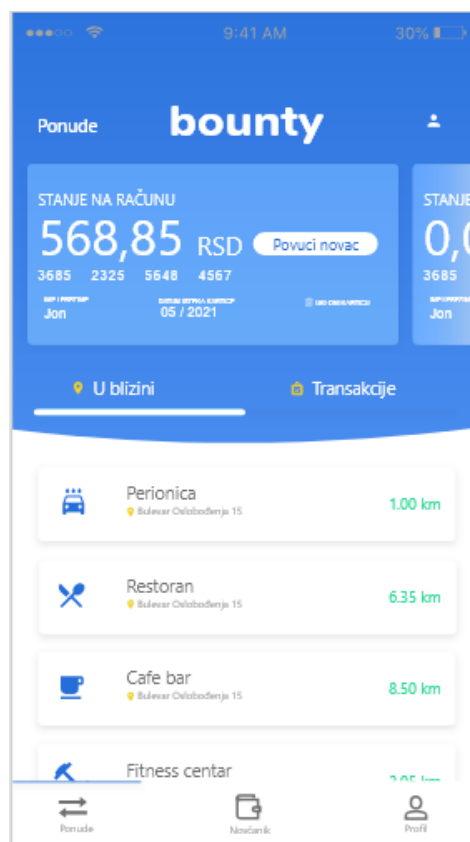
Mogućnost brzog dizajniranja žičanih okvira sa niskim nivoom pouzdanosti znači da se mogu napraviti ogromni koraci prilikom stvaranja rasporeda koji nudi neverovatan korisnički doživljaj, a da se na početku ne mora puno brinuti o vizuelnom aspektu. Adobe Experience Design je napravljen za dizajnere, kreativne timove i organizacije. Čini dizajn i izradu prototipa brzim zahvaljujući intuitivnim alatkama. Pristupa se svim resursima na jednom mestu uz mogućnost prilagođavanja bilo kojoj veličini ekrana.

Okruženje Adobe Experience Design programa je jednostavnije u odnosu na ostale programske alate kompanije Adobe. Jedan od razloga je taj što je program i dalje u razvoju i dosta alatki tek treba da bude dodato.

5.1. Kreiranje prototipa

Aplikacija treba da omogući trgovcima povrat novca u transakcijama prilikom kupovine. Korisnici koji naprave kupovinu sa povezanom kreditnom ili debitnom karticom dobijaju povrat novca.

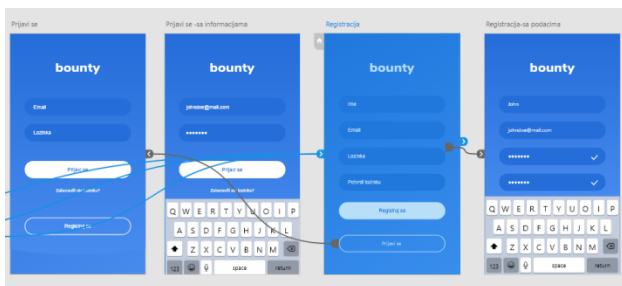
Prilikom kreiranja prototipa bilo je neophodno simulirati da se prilikom pokretanja aplikacije pokrene uvodni ekran, koji će se pojaviti u toku pokretanja aplikacije. Daće korisniku signal da se aplikacija učitava. Nakon toga ukoliko je novi korisnik u pitanju treba da bude prosleđen na ekrane dobrodošlice koji će korisniku dati više informacije o samoj aplikaciji, a korisnik ima mogućnost da u svakom trenutku pristupi registraciji ili da se prijavi. Nakon registracije korisniku se otvara početni ekran koji je prikazan na slici 1. Korisnik će moći da vidi sve trgovce u blizini koji nude povrat novca. Trenutno stanje na računu korisnika će se prikazivati u vrhu ekrana. Ako u okruženju ne postoji trgovac koji nudi popust, korisnik će dobijati obaveštenje da se trenutno radi na pronalaženju trgovaca. Korisnik ima mogućnost da pregleda sve transakcije i uvid koliko je uštedeo pri svakoj kupovini.



Slika 1. Prikaz početnog ekrana

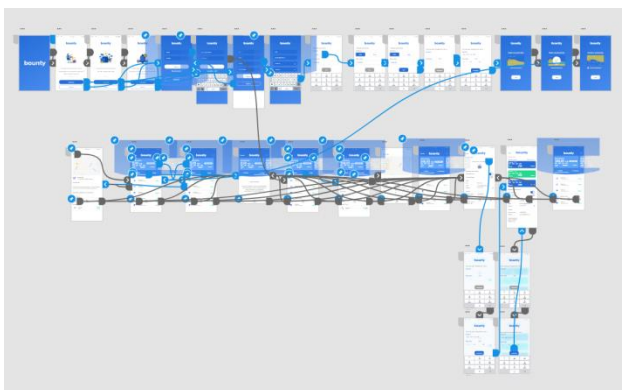
Da bi se prikazalo kako korisnici komuniciraju sa aplikacijom bilo je neophodno kreirati veze između stranica. Adobe Experience Design omogućava testiranje u realnom vremenu, odmah nakon povezivanja ekrana.

Tokom kreiranja prototipa bilo je neophodno simulirati aktivnosti koje će vršiti korisnik kako bi se dobio što verniji prikaz. Da bi se dobila simulacija unosa podataka prilikom registracije korisnika i njegovog prijavljivanja, bila su neophodna dva ekrana. Na prvom se nalaze "inputi" koji treba da budu popunjeni informacijama i tastatura čiji je opacitet smanjen na 0% i spuštena je dole, kako bi se prilikom animacije dobio bolji efekat. Zatim je povezana sa drugim prostorom za crtanje koji sadrži krajnji ekran, pogledati sliku 2. Za ovaj prelaz korišćena je opcija Auto-Animate kako bi se dobio što bolji prelaz između ekrana.



Slika 3. Prikaz ekrana za registraciju i prijavljivanje

Prikaz svih povezanih ekrana koji su bili neophodni za kreiranje prototipa nalazi se na slici 3. Kada se povežu sve željene veze, potrebno je da se testiraju. Pregled prototipa se može izvesti na tri načina preko desktopa, mobilnog uređaja i putem linka. Nakon izrade prototipa, neophodno je izvršiti izvoz elemenata. S obzirom na to da se danas aplikacije mogu pregledati na ekranima različite veličine, elemente je moguće izvesti u njihovu originalnoj veličini ili uvećane za dva ili tri puta.



Slika 3. Prikaz svih povezanih ekrana

6. ZAKLJUČAK

Pravljenje prototipa je faza u kojoj se zahteva kreativnost sa praktičnošću. Prototipovi mogu pomoći zainteresovanim stranama da shvate dizajn i da se uključe u proces, što je mnogo bolje rešenje od isporuke rezultata istraživanja korisnika, sistemskih mapa, skica i žičanih okvira.

Zainteresovane strane mogu da istražuju i da komuniciraju sa samim prototipom, pregledaju sadržaj i podatke. Igranje sa prototipom je uzbudljiv i drugačiji način za testiranje.

Izrada prototipa nije besplatna, ima svoje troškove, ali izradom prototipa sprečavaju se veći troškovi koji mogu nastati ako se u kasnijem razvoju primete propusti. Pored toga što mogu da uštede novac, prototip bi uvek trebao da bude deo postupka, prilikom razvoja nove aplikacije, jer menja dugačke specifikacione dokumente i postoji mogućnost brzog deljenja sa klijentima, programerima ili bilo kojom zainteresovanom stranom na udaljenoj lokaciji uz pomoć softvera koji je izučavan u ovom master radu, a to je Adobe Experience Design.

Adobe Experience Design dokument je spreman za deljenje sa programerima kako bi oni pristupili razvijanju aplikacije i pretvaranje iste u kod.

7. LITERATURA

- [1] Cao, J., Kamil, Z., Ellis, M., (2015) *"The Ultimate Guide to Prototyping"*. UXPin inc.
- [2] <https://www.uxpin.com/studio/blog/what-is-a-prototype-a-guide-to-functional-ux/> (pristupljeno u junu 2018.)
- [3] Coleman, B., Goodwin, D., (2017) *Designing UX: Prototyping*, Published by SitePoint Pty. Ltd.
- [4] <https://www.uxmatters.com/mt/archives/2017/05/prototyping-paper-versus-digital.php> (pristupljeno u julu 2018.)
- [5] T.Z. Warfel *"Prototyping: A Practitioner's Guide"*, Rosenfeld Media, 2011.
- [6] <https://uxdesign.cc/will-adobe-xd-kill-sketch-and-invision-7fc4e562fc1a> (pristupljeno u julu 2018.)
- [7] <https://medium.theuxblog.com/11-best-prototyping-tools-for-ui-ux-designers-how-to-choose-the-right-one-c5dc69720c47> (pristupljeno u junu 2018.)

Adresa autora za kontakt:

MSc Milica Milivojević:

milica.milivojevic@hotmail.com

Dr. Željko Zeljković: zeljkoz@uns.ac.rs

Grafičko inženjerstvo i dizajn,

Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad

TEHNOLOŠKI PROCES IZRADE KOMPJUTERSKE ANIMACIJE**THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF COMPUTER ANIMATION PRODUCTION**Vladimir Jugović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN**

Kratak sadržaj – Predmet rada je upoznavanje sa tehnološkom izradom kompjuterske animacije, njenim radnim tokom, ugledajući se na pristup rešavanju problema tokom izrade tradicionalne i stop moušn animacije, zadovoljavajući osnovne principe animacije.

Ključne reči: Računarska grafika, Tehnološki proces, Kompjuterska animacija.

Abstract – The basis of this paper is the acquaintance with the technological process of computer animation production and the influence traditional animation and stop motion have on it's pipeline.

Keywords: Computer graphics, Technological process, Computer animation.

1. UVOD

Danas kada se govori o animiranom filmu kao vidu filmske umetnosti, obično se uzima u obzir proizvod koji je kreiran upotrebom kompjuterskih softvera i periferija.

Rapidni razvoj kompjuterske tehnologije, a time i grafičke, proteklih decenija doprineo je migraciji različitih procesa kreiranja i obrade podataka, namenjeni za proizvodnju animiranih filmova, iz fizičkog oblika u digitalni.

Zbog toga, animacija dobijena starijim tehnološkim postupkom izrade dvadesetog veka, iz ekonomskih razloga biva zapostavljena te dobija naziv tradicionalna animacija. Iako se danas celokupni tradicionalni proces izrade ne praktičuje, pojedini pristupi rešavanju problema određenih segmenata izrade se i dalje primenjuju u kompjuterskoj animaciji.

2. TEORIJSKI DEO

Teorijski deo rada obuhvata uvid u osnovne pojmove koje čine animaciju, principe animacije i produkcijski pajplajn izrade tradicionalne, stop moušn i kompjuterske animacije.

2.1. Percepcija pokreta

Animirani film u svojoj osnovi pruža gledaocu mogućnost da percipira pokret.

Percepcija pokreta nastaje posmatranjem sekvencijalnih slika i zasnovana je na optičkoj iluziji zvana beta fenomen.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Uroš Nedeljković, vanredni profesor.

Nakon pada svetlosnog snopa na mrežnjaču, u zavisnosti od njenog inteziteta, čulna memorija zadržava tu informaciju u periodu od jedne desetine sekunde. Kada izmene svetla nastaju brže od samog perioda zadržavanja, oko nije u stanju da ih registruje. U tom slučaju, promene ostaju nezapažene ili se reprodukuju kao jedna neprekidna slika.

Prilikom gledanja filma na bioskopskom platnu, stiče se utisak da je platno konstantno osvetljeno brzom izmenom slika. Međutim, u malom vremenskom periodu, prilikom zamene slike novom, platno nije osvetljeno. Oko nije u stanju da registruje ovakvu izmenu ukoliko se sukcesivne slike smenjuju dovoljno brzo [1].

2.2. Principi animacije

Paralelno sa izumom filma, animacija je početkom dvadesetog veka kao nova umetnost i industrijska grana bila opravdano ograničena neiskustvom umetnika.

Vremenom su umetnici različitih animacionih kompanija pod pritiskom konkurencije bili prinuđeni da pronalaze nove metode i tehnike animiranja.

Nove metode i tehnike bi ubrzavale proces animiranja, uvećavale osećaj realizma i doprinosile dopadljivošću animaciji.

Kompanija Dizni je već početkom druge polovine dvadesetog veka prednjačila u odnosu na ostale konkurente svojim fluidnim i dopadljivim animacijama likova.

Umetnici ove kompanije su pospešavali svoje metode animiranja posmatrajući i analizirajući glumce u pokretu kako uživo tako i na filmu. Proučavanjem kretanja, animatori su izmišljali pojedinačne procedure animiranja koje bi donosile predvidljive ishode u produkciji. Te procedure su vremenom postepeno preformulisane u dvanaest fundamentalnih principa animacije.

Fundamentalni principi animacije su : gnječenje i istežanje, anticipacija, izvođenje nastupa, prateća i preklapajuća akcija, sukcesivno animiranje i animiranje od poze do poze, ubrzavanje i usporavanje akcije, kretanje u lukovima, sekundarna akcija, tajming, preuveličavanje, jasnoća i dopadljivost [2].

2.3. Izrada animacije

Tok izrade, ili pajplajn izrade (engl. pipeline) je industrijski termin koji se odnosi na definisanje svih procesa izrade proizvoda uključujući i njihov redosled. Za pajplajn se može reći da je sredstvo koje spaja sav rad umetnika pri izradi proizvoda.

Pajplajn je zasnovan na principu industrijske montažne trake, kojoj se prilažu gotovi delovi proizvoda i prosleđuju u nizu kako bi se na kraju spojile u namenjen finalni oblik. Za razliku od izrade fabričke robe, tok izrade umetničkog kreativnog proizvoda, kao što je animirani film, inkorporira cikličan pregled, odnosno cikličnu recenziju proizvoda na osnovu čega se proizvod i sam pajplajn, ukoliko je nužno, modifikuje.

Ključni izazov animacionog pajplajna je predviđanje problema procesa izrade pre nego što se manifestuju. Na taj način, pajplajn se formira prvenstveno istraživanjem osnovnih faktora kao što su broj animacionih sekvenci, raspodela zadataka i broj umetnika koji će raditi, čuvanje podataka i mnogih drugih.

Tok izrade svake vrste animacije se može podeliti na tri faze: predprodukcija, produkcija i post-produkcija [3].

2.4. Tehnološki proces izrade tradicionalne animacije

Tradicionalna animacija je tehnika oblikovanja animacije u kojoj se elementi kadra pretežno crtaju rukom nakon čega se precrtavaju i boje na transparentnim celuloidnim folijama.

Izrada tradicionalne animacije sadrži sledeće procese: skiciranje probne animacije, dokumentovanje listovima ekspozicije, preslikavanje i bojenje na celuloidnu foliju, snimanje kamerom, snimanje zvuka i sinhronizacija zvuka.



Slika 1. Primer animacionog cela sa naslikanim likom.

2.4. Tehnološki proces izrade stopmoušn animacije

Stop moušn animacija je tehnika animiranja koja se dobija manipulacijom fizičkih objekata na sceni. Fotografisanjem individualnih inkrementalnih pomeraja objekata stiče se iluzija kretanja. Ovakvom tehnikom, animator je limitiran na animiranje koje se zasniva na principu kadar po kadar, te svaka izmena zahteva ponovno snimanje. Zbog toga animator, tokom pred-procesa, prvo razrađuje plan pomoću dvodimenzionalne animacije, drugačije zvan animatik, po čijoj će referenci pokretati objekte na setu.

Prema materijalu koji se koristi za oblikovanje, stopmoušn animacije se deli na marionetsku animaciju, animaciju glinom, piksilaciju i kolažnu animaciju.

Tehnološki proces izrade marionetske animacije se zasniva na kreiranju lutke vajanjem, postavljanju armature u kalup pomoću kog se vrši livenje lutke, nakon čega se ona boji. Pristup izrade marionete pomoću vajanja i bojenja i njena manipulacija pomoću armature se umnogome primenjuje u kompjuterskoj 3D animaciji.

Marionetska stopmoušn animacija je karakteristična prema načinu na koji se animiraju lica lutaka. Prema tehnici izrade animacionih lica one se dele na gninenu animaciju lica i animacija zamenljivih lica koji se izrađuju pomoću tehnologije 3d štampe [4].



Slika 2. Minijturni stopmoušn set sa lutkama i animator

2.5. Tehnološki proces izrade kompjuterske animacije

Izrada animacije pomoću kompjuterske grafike sadrži procese čiji se pristupi rešavanja problema zasnivaju na procesima koji se primenjuju u tradicionalnoj i stopmoušn animaciji.

Procesi koji se primenjuju pri oblikovanju kompjuterske animacije su predprodukcijski kao što su pisanje priče, storiborda, vizuelni razvoj okruženja i lika. Produkcijski deo radnog toka izrade kompjuterske animacije sadrži procese kao što su plan lika, modelovanje, teksturisiranje, rigovanje, animacija, osvetljenje i renderovanje scene.

Postprodukcijski deo izrade sadrži proces kompozitovanja tokom kog se uklapaju svi izrenderovani elementi u vidu slojeva rendera. Kompozitovanje se vrši po ugledu na fotografisanju slojeva celova u tradicionalnoj animaciji pomoću multiplanarne ili setbek kamere [5].

3. PRAKTIČAN DEO

U okviru praktičnog dela rada prikazan je uprošćen niskobudžetni radni tok pri oblikovanju kratkog animiranog filma kompjuterskom tehnikom izrade.

Za realizaciju praktičnog rada korišćene su moderne softverske aplikacije koje prednjače po popularnosti, pristupačnosti, pojednostavljenom upravljanju i dobrim korisničkim servisom. Ovi programi se mogu kategorisati prema primeni u radnom toku izrade, među kojima su: Adobe Photoshop, Pixologic Zbrush, Autodesk 3ds Studio Max, Substance Painter, Autodesk Maya i Adobe After Effects.

3.1. Uspostavljanje priče

Priča je svedena na kratki improvizovani geg koji uključuje radnju protagoniste trapave prirode kroz interakciju sa predmetom u sceni.

Bezbrziim kretanjem samopouzdanog lika kroz scenu, stiče se određena anticipacija nadolazeće interakcije u kojoj lik namerava da podigne predmet. Geg nastaje u trenutku kada se objekat neočekivano odupre, iznenađujući i samog protagonistu stavljajući ga u neugodnu poziciju. Posle drugog neuspelog pokušaja, glavni lik prihvata nove uslove situacije i kako bi prikrio neugodnost, bezbrižno se oslanja o predmet.

Predmet se u ovom trenutku neočekivano izmiče, terajući glavnog lika da se spotakne, gde gledalac, već naviknut na nov odnos subjekta i objekta, biva iznenađen po drugi put, doprinoseći komičnom efektu.

3.2. Vizuelni razvoj lika i okruženja

Drugi korak pred-produkcijske faze izrade podrazumeva sagledavanje priče, na osnovu koje se karakter i okruženje konceptuju. Kako je u pitanju prezentacija gega koji nastaje interakcijom jednog subjekta i jednog objekta, sama radnja je situirana u malom okruženju koji može biti obuhvaćen jednim kadrom. Glavni lik priče je konceptovan u vidu iskarikiranog Vikinga, koristeći se pravilima dizajniranja lika, odnosno pomoću osnovnih geometrijskih oblika kao što je opisano u teorijskom delu rada. Silueta lika je formirana pomoću trouglastih oblika i oštrog uglova kako bi se na prvi pogled dočarala neustrasiva priroda Vikinga. Na drugi pogled, pravougaoni i zakrivljeni oblici tela ističu dobroćudan karakter.



Slika 3. Koncept lika animacije

3.3. Kreiranje storiborda

Nakon vizuelnog razvoja lika i okruženja, planiranje same animacije se postiže vizualizacijom upotrebom storiborda. Tokom ovog procesa, skicirani su ključni momenti radnje u kojima se jasno definišu poze glavnog lika, njegova pozicija u sceni i redosled radnje.

3.4. 3D modelovanje lika i okruženja

Prvi proces izrade 3D animacije podrazumeva olikovanje 3D modela scene, a obuhvataju model glavnog lika, rekvizite i pozadinske modele. Koristeći se planom lika koji je dobijen tokom vizuelnog razvoja, proporcije glavnog lika se ustanovljavaju metodom boks modelovanja. U trenutku kada su osnove vizuelnog koncepta zadovoljene, model se prebacuje u softversku aplikaciju namenjena za digitalno vajanje.

Kako je u pitanju niskobudžetna izrada u kojoj raspoloživi uređaji sporo procesuiraju softverske operacije tokom animiranja hajpoli modela, kreiraju se loupili verzije metodom retopologije. Radi boljeg razvijanja UV mape, topologija modela je svedena na ravnomernu raspodelu poligona. Istim pajplajnom su izmodelovani pozadinski rekviziti namenjeni za set dressing okruženja. Pored frontalnih trodimenzionalnih elemenata kao što su stabla, kamenje i drveće, korišćen je postupak oblikovanja dalekih pozadinskih elemenata od dvodimenzionalnih slika na kojima su nacrtane siluete drveća. Ovim rešenjem dobija se željeni efekat paralakse pri pokretu kamere po ugledu na tehniku setbek kamere tradicionalne animacije.

3.5. Teksturisanije lika

Nakon razvijanja UV mape loupilija, detalji hajpoli modela se bejkuju u vidu teksturalnih mapa, pomoću softvera koji je namenjen za teksturisiranje. Koristeći se

vizuelnim planom, pored bejkovanih mapa, modelima se nanose boje i naknadno iscrtavaju dodatni detalji. Ovaj proces nalikuje procesu bojenja marionete koja se dobija tokom izrade stopmoušn animacije. Na kraju procesa dobijene mape koje se koriste za definisanje šejdera su kolor, normal, mapa hrapavosti i metalik mapa.



Slika 4. Teksturisani 3d modeli lika i predmeta

3.6. Rigovanje lika

Kako bi se implementirali specifični principi animacije u stilizovanom kratkom animiranom filmu, humanoidni lik obuhvata kompleksan rig. Pored osnovnog hijerarhijskog skeleta, koriste se dodatni skeletni sklopovi koji pružaju mogućnost animiranja po principu gnječenja i istežanja, poznati u animacionoj industriji kao streči rig

Za rig lica lika upotrebljena je blendšejp metoda deformacije. Po ugledu na metodu animiranja zamenljivih lica stopmoušn animacije, upotrebljavaju se zasebni modeli glave lika sa ekspresijama. Za svaku ekspresiju koristi se kopija originalnog modela, koja se digitalno vaje.



Slika 5. Rig lika u vidu skeleta i kontrola

3.7. Animacija lika

Za ostvarivanje stilizovnog tipa animacije po ugledu na tradicionalne crtane filmove, za ovaj rad izabran je artistski tip animiranja. Izabrani frejmejnt animacije ima vrednost od 30 fps zbog čega pokreti deluju fluidniji od tradicionalne animacije koja praktikuje upotrebu od 24 frejma po sekundi.

Prema storibordu, animacija je podeljena na više nadovezujućih segmenata, odnosno radnji, na osnovu kojih se postavljaju poze ekstrema. Tokom ovog procesa primenjuju se kombinacija principa animacije kao što su princip animiranja od poze do poze i sukcesivnog animiranja. Raspoređivanjem kifrejmovih ekstrema po vremenskoj liniji primenjuje se princip tajminga i spejsinga. Upotrebom principa gnječenja i istežanja u kratkim vremenskim intervalima, postiže se na suptilan način dopadljiva animacija. Takođe, za ovaj rad je obimno korišćen princip prateće i preklapajuće akcije. Kretanjem pratećih elemenata glavnog lika kao što su brada, brkovi, kosa, plašt i kaciga, bolje se dočarava fluidnost cele radnje.

Poslednja faza animiranja predstavlja recenziju celokupne animacije i njeno naknadno obrađivanje upotrebom kriva u vidu bezije kriva.



Slika 6. Isečci sukcesivnih frejmova na kojima se mogu uočiti primenjeni principi animacije.

3.8. Osvetljenje scene

Pri postavci svetala na 3D sceni, za brži prikaz rezultata, koristi se moderna metoda renderovanja u realnom vremenu. Kako primarno osvetljenje ima za zadatak da mimikuje dnevno svetlo, za ovaj rad izabran je usmereni svetlosni izvor svetlo-žute boje. Za pomoćna svetla, koja celoj sceni daju dopadljiv ambijent, korišćeni su površinski izvor svetla, kako bi se senke dobijene usmerenim svetlom ublažile, dok je za ostvaranje većeg kontrasta između karaktera i okruženja izabrano svetlo reflektora.

3.8. Renderovanje

Za poslednji proces izrade praktičnog rada vrši se renderovanje svake slike kadra. Vreme trajanja kratkog animiranog filma je svedeno na 40 sekundi, odnosno 1222 frejmova. Kako je rad niskobudžetne prirode, izabran je metod renderovanja u realnom vremenu. Ovom metodom, renderovanje koje bi inače prirenderskom metodom trajalo par minuta po svakoj slici, renderovanje je svedeno na par sekundi po frejmu.

3.9. Kompozitovanje

Poslednji završni proces izrade podrazumeva prikupljanje, uklapanje i kompozitovanje izrenderovanih sekvenci u slojevima različitih render pasova. Kako bi se pri kompozitovanju lakše vršila izmena pojedinih detalja, kao što su jačina osvetljenja, količina senki, kolor korekcija svih elemenata scene itd. potrebno je izrenderovati sekvence svih frejmova

Pomoću softvera namenjen za kompozitovanje primenjeni su razni filteri i efekti kako bi se finalni izgled animacije ulepšao.



Slika 7. Prikaz finalnog rendera kadra uklopljenih slojeva svih render pasova

4. ZAKLJUČAK

Uvidom u različite tehnološke pristupe pri izradi animacije koji se razmatraju u ovom radu, može se zaključiti da kompjuterska tehnološka izrada danas postaje najpouzdaniji vid oblikovanja animacije. Primeri koji se navode kroz teorijski deo rada, svedoče o kontinualnom tehnološkom razvitku različitih segmenata produkcije. Korišćenjem dvodimenzionalnih slika u trodimenzionalnom prostoru u vidu pozadinskih elemenata, primene zamenljivih lica i glinenih lica u stop mouš tehnici izrade, kompozitovanje po slojevima, manipulacija pomoću skeleta itd., kompjuterska animacija prenosi i kombinuje ove principe u digitalni oblik.

Na taj način, produkcija animacije postaje fleksibilna, pojednostavljena a time i pristupačnija manjim umetničkim timovima kao što je to prikazano kroz praktičan deo ovog rada.

5. LITERATURA

- [1] „Motion pictures: The grand optical illusion,“ [Na mreži]. Available: <http://thebrain.mcgill.ca>
- [2] F. Thomas i O. Johnston, The Illusion of Life, 1981.
- [3] R. Dunlop, Production Pipeline Fundamentals for Film and Games, 2014.
- [4] „Introduction to stop motion animation,“ dragonframe, [Na mreži]. Available: <http://www.dragonframe.com/introduction-stop-motion-animation>.
- [5] R. Parent, Computer Animation: Algorithms and Techniques, 2001.

Kontakt adresa autora:

MSc Vladimir Jugović

E-mail: vladmer.x@gmail.com

LENTIKULARNA TEHNIKA U PROSTORNOM DIZAJNU**LENTICULAR TECHNIQUE IN SPATIAL DESIGN**Anja Pavković, Vladimir Dimovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN**

Kratak sadržaj – Rad istražuje pojam, istoriju, princip i razvoj lentikularne tehnike, i njenu primenu u štampanim medijima, umetnosti, i prostornom dizajnu. Istraživanje je upotpunjeno modelovanjem virtuelnog prostora i simuliranjem lentikularne tehnike u programu Autodesk 3DS Max.

Ključne reči: Lentikularna tehnika, prostorni dizajn

Abstract – Theme of this paper is a research of the concept, history, principle and development of lenticular technique and its applications in print media, art and spatial design. The research is completed by modeling virtual space and simulating lenticular technique in software Autodesk 3DS Max.

Keywords: Lenticular technique, spatial design

1. UVOD

Razvojem lentikularne tehnike, i njenom primenom u dizajnu i umetnosti, omogućen je drugačiji pristup komunikacije sa posmatračem, odnosno sa ciljnim grupama. Efekti lentikularne tehnike daju iluziju trodimenzionalnosti, prostornosti, kretanja i promena (što je istovremeno i u osnovi animacije). Animacije koje se mogu prikazati ovom tehnikom su kratke i mogu se ponavljati iznova samo promenom ugla posmatranja. Lentikularna tehnika se tako nalazi negde između odštampane slike i slike na ekranu. Ovom tehnikom omogućeno je kreiranje upečatljivog sadržaja koji privlači pažnju i izaziva interakciju sa posmatračem, a istovremeno pruža dizajneru mogućnost da izrazi kreativnost na kompleksniji način.

2. PRINCIP LENTIKULARNE TEHNIKE

Lentikularna tehnika omogućava da se veći broj slika prikaže istovremeno na jednoj površini. Struktura te površine omogućava posmatraču da blagom promenom ugla gledanja vidi sve slike u sukcesivnom nizu. Na taj način se statički prikaz pretvara u dinamičan i interaktivan medij. To se postiže kombinovanjem specijalno pripremljenih grafika. Priprema podrazumeva sečenje slike na uzane trake koje se ređaju jedna uz drugu stvarajući novu sliku koja sadrži trake svih slika koje se koriste. Na novonastalu sliku se postavlja folija koja ima ulogu sočiva. Osim prikaza animacija, lentikularna tehnika se može koristiti kao autostereoskopski prikaz

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Vladimir Dimovski, docent.

treće dimenzije. Ova metoda omogućava prikazivanje stereoskopskih slika bez posebnih naočara ili drugih pomagala [1]. U nastavku će biti ukratko opisani efekti izvodljivi u lentikularnoj tehnici. 3D efekat u lentikularnoj tehnici daje iluziju dubine na ravnoj površini i moguće ga je kombinovati sa drugim efektima lentikularne tehnike [2]. Flip efektom postiže se brza tranzicija dve slike - najjednostavniji, ali često najefikasniji efekat lentikularne tehnike. Korišćenje flip efekta je korisno za ilustrovanje "uzročno- posledičnih" stanja i "pre i posle" poređenja. [3].

Efekat Animacija udahnuje život, kreira iluziju pokreta ili promene. S obzirom da koristi seriju slika (koje se spajaju kako bi kreirale animaciju sličnu kratkom filmskom isečku) ovo je najsloženiji lentikularni efekat. Kako bi se postigao što realističniji prikaz efekta animacije potrebno je najmanje tri, a poželjno je pet ili više slika (kadrova) što zahteva gustu strukturu finalne slike na koju se postavlja sočivo. Morf efekat predstavlja postepeni prelaz jednog stanja u drugo i pogodan je za ilustrovanje transformacije oblika [5].

Ukoliko su objekti slični po obliku i boji, prelaz će biti neprimetan. U suprotnom, elementi koji nisu dovoljno slični mogu dovesti do toga da se jedna slika pojavljuje blede iznad druge. Zum efekat predstavlja iluziju kretanja objekta iz pozadine u prvi plan ili obrnuto. Ovaj efekat se najčešće koristi za isticanje elemenata kao što su proizvodi, logotipi ili važne poruke.

Najbolji efekat zumiranja postiže se dizajniranjem grafika koje kombinuju hladne/tamne boje u pozadini i tople/svetle za element koji se "približava".

3. RAZVOJ LENTIKULARNE TEHNIKE

Princip lentikularne tehnike otkriven oko 1900. godine kao novi način predstavljanja iluzije trodimenzionalnosti ili pokreta na dvodimenzionalnoj statičnoj ravni (podlozi). U početku, novi proces je koristio list stakla ili plastike prekriven nizom paralelnih, neprozirnih linija koje su odvojene prerezima.

Da bi se prikazala iluzija, dve slike je bilo potrebno iseći na vertikalne trake, zatim ih složiti tako da se od obe slike uzima svaka druga traka. Na novonastalu sliku (koja u sebi sadrži naizmenično složene trake obe slike) se postavi trakasti zastor (ili linijski ekran), nekoliko milimetara od površine. Ako je ugao gledanja ispravan, prerezi omogućuju posmatraču da vidi samo trake koje pripadaju jednoj slici potrebne za percepciju iluzije. Linijski ekran je kasnije zamenjen lentikularnim ekranom, sastavljenim od sićušnih sočiva, ali princip je ostao isti [6].

Međutim, iako je princip nastao 1900. godine, početke lentikularne tehnike nalazimo čak 1692. godine, kada ju je francuski slikar G. A. Boa-Kler (G. A. Bois-Clair) prvi put upotrebio. Njegov rad, dvostruki portret po kojem je postao poznat, predstavlja zbunjujuću sliku na kojoj, kada se posmatra frontalno, posmatrač vidi dva različita prizora međusobno isprepletana. Međutim, posmatranjem iskosa (sa leve ili desne strane) mogu se videti dve potpuno različite slike (Slika 1) [7].



Slika 2 – G. A. Boa-Kler *Dvostruki portret*

Profesor Gebrijel M. Lipman (Gabriel M. Lippmann) je 1908. godine predložio upotrebu mreže sočiva umesto niza paralelnih neprozirnih linija odvojenih prorezom. Krajem dvadesetih godina prošlog veka nekoliko naučnika, uključujući i Herberta Ajvsa (Herbert Ives), počeli su da razmišljaju kako da uproste Lipmanov integrisani niz sfernih sočiva uvodeći u proces niz lentikularnih sočiva. Mreža sočiva je providna, a zadnja strana, koja je, u stvari, i ravan fokusa, potpuno je ravna. Sistem niza cilindričnih sočiva postao je popularan i primenjuje se i danas u produkciji lentikularnih slika.

4. PRIMENA LENTIKULARNE TEHNIKE U ŠTAMPANIM MEDIJIMA

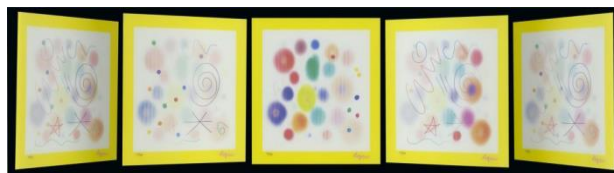
Lentikularna tehnika je svoj najveći napredak dostigla šezdesetih godina, kada su velike korporacije prepoznale njen reklamni potencijal, a masovna proizvodnja lentikularnih slika počela je 1964. godine kada je *Look* magazin objavio prvu lentikularnu fotografiju, veličine razglednice. Preko osam miliona primeraka časopisa prodato je te godine, što je automatski uticalo na popularizaciju lentikularne tehnike i njenu primenu na brojne reklamne proizvode. Otvarale su se firme koje su se bavile isključivo proizvodnjom lentikularnih predmeta, a među najpoznatijima je njujorška firma *Vari-View*, koja je znatno doprinela komercijalnom razvoju lentikularne tehnike [6]. Ove firme proizvodile su lentikularne razglednice, prstenje sa lentikularnom slikom, sličice za albume, igračke za decu, i razne druge reklamne predmete. Kako se razvijala tehnologija, tako se razvijao i sam dizajn i upotreba lentikularnih slika. Iako postoji 70 godina i više, tek pre manje od jedne decenije dizajneri i oglašivači su prepoznali moć lentikularne tehnike kao ozbiljan marketinški alat. Napredak u softveru i tehnologiji, koji je učinio boljim kvalitet lentikularnih slika, samo je doprineo ovome. Danas razne fondacije, kao i organizacije fokusirane na rešavanje društvenih problema često u svojim kampanjama koriste promotivni materijal izrađen u lentikularnoj tehnici.

5. PRIMENA LENTIKULARNE TEHNIKE U UMETNOSTI

Jakov Agam (Yaacov Agam) je izraelski vajar i slikar čije su umetničke prakse, u domenu optičke i kinetičke umetnosti, svetski poznate. Uveo je lentikularnu tehniku u istoriju umetnosti kao medij koji problematizuje ulogu posmatrača u procesu percepcije umetničkog dela. To se posebno odnosilo na kretanje posmatrača u odnosu na statično umetničko delo. U njegovim radovima pojavljuju se dve ili više različitih kompozicija koje su oslikane na trakastim površinama rebrastih reljefa. Sami reljefi su konstruisani tako da se percipiraju pod uglom. Na taj način posmatrač, odabirom ugla pod kojim će gledati delo, sam određuje koliko će se kompozicije preplitati. U krajnjim pozicijama može videti svaku kompoziciju ponaosob. Frontalno gledano, dela predstavljaju spoj dve ili tri kompozicije, najčešće geometrijske apstrakcije. Gledalac doživljava ne samo postepeno spajanje, ili preplitanje, jedne kompozicije u drugu, već može odrediti i kada će se u svom kretanju zaustaviti i gledati u kojoj meri su kompozicije sjedinjene stvarajući novu kompoziciju. Bogatstvo i kompleksnost umetničkog sadržaja u Agamovim kreacijama najbolje se vidi u projektima kao što je „Salon Agam“ u Parizu, gde je čitav prostor salona u stalnom fluidnom pokretu dok posmatrač prolazi kroz njega. Agamova dela se menjaju u odnosu na kretanje i poziciju gledaoca, omogućavajući im da aktivno učestvuju u transformaciji. S obzirom da je delo u konstantnom stanju tranzicije, ono postoji kao neuhvatljiv prikaz promenljive stvarnosti i protoka vremena. Dva primera ovog koncepta su Agamovi radovi „Jutarnje svetlo“ (engl. *Morning Light*) i „Beskonačnost“ (engl. *Infinity*) (Slike 2 i 3). Agamova upotreba vedro obojenih oblika, apstrakcije i metamorfoza, navodi gledaoce da stvarnost percipiraju kao fragmentiranu i promenljivu [8].



Slika 2 - Jakov Agam *Jutarnje svetlo* (2015)



Slika 3 - Jakov Agam *Beskonačnost* (2014)

Rendi Noborikava (Randy Noborikawa) iz Južne Kalifornije je mlađi umetnik koji se, pored mnogih tehnika, u svom izražavanju služi i lentikularnom tehnikom. Nakon posete izložbe optičkih iluzija koje su ostavile snažan utisak na njega, počinje da eksperimentiše i pronalazi način kako da se izražava posredstvom lentikularne tehnike. Svoje radove aplicira na lagane manje konstrukcije, koje kasnije spaja u kompoziciju [9]. On koristi fenomen preklapanja slika sugerišući da, u estetskom smislu, lentikularna tehnika u prvi plan donosi razmišljanje o dualističkoj prirodi sveta, i ostavlja

posmatraču da odluči o vezi između dve slike. Njegovi radovi često su deo arhitekture javnih prostora. (Slika 4)



Slika 4 - Radovi Rendija Noborikave

6. PRIMENA LENTIKULARNE TEHNIKE U PROSTORNOM DIZAJNU

Pored dekorativne uloge u prostornom dizajnu poput Noborikavinih radova postavljenih na zidove zgrade, lentikularna tehnika primenjena je i za kreiranje atraktivnih informativnih poruka koje usmeravaju ljude u prostoru. Na slici 5 prikazan je interaktivan znak, u lentikularnoj tehnici. Jedan aspekt znaka sadrži strelicu, a drugi informativni tekst [10].



Slika 5 - Lentikularna tehnika sa porukom usmerenja

Prostorne instalacije izrađene u lentikularnoj tehnici postavljaju se i na aerodrome, često su velikih dimenzija i sadrže jednostavne tekstualne poruke (na primer pozdrave dobrodošlice). Takav primer je i lentikularni rad dug 23 metra koji spaja fantastične predele sa stvarnim predelima Novog Zelanda, a postavljen na međunarodnom aerodromu. Taj rad je deo globalne marketinške kampanje za turizam na Novom Zelandu [11]. Kako je ova tehnika bila sve više rasprostranjena i kako su je umetnici i dizajneri sve više koristili, sve češće su nastajali tzv. *lentikularni zidovi* koji se danas mogu pronaći u mnogim javnim prostorima širom sveta kao odlični primeri prostornog dizajna. Ograde, roletne, rešetke i druga pogodna mesta predstavljaju elemente koji služe umetnicima kao slikarsko platno. Na primer, na Menhetnu, u prodavnici *Sephora* upotrebljeni su lentikularni paneli za stvaranje velikog murala pod nazivom "Transformacija lepote" (Slika 6) [12].



Slika 6 - Prodavnica Sephora

Još jedan upečatljiv primer postavila je singapurška osiguravajuća kuća koristeći lentikularni princip na posebno dizajniranom zidu (postavljeni zakrivljeni stubovi), kako bi se istakao međuzavisni uticaj uštede i ulaganja (eng. *Invest/Save*) (Slika 7).



Slika 7 - Lentikularni zid u Singapuru

Ovakve lentikularne zidove počeli su da primenjuju mnogi prostorni dizajneri u robnim kućama ili velikim kompanijama. Pored atraktivnog izgleda cilj je i stvaranje inspirativnijeg radnog okruženja. Arhitekta Šigeru Ban (Shigeru Ban) takođe je koristio lentikularnu tehniku u kreiranju prostora prodavnice obuće *Camper*. Lentikularni zid vidljiv je iz daleka kroz visoke i široke prozore. Na taj način je granica između unutrašnjosti prodavnice i užurbanog grada postala gotovo neprimetnom. Gledajući sa jedne strane, ovaj lentikularni zid prikriva niz jedinstvenih polica za cipele, dok gledajući sa druge strane prikazuje naziv prodavnice (Slika 8). To je mali prostor koji i dalje zadržava osećaj širine i otvorenosti zahvaljujući Banovom promišljenom minimalizmu [13].



Slika 8 - Lentikularni zid u Camper prodavnici

7. SIMULACIJA LENTIKULARNE TEHNIKE

Kako bi se predstavila simulacija lentikularne tehnike, nakon osmišljene ideje i kreirane skice, prostor se iscrtava i modeluje u programu *Autodesk 3DS Max*. Prva lentikularna slika postavljena je na samom ulazu, a sastoji se od slike logotipa Fakulteta tehničkih nauka i slike sa tekstom dobrodošlice. Ulaz je zamišljen tako da posetilac, čim uđe, odmah bude informisan gde se nalazi. Druga lentikularna slika kreirana je po ugledu na objekat iz 1692. godine, koji je izradio pomenuti francuski slikar. Ovaj lentikularni objekat koji prikazuje simbol strelice kreiran je da usmerava posetioca. Treća slika je konstruisana pomoću niza kvadratnih stubova rotiranih za 45 stepeni. Prateći ovaj zid do kraja posetilac stiže do vrata koja vode u štampariju. Kako bi taj put bio što prijatniji na zidu su predstavljene slike koje su u vezi sa pojmom štampe i njenim raznovrsnim tehnikama. Gledanjem u smeru štamparije zid prikazuje spektar boja, dok u povratku prikazuje fotografiju procesa štampe. Kako bi se postigli ovi efekti na 3D objektima, potrebno je

primeniti materijale čije su teksture prethodno pripremljene u programima iz Adobijevog paketa kao što je *Illustrator* i *PhotoShop*. Nakon toga su eksportovane u dimenzijama koje su proračunate na osnovu dimenzija 3D modela. Materijali se primenjuju na kreirane objekte koji su postavljeni na svakoj od površina stubova. Primljeni su materijali i na ostatak scene, i dodata su svetla kako bi se dobio lep, i skladan vizuelni izgled i postigao jači trodimenzionalni utisak (Slika 9).



Slika 9 - Lentikularni zid

8. ZAKLJUČAK

Pored dekorativne uloge, lentikularna tehnika omogućava drugačiji pristup komunikacije sa ljudima i ciljnim grupama. Omogućeno je prenošenje poruka na veoma kreativan i interaktivan način. Prednost lentikularne tehnike u odnosu na štampu ogleda se u tome što daje iluziju trodimenzionalnosti, prostornosti, kretanja i promena, što omogućava kreiranje upečatljivog sadržaja koji privlači pažnju i duže ostaje u sećanju posmatrača. Lentikularna tehnika, kao veoma interaktivna, posmatraču pruža mogućnost da aktivno učestvuje u transformaciji svojim kretanjem i promenom pozicije posmatranja.

9. LITERATURA

- [1] History of Lenticular, David E. Roberts, Leap Technologies, LLC, 2003
- [2] True-3D in Cartography, Manfred Buchroithner, Springer-Verlag Berlin, 2012
- [3] <https://www.lenstarlenticular.com/lenticular-effects> (pristupljeno jula 2019.)
- [4] http://www.outeraspect.com/basic_lenticular_effects.php#3d_effect (pristupljeno jula 2019.)
- [5] <https://dplenticular.com/technology/> (pristup. jula 2019.)
- [6] 3D and Ani-mated Lenticular Photography, Kim Timby, Walter der Gruyter GmbH Berlin, 2015
- [7] Double Portrait, Gaspar Antoine, 2009
- [8] <https://www.parkwestgallery.com> (pristup. avgusta 2019.)
- [9] [https://www.juxtapoz.com/news/feature-an-interview-with-andy-noborikawa-/](https://www.juxtapoz.com/news/feature-an-interview-with-andy-noborikawa/) (pristupljeno avgusta 2019.)
- [10] <https://www.behance.net/gallery/37175391/Lenticular-Signage> (pristupljeno avgusta 2019.)
- [11] <https://www.tourismnewzealand.com/news/fantasy-of-100-middle-earth-welcomes-travellers/> (pristup. avgusta 2019.)
- [12] <https://weburbanist.com/2011/12/12/lenticular-street-art-trick-graffiti-works-only-at-angles/> (pristup. avgusta 2019.)
- [13] <https://inhabitat.com/shigeru-ban-completes-first-us-retail-project-camper-store-in-nyc/> (pristup. septembra 2019.)

Adresa autora za kontakt:

Anja Pavković: anja.pavkovic95@gmail.com
 dr Vladimir Dimovski: dimovski@uns.ac.rs

Departman za grafičko inženjerstvo i dizajn
 Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

IZRADA APLIKACIJE MEŠOVITE STVARNOSTI**THE DEVELOPMENT OF MIXED REALITY APPLICATION**Goran Poletanović, Neda Milić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN**

Kratak sadržaj – U okviru rada date su teorijske osnove tehnologije i primene mešovite stvarnosti, kao i poređenje sa proširenom i virtuelnom stvarnosti. Rezultat rada predstavlja funkcionalna aplikacija mešovite stvarnosti sa namenom prezentovanja određene kompjuterski generisane prostorije (stvarne ili imaginarne) unutar realnog okruženja. Razvijena aplikacija omogućava da se na skeniranu ravnu površinu postavi prolaz koji vodi u digitalni svet. Postupak izrade aplikacije detaljno je opisan u praktičnom delu, uz opis razvojnog okruženja (Unity) i softverskih dodataka korišćenih za izradu aplikacije (ARCore SDK, Android SDK). Za potvrdu ispravnosti, aplikacija je testirana na različitim uređajima pri različitim uslovima osvetljenja i na otvorenom i u zatvorenom prostoru.

Ključne reči: mešovita stvarnost, proširena stvarnost, aplikacija, Android, ARCore, Unity

Abstract – Within the framework of the thesis, the basic definition of technology and application of mixed reality is given, as well as comparison with augmented and virtual reality. The result of the work is a functional mixed reality application for the purpose of presenting specific computer-generated room (real or imaginary) inside the real surrounding. The developed application projects a portal on the scanned flat surface leading to the digital world. Application development steps are described in detail in the practical part, along with a description of the development environment (Unity) and software add-ons used to create the application (ARCore SDK, Android SDK). In order to verify its functionality, the application has been tested on different devices under different lighting conditions both outdoors and indoors.

Keywords: mixed reality, augmented reality, application, Android, ARCore, Unity

1. UVOD

Mešovita stvarnost (engl. *Mixed Reality*, MR) nastala je spajanjem tehnologije proširene (engl. *Augmented Reality*, AR) i virtuelne stvarnosti (engl. *Virtual Reality*, VR). Termin *mešovita stvarnost* se prvi put spominje u naučnom radu iz 1994. godine „*Taksonomija vizuelnih prikaza mešovite stvarnosti*“ autora Pola Milgrama i saradnika [1].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Neda Milić, docent.

2. MEŠOVITA STVARNOST

Definicijom mešovite stvarnosti u užem smislu bi se mogao smatrati delimično virtuelni svet u kojem su dinamički integrisani objekti ili ljudi iz stvarnog okruženja kako bi se proizvela nova okruženja i vizuelizacije gde digitalni i fizički objekti koegzistiraju i komuniciraju u realnom vremenu [2]. Prema ovoj definiciji, za razliku od VR, MR nije potpuno virtualni svet, dok je, za razliku od AR, u mešovitoj realnosti veća kompleksnost kompjuterskih generisanih objekata. Milgram i saradnici [3] ovu oblast nazivaju proširena virtualnost (engl. *Augmented Virtuality*, AV). Digitalni sloj koji fizičkom svetu dodaje aplikacija mešovite realnosti ne ograničava se samo na 3D modele, već to mogu biti i slike, video i audio snimci, interaktivne forme i slično.

Mešovita stvarnost u širem smislu obuhvata sve varijacije i kompozicije virtualnih i realnih objekata [2] što kompanija Majkrosoft ilustruje kontinualnim spektrom čije polarne krajeve predstavljaju stvarno fizičko okruženje i potpuno digitalni svet [4] (Slika 1). U ovom smislu, MR je šira kategorija koja obuhvata oblasti i AR i VR (kao i AV).



Slika 1. Spektar mešovite stvarnosti

2.1. Hardverska komponenta mešovite stvarnosti

Uređaji za prikazivanje mešovite realnosti se mogu podeliti na dve osnovne kategorije (ista podela se može napraviti i za proširenu realnost) [3]:

1. Mešovita realnost uz pomoć transparentnih ekrana (engl. „*see-through display*“) - direktna mešovita realnost Ovu klasu displeja karakteriše sposobnost da se kroz ekran vidi direktno okruženje posmatrača, postižući tako maksimalni mogući stepen prisutnosti i krajnji nivo „slike u stvarnom prostoru“. U ovim sistemima mešovite stvarnosti, zajednička okluzija stvarnog i virtuelnog okruženja pojačava korisnikova čula tako da ima osećaj da virtuelni objekti zaista postoje u stvarnom svetu. Transparentni displeji su kao paneli ili kao HMD. Prednost displeja na HMD uređajima, tehnološki i perceptivno, predstavlja sistem kamera kod kojih je efektivna tačka gledanja identična onoj u posmatračevim očima.

Iako tehnologija transparentnih displeja postoji više od 20 godina, i dalje na globalnom nivou nema puno proizvođača koji isporučuju ovakve displeje. Projektovanje digitalnih objekata postignuto je hologramskom tehnologijom. Poznati uređaji ove kategorije su *Microsoft HoloLens*

(Slika 2), *Magic Leap*, *DAQRI Smart Glasses*, *Lenovo Mirage* i drugi.

Pored ovih hologramskih uređaja, na tržištu se pojavljuju i HMD uređaji sa neprozirnim ekranima koji se prvenstveno koriste za VR, ali kako poseduju odgovarajuće kamere, mogu se koristiti i za mešovitu realnost. Takvi uređaji su *Acer Windows MR Headset*, *Lenovo Explorer*, *HTC Vive Pro*, *Oculus Rift S* i drugi [5].



Slika 2. HMD uređaj *Microsoft HoloLens 2*

2. Mešovita realnost uz pomoć klasičnih ekrana/monitora - indirektna mešovita realnost

Za ovu vrstu displeja često se koristi termin „WoW“ (engl. „window-on-the world“) – „prozor u svet“. Ovakvi displeji predstavljaju sisteme u kojima slike generisane računarom prekrivaju trenutni ili uskladišteni video prikaz. Prikaz AR i MR aplikacija preko ovakvih displeja je zastupljeniji nego „see-through“ displeji zbog jednostavnije izrade i nižih eksploatacionih troškova. Najčešći uređaji ove kategorije su mobilni telefoni, tableti, simulatori, virtualne pećine (engl. *Cave Automatic Virtual Environment*, *CAVE*) i slično.

Mobilni telefon je najzastupljeniji predstavnik ove kategorije uređaja. Komponente koje mobilni telefon treba da poseduje za adekvatno prezentovanje aplikacija mešovite stvarnosti su displej, kamera, procesor, MEMS senzori - magnetometar, akcelerometar i žiroskop, GPS, audio senzori, senzor svetlosti.

2.2. Softverska komponenta mešovite stvarnosti

Svaki hardver zahteva softver koji ga pokreće. Takav je slučaj i sa uređajima za mešovitu stvarnost. Zbog otvorenog koda, za operativni sistem *Android* se može pronaći najviše razvijenih aplikacija mešovite realnosti. Situacija sa HMD uređajima je drugačija jer njihovi proizvođači nemaju sopstveni operativni sistem. Predviđa se da će u narednim godinama biti napravljen prvi operativni sistem za proširenu i mešovitu stvarnost [5]. Takođe naglašava da je *Microsoft Holo UI* (interfejs za *HoloLens*) „stepenik“ u kreiranju prvog operativnog sistema za HMD uređaje mešovite i proširene stvarnosti. Kompanija *Microsoft* u sklopu svog operativnog sistema *Windows 10* nudi platformu *Windows Mixed Reality* koja programerima olakšava posao kreiranja aplikacija za mešovitu stvarnost.

Među poznatije kompanije koje se bave razvojem softvera za MR i AR aplikacije spadaju *Unity*, *Microsoft*, *Meta*, *Jaunt*, *HoloLamp*, *eonreality*, *Daqri*, *Blippar*, *Avegant*, *Augment*.

2.5. Fotogrametrija

Fotogrametrija je nauka i tehnologija dobijanja kvantitativnih informacija o fizičkim objektima procesima snimanja, merenja i interpretiranja fotografija i prikaza elektromagnetnog zračenja dobijenih uz pomoć senzora

[6] i za cilj ima vernu rekonstrukciju snimljenog 3D prostora. Kako bi se dobio 3D objekat uz pomoć fotogrametrije, objekat se snima iz različitih uglova, zatim dobijene slike se spajaju u jednu datoteku koja sadrži sve podatke o objektu. Zahvaljujući postupku fotogrametrije, moguće je dobiti precizne mere objekata i prepoznavanje ravnih površina (zida, poda, plafona) čime 3D modeli u aplikacijama mešovite stvarnosti postižu novi nivo realističnosti i interaktivnosti [7].

3. PRAKTIČNI DEO

3.1. Odabir za izradu aplikacije mešovite stvarnosti

Kao dominantno razvojno okruženje trenutno se izdvaja *Unity* - čak 60% ukupnog broja aplikacija za proširenu, mešovitu i virtualnu realnost je kreirano upravo u ovom softveru. *Unity* je inicijalno korišćen kao *game engine*, odnosno razvojno okruženje koje programerima omogućava alate za razvoj 2D i 3D kompjuterskih igara. Danas se, osim za produkciju igara, koristi i za kreiranje 2D/3D animiranih filmova i arhitektonskih vizuelizacija, ali i aplikacija proširene, virtualne i mešovite stvarnosti. Fleksibilnost *Unity* okruženja programerima olakšava prilagođavanje i optimizaciju sadržaja za čak 28 platformi (*Windows*, *Linux*, *Android*, *iOS*, *WebGL*, *Steam VR*, *Windows MR*, *PS4*, *PSVR*, *ARKit*, *Xbox One* i druge) u saradnji sa kompanijama kao što su *Google*, *Facebook*, *Microsoft* i *Oculus*.

Softver nudi širok spektar funkcija, a postoji i veliki broj dodataka koji se lako mogu implementirati. Neki od dodataka koji se često koriste u *Unity* okruženju za mešovitu i proširenu stvarnost, a imaju primenu na android mobilnim telefonima su:

1. *ARCore* – funkcioniše tako što u osnovi radi dve stvari, a to su praćenje položaja mobilnog telefona/tableta u toku kretanja i izgradnja sopstvenog digitalnog sveta, a pored toga. procenjuje i trenutne uslove osvetljenosti okruženja date slike na kameri uređaja;
2. *Vuforia* - zahvaljujući integrisanosti u *Unity* okruženje od svoje sedme verzije, predstavlja najkorišćeniji alat za kreiranje AR i MR aplikacija koji nudi razne opcije od prepoznavanja 2D markera do prepoznavanja objekata;
3. *Mapbox* - nudi platformu za prikazivanje lokacija u realnom vremenu, a specijalizovan je za mobilne aplikacije, navigaciju, proširenu i mešovitu stvarnost.

3.2. Idejno rešenje aplikacije

Idejno rešenje predstavlja aplikacija mešovite stvarnosti koja će biti razvijena u *Unity* programskom okruženju uz dodatak alata *ARCore*. Aplikacija treba da bude dostupna svim mobilnim telefonima koje pokreće *Android* operativni sistem verzije 7.0 ili noviji, a da taj mobilni uređaj ima sertifikat za korišćenje servisa *Google ARCore* preko svojih MEMS senzora.

Sadržaj aplikacije predstavlja 3D portal sa ulazom u virtualnu štampariju koja je kreirana u programima za 3D grafiku (*Autodesk 3ds Max*). Izgled postavke portala i 3D štamparije u *Unity* softveru prikazan je na Slici 3.



Slika 3. *Virtuelna štamparija u Unity okruženju*

Nakon učitavanja aplikacije i početnih ekrana informativnog karaktera, pokreće se kamera mobilnog telefona ili tableta. Laganim pomeranjem mobilnog telefona, malom rotacijom ka ravnim površinama kao što je pod ili sto, *ARCore* će skenirati prostor, prepoznati ravnu površinu i prikazati mrežu poligona. Klikom na mrežu dolazi do pojavljivanja portala koji će predstavljati vrata u virtualni svet, u ovom slučaju štampariju. Štampariji će se pristupiti samo kroz vrata, odnosno pored vrata neće biti vidljiv zid, i prolaskom pored portala korisnik će i dalje ostajati u stvarnom svetu. Iz štamparije će korisnik kroz portal imati pogled na stvarni svet, i biće moguće, takođe kroz portal, vratiti se u njega.

U okviru virtualne štamparije prezentovana su četiri 3D modela mašina: *Foliant gemini compressor 400A*, *Epson StylusPro 7800*, *Ricoh Aficio MP 7500* i *Xerox DocuColor 252*.

3.3. Postavka Unity projekta

Pre nego što se započne razvoj aplikacije, potrebno je odraditi nekoliko koraka prilikom kreiranja 3D programa u *Unity* softveru kako bi se kasnije, nakon glavne produkcije aplikacije, mogla dobiti instalaciona datoteka. Ono što predstavlja osnovni korak za kreiranje *Android* aplikacije (.apk datoteke) je instalacija i postavljanje putanja za *Android SDK*, *NDK* i *JDK*.

Kao sledeći korak potrebno je integrisati paket *ARCore-SDK* u projekat, podesiti *AR* kameru, kao i modifikovati osnovnu skriptu paketa *ARController.cs*. Funkcionalnosti softverskog dodatka *ARCore SDK* omogućavaju prepoznavanje ravnih površina (tlo), kreiranje mreže poligona ravne površine i pozicioniranje uvezenih 3D modela u adekvatnoj srazmeri i perspektivi na toj ravnoj površini.

3.4. Testiranje aplikacije

Testiranje je vršeno na otvorenom i u zatvorenom prostoru, zatim pri normalnom (dnevnom) i pri slabom osvetljenju. Osim prethodnih testova, aplikacija je testirana u horizontalnoj i u vertikalnoj orijentaciji telefona. Test uređaji su bili Samsung Galaxy modeli S8, S9 i S9+ svi opremljeni Android 9 Pie operativnim sistemom.

Kada se aplikacija učita, uključuje se kamera telefona i prvo što korisnik vidi je normalan prikaz klasične kamere bez ikakvog digitalnog sadržaja. Za postavljanje virtualnog portala potrebno je prvo skenirati površine laganim pomeranjem telefona tako da njegova kamera polako prepozna ono što je ispred nje. Kada prepozna površinu (tlo) pojavljuje se bela mreža poligona na koje se klikom

postavlja portal. Ukoliko aplikacija prepozna još neku površinu, tada dolazi do ukrštanja mreže poligona i ta mreža će biti prikazana druge boje (ljubičasta, plava, žuta). Portal se postavlja klikom na mrežu poligona i u zavisnosti koji poligon je dodirnut, takva će biti i orijentacija portala.

Prilikom postavljanja portala na scenu, on ostaje na zadatom mestu sve dok ga korisnik ne postavi na neko drugo mesto.

Prilikom testa na otvorenom prostoru (Slika 4), bilo je moguće odraditi opširniji test nego u zatvorenom prostoru (Slika 5), jer nije bilo ograničenja u prostoru. U ovom slučaju portal je postavljen na udaljenost od 3 metra od korisnika, a zatim se korisnik udaljio više od 10 metara od portala i prikazivanje je bilo bez poteškoća.

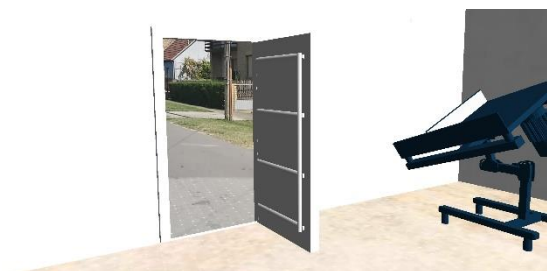


Slika 4. *Test na otvorenom prostoru*



Slika 5. *Test u zatvorenom prostoru*

Pri horizontalnoj orijentaciji (Slika 6) sadržaj aplikacije je lakši za prikaz i više sadržaja je moguće prikazati u poređenju sa vertikalnom orijentacijom.



Slika 6. Horizontalni prikaz iz virtualne štampanije

Pri slabom osvetljenju dolazi do težeg prepoznavanja tla od strane aplikacije i, ukoliko dođe do prepoznavanja, lako se može desiti da se portal izgubi prilikom pomeranje pozicije na kojoj se korisnik nalazi. Slične greške se mogu pojaviti i usled senki objekata u stvarnom okruženju.

4. ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada je prezentacija idejnog rešenja, razvoja i primene mobilne aplikacije mešovite stvarnosti. Namena razvijene aplikacije je primer prezentovanja određene stvarne ili imaginarne prostorije na jedan interesantan i upečatljiv način. Kroz praktičan deo rada demonstriran je napredak industrije mešovite stvarnosti, kao i aktuelni softverski alati za kreiranje mobilnih MR aplikacija sa integrisanom funkcijom prepoznavanja ravnih površina u realnom okruženju.

Prema očekivanjima, profit mešovite stvarnosti preteći će profit proizvoda virtualne stvarnosti zahvaljujući delimičnom zasićenju tržišta VR proizvodima sa jedne strane, i podržanosti dodatka za MR i AR mobilne aplikacije sa druge strane (ARKit dodatak koji se nalazi u svakom novijem telefonu sa operativnim sistemom iOS i ARCore za Android platformu). Korišćenjem funkcionalnosti ARCore dodatka, korisnik nije u obavezi da koristi HMD uređaj, nego je dovoljan samo mobilni telefon. Trenutni porast prisutnosti primene tehnologije mešovite stvarnosti u svakodnevno životu se primećuje kod aplikacija i mobilnih igra koje pored svog primarnog sadržaja koji ne koristi kameru telefona, ubacuju opciju skeniranja markera ili korišćenja lokacije radi dobijanja određenih beneficija.

Primenom fotogrametrije i/ili veštačke inteligencije u aplikacije mešovite stvarnosti, popularnost, korisnost i, naravno, profit ove industrije će svakako biti neuporedivo veći.

5. LITERATURA

- [1] P. Milgram, F. Kishino, "A taxonomy of mixed reality visual displays", IEICE (Institute of Electronics, Information and Communication Engineers) Transactions on Information and Systems, Special issue on Networked Reality, Dec. 1994.
- [2] RealityTechnologies, Mixed Reality Definition, Anon. [Online]. Dostupno na: <https://www.realitytechnologies.com/mixed-reality/> [Pristupljeno: 15.07.2019.]
- [3] P. Milgram, H. Takemura, A. Utsumi, F. Kishino, "Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum", 1994. [online]. Dostupno na: http://etclab.mie.utoronto.ca/publication/1994/Milgram_Takemura_SPIE1994.pdf [Pristupljeno: 19.07.2019.]
- [4] Microsoft, "The mixed reality spectrum", 2018. [Online]. Dostupno na: <https://docs.microsoft.com/en-us/windows/mixed-reality/mixed-reality> [Pristupljeno: 23.07.2019.]
- [5] W. Barfield, "Fundamentals of Wearable Computers and Augmented Reality", 2nd Ed. Boca Raton, FL, Taylor & Francis Group, 2016.
- [6] J.S. Aber, J.B. Ries, "Small-Format Aerial Photography", 2010. [online]. Dostupno na: <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/photogrammetry> [Pristupljeno: 10.09.2019.]
- [7] E.V. Rees, "Why AR and VR need photogrammetry", 2018. [online]. Dostupno na: <https://www.spar3d.com/blogs/all-over-the-map/why-ar-and-vrneed-photogrammetry/> [Pristupljeno: 11.09.2019.]

Kratka biografija:



Goran Poletanović rođen je u Novom Sadu 1994. godine. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Grafičko inženjerstvo i dizajn odbranio je 2017.godine.
kontakt: poletanovicjon@gmail.com

dr Neda Milić, docent
kontakt: milicn@uns.ac.rs

ENTERIJER PEKARE I POSLASTIČARNICE U NOVOM SADU INTERIOR DESIGN OF BAKERY AND PASTRY SHOP IN NOVI SAD

Olivera Bratić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – DIZAJN ENTERIJERA

Kratak sadržaj – U ovom radu opisan je način projektovanja pekare i poslastičarnice. Kroz studiju slučaja sa sajta archdaily, došli smo do rešenja unutrašnjeg izgleda enterijera. Analizirani su spoljašnji izgled i konstrukcija da bi preuredili unutrašnji izgled u istorijskom stilu. Odlučili smo da u sklopu datog postojećeg objekta uvedemo pekaru i poslastičarnicu, uz plan da će ovaj objekat privlačiti ljude iz raznih smerova kretanja. Rešili smo društvenu ulogu objekta iz stila Moderne u ulici Modene u Novom Sadu koji je imao dve slobodne fasade u staklu.

Ključne reči: način projektovanja, rešenje, konstrukcija

Abstract – This work describes the design method, solution and construction for a bakery and a pastry shop. Through a case study from the archdaily site, we come up with a solution of the interior. Exterior appearance and construction were analyzed to remodel the interior look in historical style. We have decided to introduce a bakery and a pastry shop within the existing facility with the plan that this facility will attract people from all directions. We solved the social role of the Modern – style building in Modena street in Novi Sad, which had two free facades in glass.

Keywords: design method, solution, construction

1. UVOD

Funcija ovog ugostiteljskog objekta je ishrana ljudi, koji će ako se nađu u centru Novog Sada znatno manje koraćati u kupovini peciva i kolača. Polazna osnova za projektovanje je Moderna.

Gotovo vek posle izgradnje ovog objekta, u sklopu njega može da se osmisli veoma interesantan dizajn. Razlog koji su doveo do prihvatanja novih ideja u životu i arhitekturi bio je Prvi svetski rat. Život Novog Sada bio je krojen neizvesnošću na ratnim frontovima i zavisio od tehnologije i filozofije.

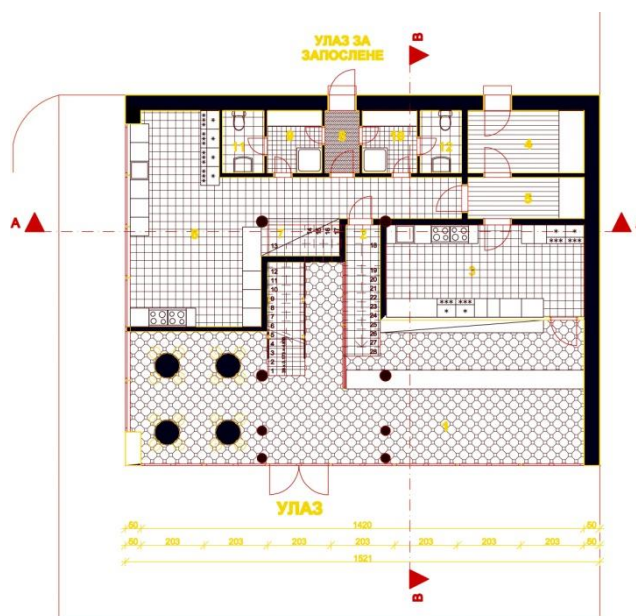
Kako je fokus života bilo obrazovanje, i umetnost je predstavljena kroz prizmu obrazovanja u najširem smislu. Ovakav način izražavanja se zove umetnost u obrazovanju, posebno, razumevanje prema procesima. Stvaralačka atmosfera se stvara u granici jedne zemlje. Kroz umetnost se može upoznati svet i pronaći svoje mesto u svetu.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Ivana Miškeljin, vanr. prof.

Ne postoje standardni kriterijumi, ali ipak naš posao je tekao kroz stalno preispitivanje, na kraju je projekat morao biti izvrstan. To je kao kada u sportu igrate sa boljima od sebe. Za predmet istraživanja, uzet je ugostiteljski objekat “pekara i poslastičarnica”, iz tog razloga ću istraživati proces proizvodnje u kuhinji.

Prostorija za pripremu slanih peciva u krajnjem severo - zapadnom delu prizemlja objekta, a prostorija za pripremu kolača u centralnom – istočnom delu objekta. Pultovi se nalaze u južnom delu u javnom prostoru prizemlja, dizajnirani prikladno da se dostavljaju peciva i kolači sa dva dela osnove.

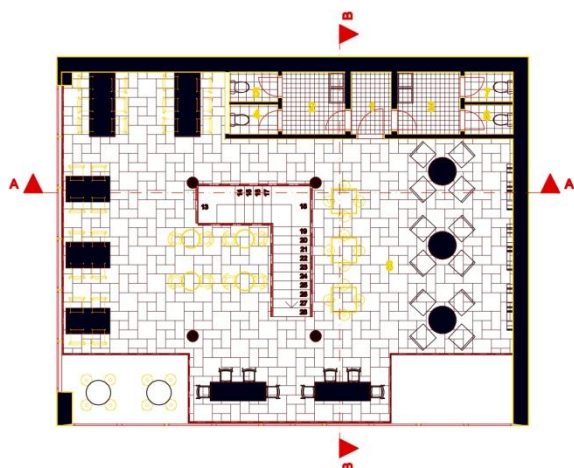


Slika 1. Osnova prizemlja

2. STUDIJA SLUČAJA – kriterijumi odabira primera

Temeljni pojam istorije umetnosti ostaje i nadalje pojam stila, kojim se obeležava istovrsnost umetničkih osobina u umetničkom delu u stvaralaštvu nekog umetnika, u umetničkoj delatnosti nekog razdoblja odnosno područja. Tim pojmom obično obuhvatamo umetničko obeležje prošlosti, tako što taj pojam modifikujemo u zavisnosti od različitih obeležja u kojima se umetničko stvaralaštvo prošlosti javljalo [1-5].

Mada pekara i poslastičarnica, u našoj zemlji nisu još uvek dobro arhitektonski razrađeni programi, ipak se može govoriti o svetskom, planetarnom interesovanju arhitekata za slobodnije ideje omeđene mnoštvom ograničenja.



Slika 2. Osnova sprata

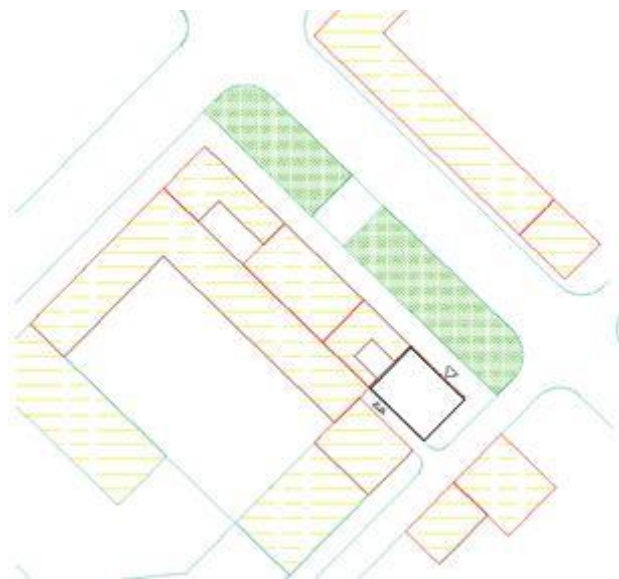
Ideje kuhinja, barova, ušle su u svetski pokret, kome će se narednih godina priključiti brojni svetski arhitekti. Preteče ideje tih barova svakako su odlike moderne i međuratne arhitekture koja je već odavno stvorena u Americi, kasnije opus Luisa Salivena i Frenk Lord Rajta, u Evropi armiranobetonske građevine Augusta Perea, dizajni enterijera i vile Adolfa Losa, nastale tokom prve decenije XX veka i posebno industrijske zgrade i brojni projekti uključujući enterijer, dizajn nameštaja i proizvoda za AEG Petera Barenasa (1907), Fabrika obuće Fagus Valtera Gropiusa i Adolfa Mejera (1911), o čemu govori poznata studija Nikolasa Pevznera Pioniri modernog oblikovanja, prvi put publikovana 1949 u izdanju Njujorškog Muzeja moderne umetnosti.



Slika 3. Izgled spoljašnjosti objekta

Pojedina dela kolektivne stambene arhitekture i arhitekture porodičnih vila, koja najavljuju moderan međuratni stil, nastala su pred sam početak Prvog svetskog rata prvenstveno u Pragu, od autora koji pripadaju tzv. Češkoj kubističkoj školi u arhitekturi-Pavla Janaka, Jozefa Gončara, Jozefa Hohola i drugih, od kojih neki nastavljaju plodnu projektantsku i graditeljsku aktivnost u posleratnom periodu.

3. LOKACIJA



Slika 4. Grafčki prikaz lokacije

Trg slobode je najstariji trg u Novom Sadu, čije konture možemo videti na kartama iz 1716. godine. Novi Sad je turistički veoma posećen grad, a lokacija pekare i poslastičarnice, nalazi se na obližnjoj parceli od Trga Slobode u Novom Sadu, što je ujedno i najprivlačniji deo grada za turiste.

Osim za turiste, u obzir uzimamo i činjenicu da se građani Novog Sada ovde hrane. Tome nam ide u prilog orentacija objekta – prema poznatom Novosadskom Mostu Slobode, pa pristigli stanovnici Petrovaradina, Karlovaca ili sa dalekog puta imaju na vidnom mestu ugostiteljski objekat – pekaru i poslastičarnicu.

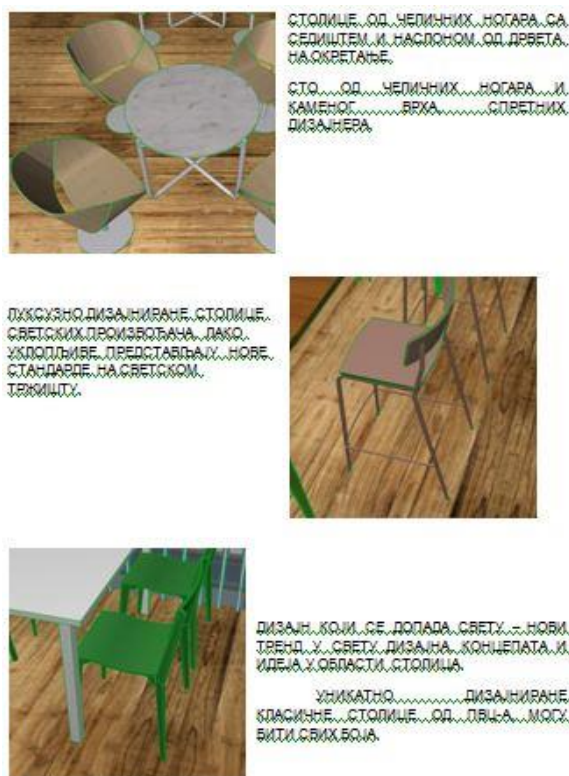
3. KONCEPT

Efekat staklenog platna je ovde u zatvorenom prostoru drugačiji, tj. poboljšava ukupan doživljaj enterijera. Čovek, krećući se, misli samo na staklenu površinu oko sebe, i način na koji se kreće, a zaboravlja sve ostalo, kao neki vid meditacije. I pored upotrebe tamne boje, enterijer odiše svežinom i nadahnućem u rešenju unutrašnjeg prostora.

Arhitektura objekta tj. postojeći zidovi i prozori predstavljaju okvir svakodnevnog života, posmatran kao unutrašnji i spoljašnji prostor koji čine jedinstvenu celinu, analiziranu u odnosu kako na prirodu, tako i na sredinu. Složenost ovog fenomena omogućava da se na višeslojan način posmatrljajući sve činioce pronadu različiti pogledi:



Slika 5. Upotrebljeni mobilijar



Slika 6. Upotrebljeni mobilijar

Šta čini arhitekturu i šta arhitektura obuhvata. Arhitektura je nesumnjivo umetnost i umeće koje traži produbljena osećanja i istančano promišljanje koje se zasniva na brojnim znanjima iz različitih oblasti.

Oblikovanje arhitektonskog prostora, polazeći od tipične jedinice, podrazumeva artikulisan odgovor na potrebe korisnika, prema unapred definisanom programu na osnovu nekog isustva ili namere. To podrazumeva pažljivo ispitivanje programskih zahteva, detaljno utvrđivanje specifičnosti svih aktivnosti koje će se odvijati i artikulaciju prostora koji će to omogućiti.

3. ZAKLJUČAK

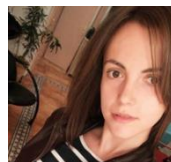
Ovim zadatkom je bilo potrebno uraditi kompletan dizajn enterijera u okviru izgrađenog objekta. Uvodni parametri su bili:

1. Ploča od prizemlja do prvog sprata na visini od 5 m, debljine 30 cm.
2. Prozorski otvori - uz ulicu Modene, protežu se do visine ploče drugog sprata, podeljeni na dva dela. Prozori na drugom spratu, dimenzija 130 x 80 cm, podignuti od poda 65 cm. Na bočnoj strani prozorski otvori - podeljeni takođe na dva dela, ali do visine ploče prvog sprata, iznad ploče prozori se nastavljaju na donje, poslednji niz je širine 30 cm.
3. Ukupna visina objekta je prizemlje visine 4,70 cm, i prvi sprat 4,70 cm, podeljen na podest drugog sprata, na 2,35 cm od poda međusprane ploče. Drugi sprat smo odlučili da uklonimo, te ovim rešenjem dobijamo dva funkcionalna sprata.

3. LITERATURA

- [1] N. Borovnica, B. Milosavljević, K. Petrovar, M. Pucar, R. Šobot, Urbanistički modeli gradskog stanovanja u niskim grupacijama, Beograd, 1994
- [2] Vladimir Mitrović, Arhitekta Đorđe Tabaković, Pokrajinski zavod za zaštitu spomenika kulture Štrosmajerova 22 Petrovaradin, Novi Sad, 2005
- [3] Milena Krklješ, Arhitektonska analiza, FTN izdavaštvo, Novi Sad, 2016
- [4] Wolfgang Velš, Naša postmoderna moderna, Izdavačka knjižarnica Zorana Stojanovića, Novi Sad, 2000
- [5] Miloš R. Perović, Istorija moderne arhitekture, Vojna štamparija, Beograd, 1997

Kratka biografija:



Olivera Bratić rođena je u Mostaru 1990. god. Master rad odbranila je 2019. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitektura i urbanizam – Dizajn enterijera.

REAKTIVACIJA OBJEKTA NEKADAŠNJE KOŽARE U NOVOM SADU**REACTIVATION OF FORMER TANNERY IN NOVI SAD**Amir Ramusović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ARHITEKTURA**

Kratak sadržaj – Tema ovog master rada jeste istraživanje i predlog reaktivacije objekta nekadašnje kožare u Novom Sadu. Kroz studije slučaja obuhvaćeni su domaći i strani primeri reaktivacije i coworking prostora. Analizirano je postojeće stanje objekta, njegove karakteristike i istorijsko - društveni kontekst ovog objekta. Grafički deo rada sadrži predlog rešenja reaktivacije objekta nekadašnje kožare u coworking prostor.

Ključne reči: Nasleđe, industrijsko nasleđe, graditeljsko nasleđe, reaktivacija

Abstract – The topic of this master thesis is the research and proposal of reactivation of tannery in Novi Sad. The existing condition of the building and the historical - social context were analyzed. Case studies cover domestic and foreign examples of reactivation of industrial heritage buildings, as well as the way of functioning of coworking spaces.

Keywords: Heritage, industrial heritage, graditeljsko nasleđe, reactivation

1. UVOD

Sa globalnom tendencijom konzervacije resursa vidljiva je težnja da se recikliranjem materijala dobije nešto novo ili produžavanjem životnog veka izgrađenim strukturama koje više ne mogu da primene program korišćenja za koji su osmišljene.

Reaktiviranje postojećih objekata može biti od ekonomske, kulturne i društvene koristi. Objekti industrijskog nasleđa pružaju dragocen pogled na prošlost i daju zajednicama karaktera i stoga bi trebalo težiti da se ovakvi objekti sačuvaju i za buduće generacije. Ovi objekti imaju značajnu istorijsku vrednosti jer sadrže mnoštvo važnih informacija vezanih za tehnologiju i nauku, dok fizički izgled objekata industrijskog nasleđa uglavnom ima naročitu estetsku vrednost.

1.1. Predmet istraživanja

Predmet rada predstavlja istraživanje, proučavanje i definisanje industrijskog nasleđa, kao i njegovo ponovno korišćenje.

Većina objekata industrijskog nasleđa u našoj zemlji je u lošem stanju i neiskorišćena, pa samim tim postoji veliki potencijal za njihovu obnovu. Istraživanje je usmereno na objekat stare kožare u Novom Sadu.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila doc. dr Anica Draganić.

Objekat stare kožare koji više ne služi industriji predstavlja jedan kvalitetan primer industrijskog nasleđa, međutim njegov potencijal nije iskorišćen, ne pridaje mu se pažnja i prepušten je fizičkom propadanju.

Glavna tema rešavanja problema biće reaktivacija objekta nekadašnje kožare, koja uključuje promenu njegove namene, a fokus rada je usmeren na preoblikovanje unutrašnjeg prostora u coworking prostor, što dovodi do još jedne teme za istraživanje.

1.2. Ciljevi istraživanja

Cilj istraživanja jeste da se ukaže na značaj industrijskog nasleđa, dokaže njegov značaj, autentičnost i vrednost kako bi se promovisali budući naponi ka sličnim reaktivacijama ovakvih objekata. Buđenje svesti i skretanje pažnje javnosti na postojanje ovakvih objekata kao i njihovo vrednovanje i zaštita, predstavlja jednu od važnih prekretnica prilikom podsticanja kulturnog razvoja grada.

U radu se nastoji ukazati na potencijal reaktivacije kao opcije održivog razvoja i zanimljive alternative rušenju.

1.3. Metode istraživanja

Prvenstveno je urađeno istraživanje postojećeg objekta nekadašnje kožare koji će kroz ovaj rad dobiti novu namenu. Ovom analizom utvrđeno je trenutno fizičko stanje objekta, kao i potencijali i nedostaci postojećeg stanja objekta za novo-planirane namene.

Primenjen je i istorijski metod kojim je proučena istorija kako industrijskog nasleđa i reaktivacije istog u svetu, tako i kod nas. Kroz studije slučaja izvršena je analiza i kritički su prikazani objekti graditeljskog nasleđa koji su prošli kroz sličan proces reaktivacije.

Nakon sprovedenih analiza pristupa se daljem radu na reaktivaciji objekta, tj. uvođenje novih namena

2. INDUSTRIJSKO DOBA

Industrijska revolucija obeležila je period razvoja u drugoj polovini 18. veka i pretvorila je velika i ruralna društva u Evropi i Americi u industrijska i urbana.

Roba koja je nekada marljivo izrađivana ručno počela je da se proizvodi u masovnim količinama pomoću mašina u fabrikama, zahvaljujući uvođenju novih mašina i tehnika u tekstilnoj, metalnoj i drugim industrijama. Ona je takođe obuhvatala prelaz sa drveta i drugih bio-goriva na ugalj. Proces industrijalizacije nije samo promenio živote ljudi već i celih socijalnih grupa i zajednica. Takođe je velikom brzinom promenio naše okruženje, pejzaž i celu planetu. Industrijska revolucija predstavlja početnu tačku procesa prelaska stare tradicionalne zajednice na novu industrijsku.

Većina ekonomskih istoričara se slažu da je industrijska revolucija najvažniji događaj u istoriji čovečanstva od perioda domestikacije životinja, biljaka i vatre.

2.1. Razvoj industrije u Vojvodini

Obzirom da teritorija današnje Vojvodine spada u područja od prirode izuzetno obdarena vodama, današnjoj uređenosti vodnog režima prethodili su brojni hidrotehnički poduhvati jednako vezani kako za omogućavanje bezbedne plovidbe, tako i za odbranu od poplava. Za te potrebe je od početka XVIII pa sve do druge polovine XX veka podignut veliki broj ustava, brodskih prevodnica i crpnih stanica na parni i dizel pogon, od kojih je dobar deo očuvan, a jedan deo još u funkciji prvobitne namene.



Slika 1. Prevodnica Šlajz, Bečež

Železnica je imala ključni značaj u ekonomskom i društvenom životu XIX veka, koji se naziva i vekom železnice. Prvi voz za prevoz tereta na teritoriji današnje Vojvodine, a tadašnjeg Tamiškog Banata, pojavio se 1854. na relaciji Oravica (Rumunija) – Jasenov – Bazijaš (Rumunija), a dve godine kasnije počeo je i putnički saobraćaj. Samo par godina kasnije otvorena je pruga na relaciji Segedin – V. Kikinda – Temišvar i Temišvar – Vršac, a veza Zrenjanina sa Kikindom uspostavljena je 1883. godine.



Slika 2. Ranžirna stanica, Novi Sad

Povoljna geografska konfiguracija omogućila je da se na početku XX veka na teritoriji današnje Vojvodine izgradi najgušća železnička mreža u Podunavlju, a prema nekim izvorima Vojvodina je u periodu između dva svetska rata imala najgušću mrežu pruga u Evropi.

2.2. Industrijsko nasleđe

Industrijsko nasleđe čine ostaci industrijske kulture koji imaju istorijske, tehnološke, društvene, arhitektonske ili naučne vrednosti. Ovi ostaci čine zgrade i mašine, radio-nice, mlinove i fabrike, rudnike i mesta za preradu i oplemenjivanje, magacine i skladišta, mesta gde se generiše,

prenosi i koristi energija, saobraćaj i sva njegova infrastruktura, kao i mesta namenjena društvenim aktivnostima, povezanim s industrijom, poput stambenih, verskih ili obrazovnih objekata.

Industrijsko nasleđe promovise društvenu vrednost na više načina. Kroz njeno proučavanje stičemo bolje razumevanje snaga i stvari koje su oblikovale našu industrijsku i post-industrijsku kulturu i gradove. Kroz očuvanje starih industrijskih delova grada pružamo neizbrisivu vezu sadašnjih i budućih generacija koje će se poistovetiti i ceniti karakter prošlih generacija i mesta. Kroz njeno reaktiviranje podstičemo održivost i ekonomsko jačanje.

Gradske i opštinske vlasti imaju problem da prepoznaju ovakve lokacije kao značajnu šansu za poboljšanje ekonomskih performansi urbanog naselja, već ih tretiraju kao pasivne i smatraju za nužno zlo bez ekonomske valorizacije.

Danas ćemo često čuti za izraz brownfield (braunfeld) lokacije na mestima gde se nalaze objekti industrijskog nasleđa. U urbanističkom planiranju, braunfeld zemljište je svako prethodno razvijeno zemljište koje se trenutno ne koristi, kontaminirano ili ne. Izraz se često koristi za opisivanje zemljišta koje je prethodno korišćeno u industrijske ili komercijalne svrhe.

3. STUDIJE SLUČAJA

Kroz studiju slučaja analiziran je niz objekata, i to pre svega uspešne prakse, implementacije nove namene u cilju reaktivacije postojećeg objekta. Takođe su analizirani coworking prostori kod nas i u svetu.

3.1. Selexyz Dominicanen Bookstore / Merkx + Girod Architecten

Ova nekadašnja gotička crkva nalazi se na malom, usamljenom trgu u istorijskom delu Maastrichta. Završena 1294. godine, zgrada je prvobitno služila kao manastirska crkva dok Napoleonove trupe nisu stigle 1796 i manastir će se raspustiti u vremenu sekularizacije.



Slika 3. Unutrašnjost objekta

Tokom narednih vekova crkva - bez kule i bez transepta - služila je različitim funkcijama. Kao prvo kao štala za konjicu, zatim kao skladište opštinske vatrogasne jedinice, kasnije kao dvorana za priredbe, a u vreme pre reaktivacije kao garaža za bicikle.

Merckx i Girod su došli na ideju da formiraju veliku policu za knjige asimetrično, u desnom delu crkve, tako da se mural iz 1337. godine sa leve strane mogao videti. Čelična struktura ove velike police za knjige je 30 metara dugačka i 18 metara visoka i ima 3 nivoa, svaki sa 3 reda polica.

Danas ovaj objekat ne privlači samo ljubitelje knjiga, već i turiste koji su iznenadno počeli da obilaze ovu nekada zaboravljenu Dominikansku crkvu.

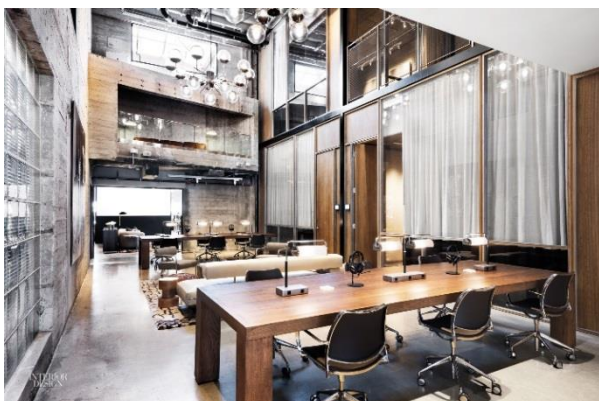
3.2. Neue House / Rockwell Group



Slika 4, *Nekadašnji Izgled*

Nakon što se ovo pokazalo kao uspešan potez otvorili su se i drugi coworking prostori u Los Angelesu. Za ovaj prostor odabrali su sedmospratnu zgradu, skoro duplo veće veličine od one u Njujorku. Ova zgrada iz 1938. je u prethodnoj nameni bila kuća CBS TV kuće, ispunjena radio i televizijskim studijima sve do 2007.

Projektanti su se maksimalno trudili da izvuku što više inspiracije iz kreativne istorije objekta i usmere je u dinamično središte koje će služiti rastućoj vrsti kreativnih osoba i preduzetnika u Los Angelesu. Mogu se kombinovati časovi slikanja i vajanja, a deo tavana se može koristiti kao prostor za odlaganje stvari i opreme.



Slika 5, *Unutrašnjost Objekta*

Radna okruženja nude niz nivoa privatnosti, od velikih otvorenih prostora koji olakšavaju saradnju, do manjih kancelarija, sala za sastanke i soba za predavanja.

Pored očuvanja karakteristika stare zgrade, kao što su originalno stepenište i stari brojčanik za liftove, pojavili su se akcenti u vidu belog mermera i grubih betonskih

zidova koji služe da razbiju monotoniju ovog nekada hladnog prostora. Čilimi iz Maroka dodaju toplinu ovom prostoru i pojačavaju utisak doma.

4. REAKTIVACIJA OBJEKTA NEKADAŠNJE KOŽARE U NOVOM SADU

4.1. Analiza lokacije

Objekat kožare se nalazi u nekadašnjem industrijskom centru Novog Sada, u najstarijem novosadskom kvartu - Almaškom kraju, na oko 1km od centra grada. Prvi meštani ovog naselja, iz kojeg je iznikao grad Novi Sad, došli su iz sela Almaša 1717. godine i naselili tadašnji Petrovaradinski šanac, koji je danas centar Novog Sada. Na samoj njegovoj ivici nalazi se zgrada Matice Srpske, koja je sagrađena 1912. godine, a u centru kraja i jedna od najstarijih bogomolja, Almaška crkva, koja je i najveći pravoslavni hram u Novom Sadu, što pokazuje ekonomsku moć i važnost tadašnjih stanovnika kraja.



Slika 6, *Almaški Kraj Danas*

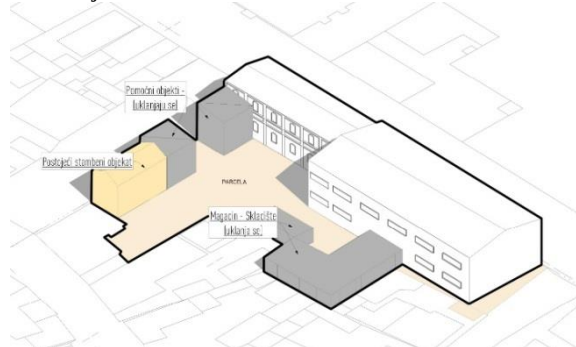
Objekat nekadašnje kožare nalazi se na uglu ulice Đorđa Rajkovića i ulice Pavla Stamatovića. U neposrednoj blizini, preko puta objekta, nalazi se prenamenjeni objekat nekadašnje svilare a današnjeg kulturnog centra.



Slika 7, *Lokacija*

4.2. Analiza postojećeg stanja objekta

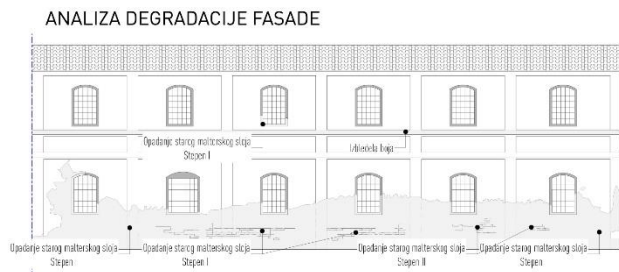
U današnjem vremenu ovaj objekat se slabo koristi - uglavnom kao magacin i kao radionice Srpskog narodnog pozorišta. Na samoj parceli nalazi se više različitih struktura, pa će sve ove strukture biti obuhvaćene ovom reaktivacijom.



Slika 8, *Postojeće Stanje, Izometrija*

Očuvanost fasade objekta kožare danas nije na zavidnom nivou. Na puno mesta dolazi do opadanja starog malter-skog sloja, najviše na prizemnom delu objekta kao i na okvirima postojećih otvora.

Boja fasade je generalno dobila prljav izgled, a na ponekim mestima se javljaju i primese zelene i sivkaste boje.



Slika 9. Analiza degradacije fasade

4.3. Prostorna organizacija

Glavna namena projekta reaktivacije je coworking prostor pa je sav prostor podređen ovoj temi. Obzirom da korisnici coworking prostora mogu biti frilenseri, a i firme sa više članova, njihove potrebe mogu biti različite, od veličine prostorija do prostorija sa posebno projektovanim delovima.

Do centralnog dela objekta dolazi se ulaznim vratima sa vetrobranom postavljenim su na istočnom delu objekta. Na ovoj strani se nalazi i ulaz u restoran. Administrativni ulaz nalazi se na krajnjem južnom delu objekta, dok je tehnički ulaz u skladište na zapadnom delu. Na prizemlju se nalazi veliki središnji multifunkcionalni prostor kojem je prvobitna namena zona za odmor, a može biti transformisan u prostor za predstave, prezentacije, izložbe i sl. Ovde se nalazi i 5 manjih coworking kancelarija kao i sala za sastanke koju korisnici coworking prostora mogu zakupiti. Na mestu nekadašnjeg objekta kožare sada je smešten kafe bar „Industrial“ koji bi svojim autentičnim izgledom privlačio ne samo korisnike coworking prostora već i ljude iz čitavog grada kao i turiste.



Slika 10. Osnova Prizemlja, Namene

Na spratu razlikujemo dve zone. Do južne zone stižemo preko velikih multifunkcionalnih stepenica i ovde je glavni deo coworking prostora. Sastoji se od velikog broja

radnih mesta, kao i dve manje kuhinje sa frižiderom, šporetom i stolom za ručavanje.

Severna zona sprata predstavlja galeriju kafe bara. Ona je dobijena uklanjanjem dela ploče prvog sprata i kao takva još više pojačava utisak industrijskog nasleđa, gde sada imamo čelične grede koje kao da lebde po prostoru i svod iz poluobičajstih delova koji vidimo već iz prizemlja.



Slika 11. Osnova Sprata, Namene

5. ZAKLJUČAK

U današnje vreme industrijsko nasleđe predstavlja bitan deo grada. Budući da se ovi objekti često nalaze u centralnim zonama, u blizini gradskog jezgra, bitno je na ove objekte gledati kao na nosioce potencijala. Održivost lokalne zajednice, u velikoj meri, zavisi od "genius loci" (osećaj mesta).

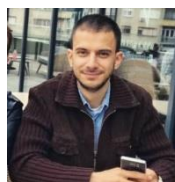
Objekti industrijskog nasleđa su danas kulturni simboli i njihovo očuvanje utiče na dobrobit zajednice, osećaj mesta i samim tim podstiče održivost zajednice. Zbog važnosti ovih faktora, bitno je objekte industrijskog nasleđa reaktivirati, a ne zameniti novim.

Reaktiviranjem objekata graditeljskog nasleđa stvaramo živopisniji i zanimljiviji grad, obnavljamo i ojačavamo lokalne zajednice, povećavamo vrednost nekretnina i na kraju stvaramo nova radna mesta.

6. LITERATURA

- [1] James Douglas, Building Adaptation, 2006
- [2] Zbornik Almaškog kraja, 2013
- [3] Jäger, Frank Peter. Old & New, 2010

Kratka biografija:



Amir Ramusović, rođen u Novom Pazaru 1994. godine. Osnovne studije završio na državnom fakultetu u Novom Pazaru 2018. godine i stekao zvanje diplomirani inženjer arhitekture. Master rad na smeru „Arhitektonsko i urbanističko projektovanje“ brani 2019. godine.

VIŠENAMENSKI PROSTOR U OBJEKTU ČEŠKOG MAGACINA U NOVOM SADU**MULTIPURPOSE SPACE IN CZECH WAREHOUSE IN NOVI SAD**Danijela Večanski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ARHITEKTURA**

Kratak sadržaj – Tema ovog master rada jeste revitalizacija objekta i enterijera objekta Češkog magacina u Novom Sadu. Kroz istorijski pregled, kako u svetu tako i na grada Novi Sad se analiziraju uticaji koji su usloveli da istorijski objekti industrije budu u poziciji u kakvoj su danas. Analiza pozicije objekta i prosuđivanje da li su novopredloženi sadržaji adekvatni za nju i sam objekat. Pominjanje generacija i malo fokusiranje na generaciju poznatu pod imenom „milenijalci“ radi boljeg razumevanja njihovih potreba i radi objašnjavanja „definicije lepog“ koje imaju oni danas i koje su imale generacije pre njih. Studija slučaja koja prikazuje primere iz sveta gde su objekti industrije koji pripadaju prošlosti rehabilitovani i revitalizovani. Nakon studije slučaja se došlo do zaključka i stekao se uvid u mogućnosti koje objekti istorijske industrije imaju. Sama analiza elemenata objekta, kako sa aspekta eksterijera, tako i sa aspekta enterijera i dalje predlaganje idejnog rešenja. Predlog je da prostor u objektu Češkog magacina bude višenamenski i da se na svakoj etaži spajaju funkcije koje nisu svakidašnje u spoju. Nakon analiziranja svega gore navedenog prešlo se na praktični deo projektovanja enterijera objekta.

Ključne reči: Češki magacin, industrijski objekti, revitalizacija, višenamenski prostor

Abstract – The subject of this master thesis is the revitalization of the building of the Czech warehouse in Novi Sad and its interior. Through a historical overview, both in the world and the territory of the city of Novi Sad, and the influences that have caused the historical industrial buildings to be in the position in which they are today. The analysis is including the location of the building and evaluation whether the newly proposed contents are adequate for the it and the building itself. The generations are mentioned with a little focus on a generation known as „millennials“ in a view of better understanding of their needs and for the comparison of the „definitions of beautiful“ that they have today and the one of generations before them. A case of study led to a conclusion on insights into the possibilities that historical industrial buildings have. The elements of the building itself are being analyzed, exterior and interior, leading to further conceptual design proposal. The idea for the Czech warehouse building is to make a multi – purpose space and to integrate features on each floor that are not commonplace. Following the analysis listed above, the preliminary design was made.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Marko Todorov.

Keywords: Czech warehouse, industrial buildings, revitalization, multi – purpose space

1. UVOD

Arhitektonsko nasleđe i ono čemu nas uči kroz analiranje građevina. Industrijsko nasleđe i njegovo prikazivanje razvijanja ekonomije i razvitka ekonomije u određenom istorijskom periodu. Objekti industrije nam ostaju kao spomenici nekih prošlih vremena i naša je dužnost da prepoznamo mogućnosti koje nam te građevine pružaju i da ih prilagodimo savremenom društvu. Revitalizacija industrijskog nasleđa, konkretno objekta pod imenom „Češki magacin“ u Novom Sadu. Reaktivacija istorijskih prostora predstavlja spoj prošlog i budućeg, starih i novih navika, pa tako i ovaj prostor ima namenu da ispuni princip reaktivacije, sa ciljem da dokaže da rušenje nije rešenje.

1.1. Predmet istraživanja

Očuvanje i revitalizacija objekta. Da li davanje nove namene objektu istorije može delovati na korisnika drugačije u odnosu na savremeni objekat? Da li se u ovakvim objektima stvara drugačija atmosfera?

1.2. Cilj istraživanja

Cilj istraživanja jeste dokazivanje da objekti koji pripadaju industrijskom nasleđu ne moraju nužno biti srušeni i da mogu služiti kako trenutnoj tako i generacijama budućnosti.

2. TEMA I SADRŽAJ RADA

Rad je strukturno podeljen na istraživački i grafički deo. Istraživački deo obuhvata:

- opšti istorijski prikaz, tačnije, industrijsku revoluciju kao glavni razlog izgradnje objekata ovog tipa
- industrijsko nasleđe i njegov značaj
- industrijsko nasleđe u Vojvodini, Novom Sadu
- analizu postojećeg stanja koja obuhvata lokaciju objekta, analizu elemenata na fasadi objekta, analizu elemenata enterijera i samu procenu koliko je objekat oštećen kako spolja, tako i unutra sa ugla opservacije
- SWOT analizu
- studiju slučaja kojom su obuhvaćeni objekti koji više ne služe prvobitnoj nameni i koji su prenamenjeni i prilagođeni novoj nameni
- češki magacin i koncept oblikovanja prostora funkcionalnih celina unutar njega gde je kroz svaku etažu objašnjena novoprojektovana namena, materijalizacija i instalacije.

Grafički deo obuhvata grafičke crteže osnova sa novoprojektovanim namenom na svim etažama i preseke celokupnog objekta, 3D vizuelizacije objekta sa aspekta

eksterijera, grafičke crteže odabrane etaže sa rešenjem na enterijerskom nivou, kao i 3D vizuelizacije enterijera.

2.1. Opšti istorijski prikaz, industrijska revolucija i arhitektura

Industrijska revolucija [ist] Preokret u ekonomskom i društvenom životu do kojeg je došlo pronalaskom parne mašine u proizvodnju (kraj XVIII i početak IX veka). [1] Glavni nosioci industrijalizacije, nakon izuma parne mašine, je bila industrija gvožđa. Industrijska revolucija je događaj u istoriji koji je proces izrade proizvoda ručno, preobratom u masovnu proizvodnju i time se stvorila potreba za smeštanjem mehanizacije, napravljenih proizvoda i za smeštaj ljudi koji su radili u tim pogonima. Sve je to je pokrenulo proces nagle urbanizacije gradova jer su ljudi sve više gravitirali ka mestu rada. Do industrijske revolucije arhitekti su stvarali na poljima stambene, sakralne arhitekture i na arhitekturi javnog karaktera, dok se industrijalizacijom pojavljuju nove potrebe kako ljudi, tako su i prostori usko vezani za proizvodnju imali drugačije potrebe. Ono što je takođe vezano za ovaj period je početak primene novih materijala, koji su pružali veće tehničke karakteristike - KRISTALNA PALATA koja prikazuje mogućnosti primene novih materijala kao i brzina izvedbe moguća. AJFELOVA KULA, koja prikazuje inženjerske sposobnosti i još jednom, tehničke karakteristike čelika kao materijala.

2.2. Industrijsko nasleđe i njegov značaj

Kroz istoriju znamo da su se objekti građeni u prethodnoj epohi, a koji su objekti od značaja (hramovi, crkve, tvrđave...) čuvali u svom prvobitnom stanju, dok su objekti industrije stavljeni na marginu grane očuvanja. Neki od razloga: izrabljivanje žene i dece, svrha ostvarivanja profita i da nemaju estetski prihvatljiv izgled. Nakon zatvaranja, postajali su neupotrebljivi, ali su ostajali kao deo pejzaža celine u kojoj su prvobitno izgrađeni. Lepota industrijskih objekata proističe iz jednostavnih formi, same konstrukcije objekata i sasvim je jasno da se njihov estetski aspekt na primarni oblik konstrukcije. [2] Značaj industrijskog nasleđa se ogleda u tome jer čini veoma važan faktor u formiranju kulturnog identiteta. Lokacije objekata nekadašnjih industrijskih zona se obično nalaze po obodima sadašnjih centralnih delova grada i one zajedno sa svim znamenitostima istorije čine pejzaž jedne naseljene celine. Materijalni ostaci Industrijske revolucije se se istražuju prethodnih šezdesetak godina jer se tek nedavno prepoznala i definisala njihova vrednost kao industrijsko nasleđe. Sama evaluacija objekta koji pripada industrijskom nasleđu se mora sagledati iz više aspekata (istorijski, društveni, naučni, edukativni i estetski) i nakon toga klasifikovati objekat kao vredan ili ne transformacije. Transformacija objekta može imati kako pozitivne tako i negativne aspekte. Neki od pozitivnih su: poboljšanje slike grada, primena novih tehnologija, ekonomska isplativost, potencijalno povećanje turizma i podržavanje održivog razvoja. Negativni aspekti transformacije objekta mogu biti zakonske regulative i mogućnost neuspeha.

2.3. Industrijsko nasleđe u Vojvodini, konkretno, u Novom Sadu

Kako i u svetu, tako i na našem području proces industrijalizacije počinje prelaskom sa manufakture na mašinsku proizvodnju. U to vreme proces industrijalizacije

se svodio na poljoprivredu i preradu poljoprivrednih proizvoda i širom Vojvodine se počinje sa izgradnjom upravo objekata koji služe toj nameni. Novi Sad, zbog dobrog strateškog položaja dobija status slobodnog kraljevskog grada i time se izdvaja kao centar ekonomije, kulture i administracije i samim tim postaje pogodno tlo za razvoj industrije. Nešto kasnije, tačnije 1930.-ih godina industrija Novog Sada i dalje počiva na poljoprivredi, ali se prelazi i na bavljenjem drugim granama industrijske proizvodnje. Neki od primera fabrika su: fabrika keksa i testa „Danubius“, fabrika konzervi „Purnus“, proizvodnja sapuna i deterdženta „Albus“, kao i fabrika aviona „Ikarius“ koja je 1928. godine preseljena u Zemun. [3] Samom ekspanzijom grada i izgradnjom kanala DTD industrija je izmeštena, određeni broj objekata je nestao tokom planskog rušenja, a neki su ostali napušteni. Na teritoriji grada Novog Sada postoji popriličan broj industrijskih objekata u vidu čitavih kompleksa, fabrika, magacina, ranžirne stanice, a kao primere koji se i danas odupiru vremenu se mogu navesti: češki magacin, tkalnica pamuka i svile, Šulcov mlin i ranžirna stanica.

2.4. Analiza postojećeg stanja

Slobodnostojeći objekat monumentalnih razmera, igraden je na parcelisanom prostoru u Novom Sadu, na teritoriji ondašnje industrijske zone koja je bila locirana u neposrednoj blizini Dunava. Njegov lokalitet pripada, u užem području naseljenoj celini – Liman 3, koja dalje pripada grupavciji – Limani. Objekat je longitudinalnog oblika spratnosti Su+P+1+Pk i koji ima aneks na zapadnoj fasadi čija je spratnost Su+P+Pk. Analizirani elementi na fasadi su analizirani opservacijskom metodom i došlo se do zaključka da je na svakom od elementa potrebna intervencija. FASADA – potrebna intervencija u smislu popravke plastike jer je oštećena ili potpuno otpala sa fasade; PROZORI – čiji su okviri načinjeni od metala, ali na kojima je su stakla u većoj meri potpuno uništena; OKULUSI – zbog same pozicije su neoštećena, ali im je potrebna reparacija; VRATA – objekat na dominantnoj fasadi sadrži troja vrata, koja su načinjena od drveta i koja su klizna, ali zbog dugog perioda pod atmosferskim uticajima, potrebno ih je zameniti; TREM – pristupni trem objektu pozicioniran na južnoj fasadi je u potpunosti devastiran i samo kretanje po njemu trenutno može imati ozbiljne posledice, stoga je njegova zamena u potpunosti neophodna. Analizirani elementi enterijera su takođe analizirani opservacijskom metodom i došlo se do zaključka da je, u odnosu na spoljašnjost, u daleko većoj meri očuvana. ČELIČNA KONSTRUKCIJA - stubovi i grede načinjene od udvojenih čeličnih profila predstavljaju dominantu unutrašnjosti. Konstrukcija nema vidnih oštećenja, stoga da je predlog da se ona prefarba iz postojeće bordo u crnu boju. DRVENA KONSTRUKCIJA – ima ulogu sekundarne konstrukcije i čini međuspratnu konstrukciju i ujedno nosi dasčani pod u objektu. LIFT – pozicioniran u centralnoj zoni objekta je trenutno van funkcije, ali je predlog da se zadrži i da mu se vrati prvobitna funkcija. STEPENICE – postojeće jesu takve da služe zadovoljavanju funkcije i predlog je zamena.

2.5. SWOT analiza

SNAGE – redak primer industrijske arhitekture u Novom Sadu, postojanje objekta od skoro 100 godina, iako je objekat industrijske arhitekture ima plitku dekorativnu

plastiku. Takođe, zamena krovopokrivača dokazuje da objekat značajan za grad. SLABOSTI – upravo ono što mu je i snaga može biti i slabost, a to je stogodišnje postojanje objekta. Neugledna fasada, razbijeni prozori. MOGUĆNOSTI- kako trenutno objekat nije u kolektivnoj memoriji stanovništva, može to postati uvođenjem sadržaja koji bi bili učinili da ljudi gravitiraju ka njemu. PRETNJE – nestabilan nivo podzemnih voda koje mogu zbog vlage stvoriti ozbilju pretnju po objekat, razbijeni prozori koji propuštaju atmosferske uticaje unutar objekta, može dovesti do toga da objekat propadne.

2.6. Studija slučaja

Za studiju slučaja su izabrani objekti koji pripadaju industrijskom nasleđu bez obzira na to da li su pod zaštitom ili ne, i koji su revitalizovani. Kroz analizu primera i njihove lokacije, funkcionalne šeme objekta, koncepta, objašnjavanja nove namene, materijalizaciju objekata i njihove unutrašnjosti će se sagledati dobri i oni manje dobri primeri koji su urađeni u svetu. STARA ŽELEZNIČKA STANICA U BURGOSU – čijom se rehabilitacijom reaktivirao prostor i gde se stvorila nova funkcija namenjena deci i omladini, ali u sebi sadrži u komercijalni deo. AZKUNA CENTROA – kulturno – rekreativni centar koji nam svojim primerom pokazuje da industrijski objekat može imati multifunkcionalnu namenu namenjenju umetnosti, sportu i učenju. PIJACA U MALMEU – prikazuje kako se od objekta koji ima samo zidove preostale može napraviti novi objekat i kako se o njega može načiniti mesto okupljanja. STARI MLIN - pozicioniran u staroj industrijskoj zoni grada prepoznat kao objekat od značaja. Primer pokazuje kako je očuvana početna arhitektura objekta i kako su elementi novoprojektovanog enterijera sasvim neupadljivo uklopljeni u stari enterijer. STARA FABRIKA – objekat u staroj industrijskoj četvrti Berlina. Objekat je zamišljen kao poslovni, i zbog svoje velike osnove i spratnosti, podeljen po etažama na različite namene: kuhinja, poslovni prostor i zabavište za decu.

2.7. Koncept oblikovanja prostora u objektu Češkog magacina

Glavna ideja je da se spoljašnja arhitektura zadrži u izvornom obliku sa promenama koje su neophodne, a da se unutrašnja arhitektura modifikuje na takav način da prvobitni dizajn ostaje uočljiv i sasvim jasan.

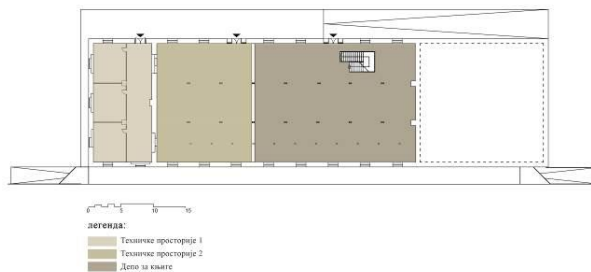


Slika 1. Očuvanje izvorne spoljašnje arhitekture

Kako je objekat longitudinalnog oblika, i pošto je u postojećem stanju saglediv prostor u potpunosti, vodilo se računa da se prilikom podele prostora na celine, ta sagledivost prostora u celini očuva. Svaka od etaža sadrži tri celine od kojih je centralna namenjena komunikaciji i to se proteže kroz ceo objekat. Podela na celine se izvršila

pomoću staklenih pregrada koje su ojačane čeličnim profilima kvadratnog poprečnog preseka.

Koncept novoprojektovanog rešenja češkog magacina jeste da se u njemu spoje funkcije koje se u praksi ne spajaju, tako da je na etaži suterena zadržana namena skladištenja, i dodate su tehničke prostorije neophodne za normalno funkcionisanje objekta i ona je u većoj meri zadržala svoju funkciju.



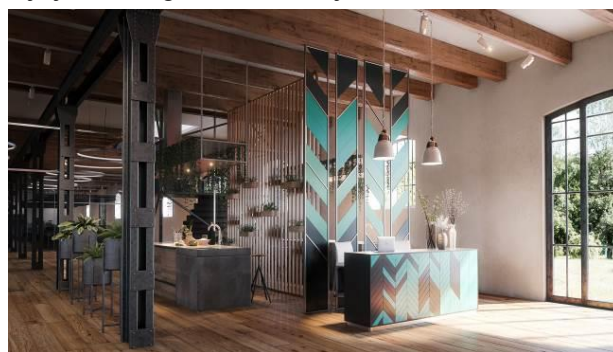
Slika 2. Osnova suterena, prikaz funkcionalnih celina

Osnova prizemlja je namenjena sadržajima komercijalnog karaktera.



Slika 3. Etaža prizemlja, prikaz funkcionalnih celina

Restoran gde postoji mogućnost da posetioci sami pripremaju hranu na kuhinjskim ostrvima u restoranu, i da mogu da nabave potrebne namirnice sa organske pijace koja je kao druga celina na ovoj etaži.



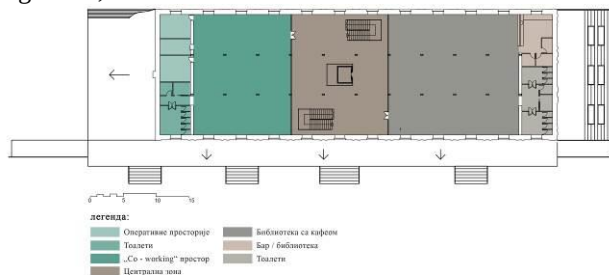
Slika 4 – vizuelizacija restorana



Slika 5. Vizuelizacija organske pijace

Centralna zona je namenjena komunikaciji i u njoj su smešteni lift i stepenice. Osnova prve etaže kombinuje dve namene: biblioteku sa kafićem i prostor za zajednički

rad. Centralna zona se kroz ceo objekat ponavlja kako izgledom, tako i namenom.



Slika 6. Prva etaža, prikaz funkcionalnih celina

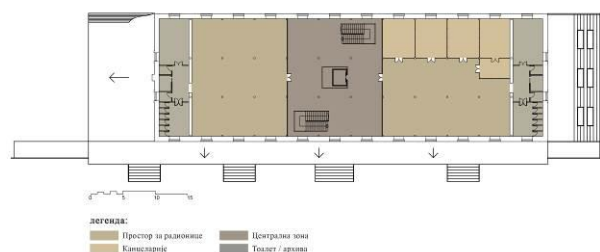


Slika 7. Vizuelizacija biblioteke sa kaficom



Slika 8. Vizuelizacija zajedničkog radnog prostora

Na etaži potkrovlja se skoro celom etažom javlja jedna funkcija, a to je edukativni prostor koji korisnici mogu da organizuju prema sopstvenim potrebama zahvaljujući pokretnim pregradnim panelima. Takođe, ova etaža sadrži kancelarije namenjene upravi objekta.



Slika 9. Etaža potkrovlja, prikaz funkcionalnih celina

Intervencije koje je potrebno uraditi u objektu jeste ispitivanje tla na nivou suterena i postavka nove podne obloge. Na preostalim etažama je potrebna zamena određenih elemenata drvene konstrukcije, postavljanje instalacija i postavljanje nove podne obloge koja je takođe predviđena da bude u drvetu.

Što se materijalizacije unutar prostora tiče, vodilo se računa da se u što većoj meri očuva trenutna materijalizacija prostora. Pregrađivanje koje je rađeno kako bi se formirali

prostori restoranske kuhinje, sanitarnih prostorija i preostalih potrebnih prostorija je predviđeno da bude od gipskartonskih ploča, osim na etaži potkrovlja gde je administrativni deo objekta pregrađen zidovima materijalizovanim u staklu.

3. ZAKLJUČAK

Sagledavanjem istorije od Industrijske revolucije, koja pravi potpuni preokret u primeni materijala i samoj izgradnji objekata. Iako termin REVITALIZACIJA znači vraćanje prvobitnih životnih funkcija, u današnje vreme ovaj termin ne mora da ima tako jednostranu definiciju. Revitalizacija objekata može primenjivati na objekte kulturnih dobara koji su svoju prvobitnu funkciju izgubili jer im je prosto namena prevazišla potrebe savremenog društva. Vraćanje tih objekata „u život“ može biti takvo da im se vrati funkcija korišćenja, ali pod uslovima i potrebama savremenog društva. Izgradnjom savremenih objekata se svakako prikazuje ekonomska moć jedne naseljene celine ili države, ali u isto vreme resursi potrebni za njihovo nastajanje se višestruko veći. Negovanjem istorijskih celina, objekata i kulturnih dobara se prikazuje briga o prošlosti.

Objekti, konkretno industrijski objekti, koji su ostali napušteni su realan problem okoline u kojoj živimo. Predlog za revitalizaciju Češkog magacina u Novom Sadu i stvaranjem višestrukih namena u jednom objektu je primer kako se jedan objekat ove veličine može iskoristiti, i sa manjim resursima od onog da se objekat sruši i na njegovo mesto nastane savremeni objekat. Sama lokacija objekta, novoprojektovane namene unutar njega mogu poboljšati kvalitet života stanovništva Novog Sada. Revitalizacijom ovog objekta bi se moglo doprineti očuvanju samog objekta, unapređivanju važnosti industrijskog nasleđa, pobošanje kvaliteta života, podsticanje kreativnosti javnosti, kreiranja novih sadržaja i podstakla bi se održivost.

4. LITERATURA

- [1] I. Klajn, M. Šipka, „Veliki rečnik stranih reči i izraza“, Prometej, Zavod za kulturu Vojvodine, Novi Sad; 2010, str. 518
- [2] N. Kurtović – Folić, „Industrijsko nasleđe postoji“, časopis DaNS, br. 41, str. 13, mart 2003.
- [3] B. Bešlin, „Istorija Novog Sada“, u *Umetnička topografija Novog Sada*, D. Stančić i grupa autora, Matica Srpska, Novi Sad, 2014., str. 74

Kratka biografija:



Danijela Večanski, rođena u Zrenjaninu 1991. god. Bachelor rad na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, iz oblasti Arhitekture – Arhitektonsko projektovanje odbranila je 2016. godine i stekla zvanje diplomirani inženjer arhitekture. Master rad na smeru Dizajn enterijera brani 2019. godine
kontakt: danijela.vecanski@gmail.com

REVITALIZACIJA INDUSTRIJSKOG KOMPLEKSA ALBUS U UMETNIČKI CENTAR**REVITALIZATION OF THE INDUSTRIAL COMPLEX ALBUS INTO ART CENTER**

Ena Vorkapić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – Rad se bavi revitalizacijom napuštenog industrijskog kompleksa fabrike za preradu sapuna „Albus“ u Novom Sadu, u objekat nove tipologije Centra namenjenog okupljanju, edukaciji i radu umetnika. Industrijski kompleksi izgrađeni tokom proteklih vekova, osim tehnološke vrednosti poseduju i istorijsku, arhitektonsku, ambijentalnu, društvenu i kulturnu vrednost. Zbog značajnih prostornih kvaliteta ali i zbog stvarnog nedostatka zemljišta za izgradnju u gradovima – od velike je važnosti ponovna upotreba i „recikliranje“ postojećih slobodnih, napuštenih i neiskorišćenih objekata i prostora. Nova tipologija Umetničkog centra, koja je i tema ovog rada, ima za cilj da obezbedi prostor za najrazličitiji spektar umetničkih aktivnosti i delatnosti.

Ključne reči: Revitalizacija, Reutilizacija, Industrijski objekti, Projektovanje, Umetnički centar

Abstract – This project deals with the revitalization of the abandoned industrial complex of the „Albus“ Soap Processing Factory in Novi Sad, into a new facility of the Center intended for the gathering, education and work of artists. In addition to technological value, industrial complexes, built over the past centuries, have historical, architectural, environmental, social and cultural value. Due to the significant spatial qualities, but also because of the actual lack of land for urban development - it is of great importance to reuse and “recycle” existing vacant, abandoned and unused facilities and spaces. The new typology of the Art Center, which is the theme of this project, aims to provide space for a wide variety of artistic activities.

Keywords: Revitalization, Reuse, Industrial complex, Design, Art Center

1. UVOD**1.1. Predmet istraživanja**

Predmet istraživanja ovog rada je revitalizacija napuštenih i devastiranih industrijskih objekata nastalih u periodu ekspanzije industrije nakon industrijskih revolucija. Industrijski objekti su poslednja kategorija u nizu kojoj je dodeljen status kulturnog nasleđa i priznati svi graditeljski kvaliteti, kao i specifična uloga u razvoju arhitektonske prakse. Uvođenjem strogih pravila i uslova koji se moraju ispuniti kako bi lokalitet stekao status industrijskog nasleđa, izdvojili su se objekti i kompleksi čiji su prostorni kvaliteti i istorijska, ambijentalna i kulturna vrednost prepoznati

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Marko Todorov.

i stavljeni pod zaštitu. Reutilizacijom starih objekata razvija se inovativni dizajn, razmatraju nekonvencionalni koncepti organizovanja funkcija i stvaraju novi hibridni sadržaji. Očuvanjem istorijskih objekata, uz sve istorijske, ambijentalne i prostorne kvalitete, definiše se identitet zajednice i obezbeđuje korisnicima veza sa prošlošću kroz aktivnu upotrebu prostora i doprinos društvu.

1.2. Industrijski objekti u Srbiji i svetu

Industrijski objekti, izgrađeni tokom proteklih vekova razvoja proizvodnih procesa i industrijalizacije uopšte, danas, osim tehnološke vrednosti, poseduju i istorijsku, arhitektonsku, društvenu i kulturnu vrednost. U Novom Sadu se, na lokacijama nekadašnjih fabričkih postrojenja koja danas nisu više u funkciji, nalaze vredni ostaci objekata izgrađenih u različitim istorijskim epohama koji osim istorijske imaju i veoma značajnu ambijentalnu vrednost.

Industrijski razvoj u Srbiji započinje sredinom 19. veka. Prvo industrijsko preduzeće u našoj zemlji nastalo je u centralnoj Srbiji, u Kragujevcu 1851. godine, pod nazivom „Topolivnica Kragujevac“, a prvi top izliven je 1853. godine. Što se industrijskih centara u Srbiji danas tiče, industrija je najviše razvijena u severnoj pokrajini Vojvodini, u okviru koje je najrazvijenija u Bačkoj, dok nešto manje u Banatu a najmanje u Sremu. Centralna Srbija ima nekoliko visokorazvijenih industrijskih područja: Beograd sa okolinom, Niš, Kragujevac, Čačak, Kruševac, itd.

U svetu su industrijski objekti postali posebno interesantni stručnoj javnosti i sve češće bivaju uvršteni na UNESCO-vu listu svetske kulturne baštine. Od ukupno 759 lokaliteta kulturnog nasleđa na UNESCO-voj listi, oko 6% čini industrijsko nasleđe i taj postotak sve više raste ukoliko se posmatra i lista uslovnih lokaliteta.

1.3. Revitalizacija napuštenih industrijskih objekata u komplekse savremenih namena

Revitalizacijom nekadašnjih industrijskih kompleksa aktiviraju se same napuštene lokacije, ali i čitave gradske zone u kojima se one nalaze. Urbana regeneracija ima za posledicu očuvanje karaktera i identiteta postojećeg objekta kao i ostvarenje kontinuiteta urbanog razvoja koje ne podrazumeva urbano širenje već koncentrisanje na već postojeće neiskorišćene prostore.

Integracija celokupnih industrijskih kompleksa u savremenu strukturu centralnih gradskih zona zahteva dobro razmatranje funkcionalnog aspekta, potreba budućih korisnika kao i održivosti buduće tipologije.

2. REVITALIZACIJA NEKADAŠNJEG KOMPLEKSA FABRIKE „ALBUS“

2.1. Istorijat novosadske industrije i fabrike „Albus“

Razvoj industrije u Novom Sadu započinje krajem 18. veka, a prvi industrijski objekat, svilara, podignut je 1770. godine. Tek 1842. godine širi se industrijska delatnost u Vojvodini i u Novom Sadu se gradi parna tkačnica. Za njom 1885. godine nastaje i prva klanica, a zatim 1888. godine plinara i 1909. godine prva električna centrala u gradu. Najveći broj postojećih objekata industrijske arhitekture u Novom Sadu izgrađeni su u periodu od sredine 19. do prve decenije 20. veka, i kasnije u periodu između dva svetska rata. U međuratnom periodu događa se veliki priliv stranog kapitala na ovo područje i grade se mnoga fabrička postrojenja, magacini i proizvodni pogoni. Nakon stagnacije razvoja u toku rata, međuratni period je vreme kada se događaju najveće promene u proizvodnim procesima i kada se intenzivira industrijalizacija, naročito u Vojvodini.

Novosadska fabrika sapuna „Albus“ osnovana je 1871. godine pod imenom „Novosadska sapundžijska zadruga“, dok je 1904. godine sagrađen njen prvi objekat u Radničkoj ulici u Novom Sadu prema, planovima bečkog arhitekta. Nakon oštećenja nastalih tokom bombardovanja, rekonstrukcija kompleksa i ponovna izgradnja počinju 1947. godine. 1975. godine fabrika se seli na novu lokaciju, u Industrijsku zonu, gde prerasta u modernu fabriku i gde se i danas nalazi.

2.2. Istorijski kontekst i karakteristike lokacije

Industrijski kompleks fabrike „Albus“ na prvobitnoj lokaciji u Radničkoj ulici podignut je krajem 30-ih godina 20. veka, a projektovao ga je jedan od najznačajnijih novosadskih arhitekata međuratnog perioda, Đorđe Tabaković. Radnička ulica danas se nalazi u okviru najužeg centra grada i pretežno je stambeno područje, a u periodu izgradnje fabrike u potpunosti je funkcionisalo kao industrijska zona u neposrednoj blizini Luke „Novi Sad“ i pruge koja je povezivala industrijske centre u regionu.

Prvobitni kompleks fabrike sačinjavalo je 14 objekata, a tokom eksploatacije ova konfiguracija se dosta menjala – dograđivali su se dodatni objekti a pojedini su menjali svoje namene. Danas je na ovoj lokaciji očuvano 3 objekta, sa jasnim odlikama međuratne Moderne i prepoznatljivim karakteristikama arhitekture Đorđa Tabakovića. Sam raspored zgrada u krugu fabrike je takav da je nekada obezbeđivao kontinualan proces proizvodnje a u slučaju požara bila je moguća brza i efikasna lokalizacija. Zgrade su povezane asfaltnim putem, dok je železnička pruga prolazila pored šupe za ambalažu, magacina gotove robe i kotlarnice.

Fabričkim korpusom nekadašnjeg „Albusa“ dominira kula na ulazu, urađena u ekspresionističkom stilu, koja je masovnim zidovima spojena sa industrijskim postrojenjem rebrastih (šed) krovova. Takođe, ovaj utilitarni objekat obogaćen je tipično modernističkim ukrasima na fasadi – okruglim otvorima (okulusima) i medaljonima, držačima zastava, kao i zaobljenim detaljima na prozorskim venčima.

Danas se u okolini nekadašnje fabrike „Albus“ izdvajaju funkcionalne celine višeporodičnog stanovanja i lokacija namenjena za izgradnju poslovnog centra.

2.3. Postojeće stanje objekata zatečenih na lokaciji

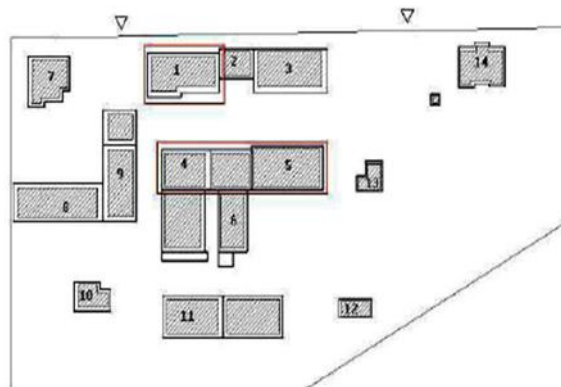
Posmatrano područje veličine oko 3,7 ha - na severu se graniči sa jednom od najstarijih novosadskih ulica - Radničkom, na istoku sa najvažnijim pešačkim koridorom u gradu - Kejom Žrtava Racije, na zapadu sa kompleksom višeporodičnog stanovanja, a na jugu sa prometnom gradskom saobraćajnicom - Bulevarom Cara Lazara.

Objekti na posmatranoj parceli nekadašnje fabrike izgrađeni su kombinovanjem skeletnog i masivnog konstruktivnog sistema, u zavisnosti od perioda gradnje. Obodni zidovi, debljine 38cm, izgrađeni su od opeke u krečnom malteru, sa prozorima u betonu. Krovovi su dvovodni sa drvenom krovnom konstrukcijom. Postojeće građevinsko stanje preostalih objekata na parceli u pogledu boniteta je dobro, osim fasada, krovnog pokrivača i stolarije, na kojima je vidljiv trag vremena i devastacija. Od instalacija u objektima postoji vodovod, centralno grejanje i električne instalacije. Sistem postojećih instalacija trebalo bi prilagoditi novoprojektovanoj nameni i izvršiti instaliranje gromobranih uređaja, uređaja za zaštitu od požara, kao i postaviti adekvatnu rasvetu.

Posmatrano područje je sa stanovišta pristupačnosti i povezanosti sa ostalim delovima grada veoma povoljno, zbog blizine velike saobraćajnice, Bulevara Cara Lazara.



Slika 1. Prvobitni izgled kompleksa fabrike „Albus“



Slika 2. Razmeštaj industrijskih objekata u kompleksu

Ovaj gradski bulevar širine je 45m, a u okviru njega su predviđene dve kolovozne trake od 9m sa po 3 saobraćajne trake sa svake strane i sa razdelnim ostrvom širine 4m. Pored kolovoza, ova saobraćajnica sadrži obostrane trotoare i biciklističke staze širine 2m, a planirane pešačke i biciklističke staze korisnicima obezbeđuju direktnu vezu sa šetalištem Kej.

3. NOVA TIPOLOGIJA – UMETNIČKI CENTAR

3.1. Pojam umetničkog centra

Umetnički centar u najširem smislu te reči predstavlja funkcionalnu zajednicu sa zadatkom razvoja umetnosti, podsticanja raznih vrsta umetničkih praksi, obezbeđivanja uslova za rad samostalnih umetnika ili umetnika koji pripadaju nekoj instituciji i u većini slučajeva predstavlja hibridnu tipologiju sačinjenu od prostora za rad umetnika u vidu ateljea, galerijskih prostora, pozorišnih sala i gledališta, mesta za muzičke i vizuelne performanse, radio-ničke oblasti kao i obrazovne ustanove. Dakle, osnovna uloga Umetničkog centra je da obezbedi prostor za najrazličitiji spektar umetničkih aktivnosti i delatnosti, počevši od vizuelne umetnosti, preko izvođačke umetnosti, pa sve do alternativnih vidova umetnosti koji nastaju kao mešavina raznih umetničkih i drugih disciplina.

Korisnici Umetničkog centra su sa jedne strane umetnici - stvaraoci iz različitih oblasti umetničkog delovanja, samostalni autori ili autori koji pripadaju nekoj instituciji, dok sa druge strane ovu tipologiju konzumira i šira javnost - posetioci, poštovaoci umetnosti kao i polaznici raznih radionica, kurseva i predavanja koja se unutar organizacije centra odvijaju.

3.2. Struktura i organizacija prostora – nova funkcija

Pri projektovanju revitalizacije kompleksa nekadašnje fabrike, cilj je bio stvoriti strukturu otvorenu ka spoljašnjem prostoru, zadržavajući volumene objekata zatečenih na lokaciji uz dodavanje novih struktura od savremenih materijala i uz manje intervencije na samim fasadama. Kao rezultat toga osmišljena je ambijentalna celina sa dominantnom umetničko-kulturnom funkcijom koja uz razne dodatne sadržaje privlači veliki broj posetilaca. Dodatnu atraktivnost kompleksu, pored zadržanih objekata koji su uz veliko poštovanje istorijske, prostorne i ambijentalne vrednosti, revitalizovani i obnovljeni, predstavljaju i nova parterna rešenja spoljašnjeg prostora, osmišljeni mikroambijenti namenjeni okupljanju, opuštanju i kreativnom stvaranju.

Organizacija samih sadržaja u unutrašnjosti objekata oformljena je tako da zadovoljava održavanje raznih umetničkih praksi u vidu radionica, ateljea, kao i scenskih prostora. Ovakva organizacija omogućava održavanje konvencionalnih umetničkih radionica u ateljeima poput slikarskog, vajariskog, kao i ateljea namenjenog primenjenoj umetnosti, dok je sa druge strane velika pažnja posvećena i razvijanju nekonvencionalnih umetničkih praksi, stvaranjem raznih transformabilnih prostorija.

U spoljašnjem prostoru, u neposrednoj blizini pristupne ulice, formirano je gledalište sačinjeno od tribina za sedenje, bioskopskog platna na kalkanskom zidu postojećeg objekta kao i propratnih elemenata parternog uređenja. Ova struktura je zamišljena kao element koji može funkcionisati nezavisno od sadržaja koji se odvijaju u unutrašnjosti umetničkog centra.

Iako se unutar kompleksa nalazi veliki broj srodnih ali u funkcionalnom smislu dosta različitih programa, oni su raspoređeni i usaglašeni tako da se razvijaju kao jedna celina. S obzirom da cela organizacija programa zavisi od posećenosti koja bi uticala na ekonomsku održivost celog projekta, neophodno je budući Umetnički centar posmatrati kao živ organizam koji se stalno menja u skladu sa tržištem i korisnicima, i ova karakteristika se nalazi u samoj srži koncepta revitalizacije.



Slika 3. Eksterijer kompleksa

3.3. Arhitektonsko rešenje revitalizovanog objekta

Kao glavna karakteristika u arhitektonskom oblikovanju budućeg Umetničkog centra nametnulo se očuvanje svih masa objekata zatečenih na lokaciji, uz naglašeno poštovanje istorijskog konteksta u kome su oni nastali. Zidovi od opeke, velike prozorske površine, materijalizacija i oblikovanje krovnih ravni u potpunosti su obnovljeni tako da reprezentuju nekadašnji način gradnje i jasno referišu na funkciju koja se na lokaciji originalno odvijala.

Zasebni objekti povezani su u celinu pomoću pasarela, spoljašnjih putanja u parteru, a posebno je tretiran međuprostor između dva glavna objekta u kome su organizovani prostori spoljašnjih radionica, mikroambijenti u zelenilu i bašta kafeterije.

Ovaj hibridni program, sačinjen od raznih funkcija i namena, zahteva odabir materijala koji ne bi narušavali originalnu ambijentalnost, i iziskuje dodatnu pažnju pri spajanju starih volumena sa novim strukturama.



Slika 4. Enterijer galerije

Spoljna obrada objekata zatečenih na lokaciji je postojeća opeka spoljašnjih zidova, do koje se došlo skidanjem gornjeg sloja fasade. Akcenat u spoljašnjoj obradi fasada je na dograđenim delovima objekta, koji se izvode u čeličnoj konstrukciji, obloženi staklenim panelima.

3.4. Značaj Umetničkog centra za zajednicu

Kao što je već istaknuto, osim velikog značaja koji Umetnički centar ima za lokalnu zajednicu, njene stanovnike najrazličitijih profila i u svim životnim dobima, ova tipologija se ističe kao veoma interesantna posetiocima koji u grad dolaze iz drugih razloga. Takođe, razni festivali, svečanosti koje promovišu i neguju kulturu, međunarodni skupovi, radionice, škole i kursevi koji se u okviru umetničkog centra organizuju, odličan su povod za priliv novih turista, što je za zajednicu od velikog značaja.



Slika 5. Umetnički centar kao socijalni i kulturni centar

4. ZAKLJUČAK

Iz postojećeg stanja zatečenog na lokaciji nekadašnjeg pogona fabrike „Albus” izveden je zaključak da je reinterpretacija i renovacija ovog prostora u funkcionalnom i vizuelnom smislu neophodna. Atraktivna lokacija u samom centralnom jezgru grada Novog Sada bila je poseban izazov za projektovanje i za uređenje enterijera ovog specifičnog hibridnog programa Umetničkog centra. Kako bi se postigao kvalitet rešenja, bilo je potrebno dobro promisliti sve funkcionalne procese koji bi se u budućoj tipologiji odvijali

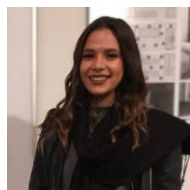
Uvođenjem novih programa, poput umetničkih radionica i ateljea kako u zatvorenom, tako i na otvorenom prostoru, zatim scenskih prostora, punktova za socijalizaciju i opuštanje, projekat je dobio na raznolikosti i kvalitetu. Edukativna i pokretačka uloga ogleda se u tome što bi ovo bio jedan od pilot projekata na temu objedinjavanja svih umetničkih praksi i funkcija.

Ostali aspekti projekta poput ugostiteljske namene i delova objekata namenjenih scenskim aktivnostima, imaju zadatak da naglase socijalni karakter ovog javnog prostora.

5. LITERATURA

- [1] Anđelković, V.: „Industrijsko nasleđe Srbije 1803-1918 – Znaci moderniteta, Beograd, 2000.
- [2] Vaništa Lazarević, E.: Obnova gradova u novom milenijumu, Beograd, 2003.
- [3] Popov, D.: Novi Sad 1944 – 1964, Matica Srpska, Novi Sad, 1964.
- [4] Becher, B. i H.: Typologies of Industrial Buildings, Kembridž, Masačusets, 2004.
- [5] Cizler, J.: Aktiviranje napuštenih industrijskih objekata u gradovima: institucionalna ograničenja u Srbiji, Beograd, 2016.

Kratka biografija:



Ena Vorkapić rođena je u Novom Sadu 1994. godine. Master rad na Fakultetu Tehničkih Nauka iz oblasti Arhitektura – Dizajn enterijera odbranila je 2019. godine.
kontakt: vorkapice@yahoo.com

ПРОЈЕКАТ КИНЕТИЧКЕ ФАСАДЕ НА ИТ ЦЕНТРУ У УЖИЦУ**PROJECT OF THE KINETIC FACADE AT THE IT CENTER IN UŽICE**

Жељко Павловић, Бојан Тепавчевић, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Област – АРХИТЕКТУРА

Кратак садржај – Циљ овога пројекта јесте да прикаже колики потенцијал носи примена кинетичке фасаде на архитектонски наратив како би се надоместио контекстуални, меморијални и ликовни недостатак простора, настао рушењем објекта који је био део једне синхронизоване целине.

Кључне речи: *Дигиталне технологије, интерактивни системи, кинетичке фасаде*

Abstract – *The aim of this project is to show how much potential the application of a kinetic façade brings to the architectural narrative in order to compensate for the contextual, memorial and artistic lack of any space created by the demolition of an object that was part of a synchronized whole.*

Keywords: *Digital design, interactive systems engineering, kinetic facade*

1. УВОД

Смена дана и ноћи условила је да многи цветови отварају и затварају своје латице. Сунцокрет окреће свој цвет како би се што боље позиционирао у односу на позицију сунца. Климатски услови диктирају комплетан изглед живог света. Слично томе, и архитектура се мења са променом климатских услова.

Многа архитектонска дела била су инспирисана природним појавама и живим светом. Изузетак није и са кинетичким фасадама. Како им је, међу основним сврхама, управо заштита од неких природних утицаја тако се и идеје за њихов развој могу наћи у природном свету. Када данас говоримо о кинетичким фасадама, често је прва асоцијација скуп мотора који покрећу масивне механизме, али заправо у ширем контексту, сваку фасаду која "доживљава" директну промену у реалном времену услед неког утицаја можемо назвати кинетичком.

Технолошки развој настао открићем парне машине омогућио је покретање масивних механизма, али ипак у свету архитектуре, развој кинетичких фасада дугујемо развоју рачунарског света, нарочито развоју сензора за пријем информација, рачунарског софтвера за њихову обраду и микроконтролора који сада те механизме могу прецизно да координишу зависно од предефинисаних параметара.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Бојан Тепавчевић.

Рачунарска индустрија своју cutting edge позицију увелико препушта развоју АИ света чији су развој директно условили. Читав процес производње неопходних елемената добио је масовне размере па се, сходно томе, и тржишна цена елемената потребних за покретање комплексног механизма спушта.

Кинетичке фасаде су још увек релативно млада појава у свету архитектуре. За њихово пројектовање потребан је и даље велики напор обзиром да је поред познавања основних принципа градње сада потребно ући и у свет програмирања, а великим делом и у област мекатронике. Ипак, оно што се добија том архитектуром јесте ново освежење у идејним принципима где се сада на архитектуру не мора гледати као на ригидан систем већ на систем у коме однос окружења и архитектонског дела добија нову димензију у смислу међусобне интеракције.

2. ПРЕДМЕТ ИСТРАЖИВАЊА

Крај 20. и почетак 21. века омогућио је брзу обраду информација и њихов симултан пренос команди путем електричног импулса на механички склоп. Могућност широке примене рачунара донео је и нове поделе у свету архитектуре па се сада могу сусрести појмови као што су дигитални дизајн, интерактивни системи, параметарско моделовање који сада за себе већ представљају широке научно-истраживачке области. Архитектура се већ дуго не односи више само на грађени свет статичких особина већ сада имамо објекте чија је интеракција са околином динамичка и који у својим елементима често имају комплексне моторизоване системе.

Предмет овог истраживања је аплицирање механичког склопа (у даљем тексту кинетичка фасада) на архитектонски пројекат ИТ центра у Ужицу. Да бисмо постигли задовољавајући резултат морали смо ући у проблематику кинетичких фасада, а затим на основу спроведених анализа конструисати једну која ће употпунити архитектонски наратив пројекта. За пројектни задатак одабран је ИТ центар у Ужицу. Објекат би се налазио на месту старе градске поште која је срушена током бомбардовања 1999. године и где се сада налази градски паркинг, јер се током протеклих 20 година безуспешно покушавало доћи до решења проблема недостатка објекта на поменутој локацији.

У складу са проблемом, током истраживања су спроведене неопходне анализе које би допринеле најквалитетнијем резултату. Те анализе можемо груписати у три целине:

1. Историјско-културолошке анализе ужег простора градског трга.
2. Анализе постојећих објеката који у свом садржају имају неки облик кинетичког зида.
3. Методолошке анализе неопходне за техничко извођење кинетичке фасаде.



Слика 1. Приказ локације

2.1. Циљеви

Циљ овог пројекта је да прикаже колики потенцијал носи примена кинетичке фасаде на архитектонски наратив одређеног пројекта и да помоћу ње архитектонски употпуни тренутни недостатак објекта на одабраној локацији. Спроведене анализе су прављене у складу са реализацијом тог циља да би коначан резултат (архитектонски објекат) одговорио на:

- Контекстуални недостатак трга (претходни објекат је био део веће синхронизоване целине)
- Меморијално – наративни елемент простора (Сећање на објекат који је ту постојао и на начин на који је нестао).
- Ликовно обликовање и уклапање објекта у постојећи контекст.

2.2. Методологија и материјали

Одабир методологије за техничко извођење кинетичког зида зависи на првом месту од тога шта је тема приказивања. На основу предходно наведених циљева може се закључити да жељена фасада треба да тежи наративном карактеру у контекстуално-историјском смислу па се на основу тога и предвиђа одређена група методолошких анализа која ће омогућити реализацију кинетичке фасаде. Конкретна жеља је да се на фасади интерпретира слика небеског свода у реалном времену (мирног или облачног) сматрајући да је поменути мотив довољно снажан да наговести историјски моменат у коме је са тог истог неба град бомбардован. Целим комплексом Трга партизана доминира миран колорит природног камена како у партеру тако и на фасадама објеката па сходно томе, да би се постигло јединство у ликовном обликовању са околином кориштене су мапе висина снимака неба

за даљу реализацију. Са поменутих мапа могуће је извући информације о промени контраста на небу, а исте информације примењене на контролу дубине (иако се не могу сматрати математички тачним) дају интересантну композицију облика која се сада у својој пластици слаже са ликовним обликовањем трга који је препун сличних интервенција.

2.3. Одабир софтвера и хардвера

Развој софтвера за архитектонско пројектовање омогућио је лакшу интерпретацију идеје у дигиталном формату. Све већи број фирми које се баве развојем алата за цртање у своје софтверске пакете имплементирају додатке за алгоритамско моделовање. Ипак, у свету параметарске архитектуре и даље се осети доминација софтверског пакет *rhinoceros3D* [1] понајвише због популарног додатка *grasshopper*. Сама платформа често није довољна за реализацију одређеног проблема али је њена флексибилност у могућности доградње омогућила да се поменути алат обогати са новим својствима у зависности од постојећег задатка. Бавећи се проблемом преноса информација на реалан систем, у овом пројекту било је потребно проширити палету алата на оне које се баве анализирањем дигиталног сигнала и његовим преношењем у свет микроконтролора. У ту сврху коришћен је додатак *Firefly* [2] због својих могућности да чита информације са одређеног сензора (камере) а затим и ту информацију пренесе на микроконтролор (за потребе истраживања коришћене су *openSource* платформу – *arduinoUNO* [3]).

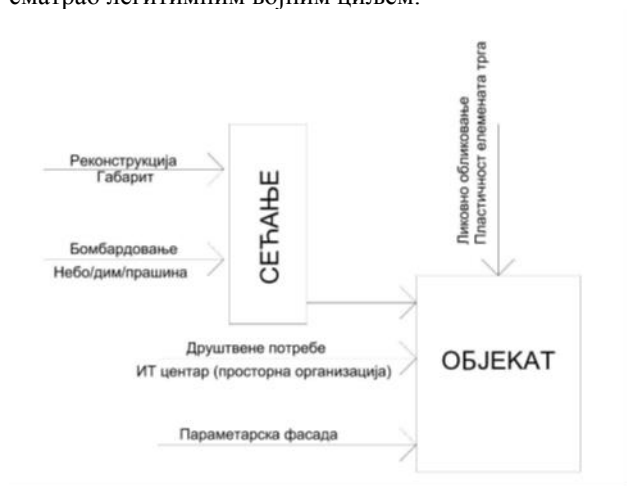
Поред поменутих софтвера за анализу информација, потребна је и одређена опрема која ће те информације да сакупи. Опрема се често састоји од одрђеног сензора који реагује на спољашњи утицај па сходно томе постоје сензори који могу да детектују да ли се испред њих налази неки објекат ултрасоничним или инфрацрвеним таласима, сензори осетљиви на светло, температуру, влажност, дим, звучне таласе, а најпознатији свакако сензор који преноси информацију о квалитету појавног света – камера. Од квалитета сензора зависиће и тачност читаваних информација али сходно томе и цена сензора варира. За потребе истраживања коришћени су сензори смештени у *kinect xBox 360* камеру који могу да читају информације о ргб светлу и информације о дубини простора на удаљености од 50 цм до 5 м. Након сакупљања и обраде информација, добијене резултате потребно је пренети на одређени електро-механички склоп. У ту сврху користе се микроконтролори чији квалитет и карактеристике зависи од цене.

Неки од њих, као што је *arduino*, користе се у едукативне сврхе и могу се користити за симулације мањих и већих система. Систем предвиђен за овакав тип пројекта захтева контролу огромног броја мотора и где би сваки елемент примао посебан сигнал зависно од симулације унутар софтвера што у старту онемогућава редно повезивање елемената на исти извор па се сходно томе мора дизајнирати посебна плоча са великим бројем излаза (реда величине неколико хиљада) или се нека од стандардних мора проширити.

Заједно са поменутим карактеристикама, поменути контролор би морао да преноси и информације о јачини светла ако се ради о приказу сивих тонова или о јачини три светла ако се ради о rgb приказу. Тако добијени подаци углавном се даље преносе на неку врсту електромотора. У пракси, најчешће су у употреби серво и степ мотори који такође долазе у разним величинама зависно углавном од снаге мотора.

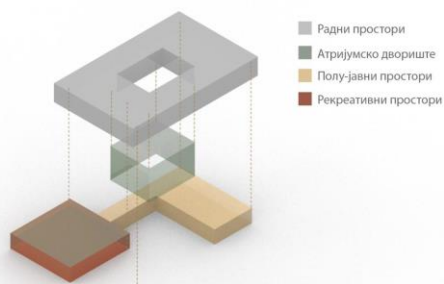
2.4. Развој концепта

Током уводног дела овог рада може се наслутити да је окосница пројекта покушај да се поврати успомена на порушени објект који се ту налазио. Разлог за такав приступ решавању проблема није само у архитектонском недостатку таквог објекта већ у начину на који је тај објект уништен. Крај 20-ог века био је јако тежак период за становнике на простору СР Југославије. Ратна разарања однела су много живота, међу њима велики број цивила. Бомбардовани су не само објекти војне намене већ сви које је НАТО сматрао легитимним војним циљем.



Слика 2. Дијаграм развоја концепта

Сматрајући да колективну свест нације треба чувати и неговати не само сећањем на успехе које је нација постигла већ и сећањем на трагедије које је морала да прође за главни концепт је изабрана идеја подсећања на скорашњу трагичну прошлост. Остваривање те идеје је планирано употребом кинетичке опне у горњем делу објекта тако да се на њој може симулирати догађај у виду видео пројекције. Током предходних анализа показали смо да приказ догађаја може бити унапред припремљена фотографски снимак или може бити снимак синхроног карактера где би се догађај из реалног времена снимљен rgb или Depth камером директно пренео на фасаду.



Слика 3. Структурални дијаграм

3. ЗАКЉУЧАК

На динамику фасаде директно утиче тренутна слика неба. Мирна слика небеског свода пресликава се на фасаду и очигледан је приказ мирнодопског времена док пресликавање облачног (динамичног) неба у агресивну смену црно- белих облика подсећа на недалеку прошлост страха од неизвесности. Употреба рачунарских технологија поприма све веће размере у свету архитектуре, али поред бенефиција које доноси, са њом долазе и одређена проблематика. Као и у свим сферама живота, тако и у архитектури, граница на којој естетски квалитет прелази у неукус је недефинисана. Савремена технолошка достигнућа примењена на грађени свет подложна су у великој мери да ту границу лако пређу пре свега у томе да се што више истакну занемарујући старије идеје грађеног света - као што су оне да пренесу поруку или да одговоре на проблематику духа места.



Слика 4. Визуелизација новопроектваног објекта

4. LITERATURA

- [1] <https://www.rhino3d.com/>
- [2] <http://www.fireflyexperiments.com/home>
- [3] <https://www.arduino.cc/>

Kratka biografija:



Жељко Павловић рођен је у Ужицу 1992. год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Архитектуре - Дигиталне технике, дизајн и продукција у архитектури и урбанизму одбранио је 2019. год.
контакт: zeljkopavlovic1992@gmail.com

UPOREDNA ANALIZA PRISTUPA 3D MODELOVANJU I OPTIMIZACIJI MODELA NAMEŠTAJA**COMPARATIVE ANALYSIS OF 3D MODELING AND OPTIMIZATION OF FURNITURE MODELS**

Radiša Pavićević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA I URBANIZAM

Kratak sadržaj – U radu je obuhvaćen proces modelovanja i optimizacije modela nameštaja kroz dva različita programa. U poređnom analizom primenjenih metoda izvedeni su zaključci o njihovim prednostima i manama kao i o tome koje od njih su najpovoljnije za dato istraživanje.

Ključne reči: Modelovanje, optimizacija, uporedna analiza

Abstract – This research covers the process of modeling and optimization of model through two different programs. By comparative analysis of the applied methods, conclusions were drawn about their advantages and disadvantages as well as which of them are the most suitable for given research.

Keywords: Modeling, optimization, comparative analysis

1. UVOD

Postoje mnogobrojni programi koji omogućavaju modelovanje i renderovanje različitog kvaliteta, međutim prednost imaju oni koji se mogu povezati sa drugim softverom pritom dajući mogućnost direktnog plasiranja modela na internet i kreiranja podešavanja koje korisnik može koristiti. Takvi su „3DS Max” i „Blender” koji spajanjem sa drugim programima, pružaju velike mogućnosti pri modelovanju i manipulaciji završnog modela kada se radi o njegovim teksturama i bojama.

Ovaj rad se zasniva na istraživanju kvaliteta modela i njegove optimizacije u pomenutim programima gde se ispituje koji od načina daje najbolje finalne rezultate, pri čemu će kriterijumi za procenu boljeg modela biti navedeni kasnije u radu.

2. MODELOVANJE

Modelovanje se u oba programa obavlja po ugledu na isti model stolice iz kolekcije *Orren Ellis* koji je unapred odabran (slika 1), a zatim se finalni rezultati uporede prema parametrima koji su takođe unapred određeni.

Ti parametri su: kompleksnost i vreme potrebno za izradu modela, da li geometrija finalnog modela zadovoljava potrebu za realističnim prikazom stolice i koliko poligona i verteksa ima finalni model.

NAPOMENA:

Ovaj rad je proistekao iz master rada čiji mentor je bila dr Vesna Stojaković, van.prof.



Slika 1. Ugledni model stolice iz kolekcije *Orren Ellis*

Cilj je odrediti koja je od primenjenih metoda modelovanja daje najbolji finalni rezultat koji bi se koristio pri izradi trodimenzionalne prezentacije.

2.1. Modelovanje stolice korišćenjem 3DS Max-a

Ispitani pristupi za modelovanje u 3DS Max-u su takozvani *polygon modeling*, odnosno modelovanje uz korišćenje osnovnih geometrijskih oblika i NURBS modelovanje, koje se zasniva na pravljenju oblika uz pomoć krivih.

2.1.1. Polygon modeling

Polygon modeling se zasniva na modelovanju osnovnih geometrijskih tela koja se kasnije spajaju, seku i preklapaju čineći složenije modele.

Za zadati ugledni primer (slika 1) može se utvrditi da se sastoji od geometrije koja čini sedište i naslon stolice (kubus), i one koja čini šipke za njeno oslanjanje (cilindri). Prilikom procesa modelovanja segmenta koji čini sedište i naslon su primenjeni modifajeri kako bi se dobila tekstura tekstilne obloge stolice.

Proces se sastoji od podele *box*-a i manipulacije njegovih verteksa i edževa uz pomoć opcije *extrude*. Na tako dobijen model je primenjen modifajer *Turbo Smooth* čija je funkcija da zaobli model. Finalni oblik ovog segmenta je dobijen savijanjem uz pomoć opcije *bend* pri čemu su jasno određeni delovi stolice koji predstavljaju naslon i sedište.

Za modelovanje šipke koje predstavljaju oslonce stolice su upotrebljeni cilindri. Dva pravolinijska, postavljena paralelno i dva zakrivljena koja spajaju paralelne cilindre. Primenom opcije *bend* na cilindre koji treba da budu savijeni zadovoljeni su parametri koji se tiču vizuelnog kvaliteta modela. Svi delovi su na kraju spojeni u jedan segment opcijom *Target Weld* koja se zasniva na spajanju verteksa dva susedna cilindra.

Za izradu modela je potrebno malo vremena i ne zahteva se napredno poznavanje programa jer se zasniva na upotrebi jednostavnih opcija i modifajera pri čemu finalna geometrija zadovoljava ranije određene parametre (sl. 2).

2.1.2. NURBS modelovanje

NURBS modelovanje se zasniva na iscrtavanju krive onog oblika kakvog je i geometrija modela koji želimo da dobijemo. Analizom uglednog primera (slika 1) može se zaključiti da je za ovaj model potrebno iscrtati dve krive, jednu za oslonac stolice i drugu za modelovanje naslona i sedišta. Za modelovanje naslona i sedišta je potrebno iscrtati liniju pod određenim uglom koji je je potrebno zaobliti jednostavnom primenom opcije *fillet* da bi se dobila žljena forma. Debljina segmenta se dobija podešavanjem parametara iscrtane linije. Ovako dobijenom modelu je potrebno zaobliti ivice i izmodelovati udubljenja, stoga je neophodno podeliti ga na vertekse i edževe kojima će se manipulirati pri modelovanju.

Primenom opcije *Turbo Smooth* radi zaobljavanja modela dolazi do prevelikih deformacija. Najveći problem predstavljaju ivice modela kao i mesta njihovih sučeljavanja. Takođe efekat nije zadovoljavajuć ni kada se radi o delu modela koji predstavlja spoj naslona i sedišta jer ekstrudovani verteksi deluju kao rupe u materijalu. Rešenje za deformaciju modela kod ivica se može potražiti u umećanju dodatnih edževa između već postojećih kako bi efekat *smooth* bio blaži i ograničen, ali on za posledicu ima dodatno uslozňjavanje modela što nije povoljno. Dalja obrada modela bi zahtevala dodatno uslozňjavanje koje je uslovljeno performansama računara na kome se vrši rad i može stvoriti problem bagovanja i gašenja programa.

Pri modelovanju šipki, princip se takođe zasniva na iscrtavanju linije koja će predstavljati model, upotrebi opcije *fillet* za njeno zakrivljenje i zadavanjem određene debljine kako bi se dobio model. Zakrivljenje se dobija deljenjem jednog dela na više manjih segmenata postavljenih pod različitim uglom kako bi se stvorio efekat polukružnog elementa, međutim ti segmenti su jasno vidljivi što ne doprinosi vizuelnom efektu i čini model nedovoljno dobrim za dalju obradu i prezentaciju.

Modelovanje ovom metodom zahteva naprednije poznavanje programa, oduzima više vremena i može biti uslovljeno performansama računara. Takođe dolazi do velikih deformacija prilikom obrade modela uprkos njegovom dodatnom uslozňjavanju, tako da za ovo istraživanje finalni rezultat ne daje željene performanse, kao što je prikazano na slici 3.

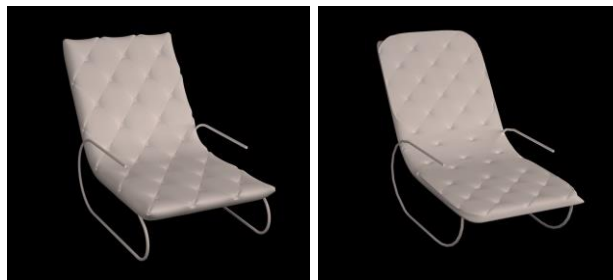
2.1.3 Uporedna analiza

U tabeli 1 su prikazani osnovni parametri vrednovanja pristupa modelovanju gde je pokazano da je geometrijsko modelovanje u dve kategorije znatno bolje (utrošeno vreme i finalna geometrija), dok se po broju verteksa i poligona izdvaja NURBS modelovanje sa skoro tri puta manjim brojem.

Tabela 1. Analiza pristupa modelovanju u 3DS Max-u

Tehnika modelovanja	Geometrija	Vreme	Broj poligona i verteksa
Polygon modeling	Zadovoljavajuća, dobro prezentovanje materijala	Oko 2 sata	Vertex: 220906 Polygon: 220904
NURBS modelovanje	Deformisana i izlomljena	Oko 4 sata	Vertex: 71,290 Polygon: 142144

Analizirajući sve parametre, sa posebnim osvrtom na vizuelni prikaz finalnih modela zaključuje se da je za ovo istraživanje pogodnije geometrijsko modelovanje.



Slika 2 (levo). Model dobijen pomygon modelovanjem
Slika 3 (desno). Model dobijen NURBS modelovanjem

2.2. Modelovanje stolice korišćenjem Blendera

U Blenderu su istraženi sledeći pristupi: modelovanje upotrebom geometrije, pri kome se osnovna geometrije oblikuje tako da se dobije željeni model i modelovanje paterna, pri čemu se kreće od manjih segmenata i nadovezivanjem na njih se dobija željeni model.

2.2.1. Geometrijsko modelovanje

Ovakav pristup modelovanju se zasniva na određivanju početnog geometrijskog tela koje daljom obradom daje željeni oblik modela. Početna geometrija u ovom slučaju je kubus od koga nastaju sedišta i naslon stolice. Kada su utvrđene dimenzije modela pristupa se njegovom opblikovanju uz korišćenje verteksa i edževa. Da bi se stekao utisak mekog materijala potrebno je zaobliti oštre ivice modela. Za to je najpogodniji metod kombinovanja opcija *bevel* i *subdivision surface*. Kako se radi o uslozňjavanju modela program i računar se dodatno opterećuju, što je u ovom konkretnom slučaju predstavljalo nesavladivu prepreku. Kada su podešavanja opcija na dovoljno dobrom nivou da se zadovolje utvrđeni parametri dolazi do bagovanja računara i program prestaje da radi, nakon čega sledi automatsko gašenje. Jedini način da se modelovanje dovede do kraja je drastično smanjenje performansi modela što ne zadovoljava parametre koji su određeni. Performanse računara na koje se ne može uticati usloville su da model bude slabijeg kvaliteta i da izgleda nedovršeno i deformisano jer su vrednosti opcija kojima je obrađen drastično smanjene i nisu dale rezultate koji se od njih očekuju (slika 4).

Geometrijski pristup modelovanju šipki stolice nije dao značajno bolje rezultate. Princip se zasniva na modelovanju cilindara od kojih dva treba da budu zakrivljena, a sva četiri spojena u jednu celinu. Modelovanje pravolinijskih cilindara ne predstavlja nikakav problem, vrlo je jednostavno i daje zadovoljavajuće rezultate. U slučaju savijenih cilindara najpre se mora izvršiti podela na segmente, pri čemu broj podela uslovljen performansama računara kao što je bio slučaj pri modelovanju naslona i sedišta stolice. Mali broj podela uslovljava kvalitet modela koji nije zadovoljavajuć.

Ovim istraživanjem je ustanovljeno da je potrebno koristiti računar sa naprednijim performansama za dobijanje željenih rezultata. Metoda nije kompleksna, pogodna je za one koji nemaju napredno znanje iz ove oblasti, korišćene opcije su jednostavne za upotrebu, ali u konkretnom primeru modelovanje oduzima previše vremena, korišćeni softver nije dovoljno dobar i finalni model ne zadovoljava utvrđene parametre (slika 4).

2.2.2. Modelovanje pomoću paterna

Pristup modelovanju se zasniva na određivanju malog segmenta modela – paterna, koji se modeluje. Jednom kada je dobijen željeni oblik parterna potrebno je umnožiti ga po vrstama i kolonama onoliko puta koliko je dovoljno da se napravi gornja strana naslona i sedišta stolice.

Za umnožavanje je pogodno koristiti opciju *array* koja daje mogućnost kontrolisanja parametara, kao što su udaljenost i ugao postavljanja kopije u odnosu na originalan segment pri kopiranju po određenoj osi.

Kada se ovako dobijen model zaobli pomoću opcije *subdivision surface* mogu se pojaviti prvi problemi sa geometrijom ukoliko je propušteno da se prilikom umnožavanja svi delovi sklope u jednu celinu (*murge*). Posledice su najvidljivije u predelu uglova paterna jer je svaki od njih zaobljen zasebno pri čemu se stvaraju rupe u modelu.

Rešenje ovog problema je naknadno primeniti opciju *murge* na vertekse koji se nalaze na uglovima četiri susedna paterna i spojiti ih u jedan. Značajna ušteda vremena se može obezbediti ukoliko se proces kopiranja ponovi i u opciji *array* odmah čekira polje *murge*, čime će svi segmenti biti automatski spojeni.

Tako dobijenom modelu je potrebno još odrediti debljinu opcijom *extrude* i saviti ga tako da se dobiju naslon i sedišta stolice.

Pri modelovanju šipki potrebno je odrediti početnu geometriju i na njene fejsve primenjivati samo opcije *extrude* i *rotate* tako da se dobije oblik približan onom kome se teži. Finalni oblik se postiže opcijom *subdivision surface* koja daje fino zaobljen oblik šipke.

Ovaj pristup modelovanju nije kompleksan i postiže se odgovarajući finalni rezultat jer je uspešno prenet utisak o materijalu od koga bi stolica trebalo da bude izrađena i dobijena je željena geometrija modela (slika 5).

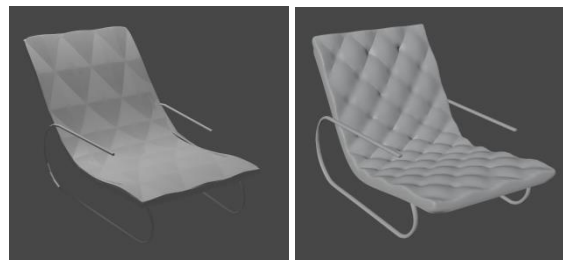
2.2.3. Upporedna analiza

U tabeli 2 su prikazani osnovni parametri vrednovanja pristupa modelovanju gde je pokazano da je geometrijsko modelovanje u Blenderu u dve kategorije znatno lošije od modelovana uz pomoć paterna (geometrija modela i vreme potrebno za izradu), dok je broj verteksa, poligona i triangulacije na strani geometrijskog modelovanja.

Tabela 2. Analiza pristupa modelovanju u Blenderu

Tehnika modelovanja	Geometrija	Vreme	Broj poligona i verteksa
Modelovanje uz pomoć paterna	Zadovoljavajuća, dobro prezentovanje materijala	Oko 2 sata	Vertex: 90616 Faces: 89752 Triangles: 179504
Geometrijsko modelovanje	Deformisana i izlomljena	Oko 6 sati	Vertex: 22217 Faces: 21892 Triangles: 43872

To ne menja značajno činjenicu da uporednom analizom ovih modela na slikama 2 i 3 dolazi do utiska da je metoda modelovanja uz pomoć paterna za dato istraživanje pružila znatno bolje krajnje rezultate.



Slika 4 (levo). Model dobijen geometrijskim modelovanjem
Slika 5 (desno). Model dobijen pomoću paterna

3. OPTIMIZACIJA

Optimizacija je neophodna jer veliki broj verteksa i edževa nije pogodan za dalju obradu modela i može dovesti do sporijeg rada programa i računara na kome se vrši modelovanje. Analiza uspešnosti metode se zasniva se na količini deformacija koje se javljaju i na odnosu broja verteksa i edževa pri početku i kraju procesa optimizacije – što su deformacije i brojevi verteksa i edževa na kraju procesa manji pristup je uspešniji.

3.1.1 Optimizacija u 3DS Max-u

Procesu optimizacije u 3DS Max-u se može pristupiti na više načina. Jedna od prednosti ovog programa su modifajeri koji služe specijalno za optimizaciju.

Prva metoda koju program 3DS Max nudi jeste upotreba modifajera *ProOptimizer* koji na početku kalkuliše ukupan broj verteksa u modelu i zasniva se na smanjenju tog broja kako bi se obavio proces optimizacije. Proces optimizacije se svodi na ispitivanje vrednosti unetih u podešavanjima ovog modifajera. Ukoliko unete vrednosti dovode do prevelike deformacije modela rešenje se može potražiti u opciji *smooth*, pri čemu se dobijaju rezultati koji su neznatno lošiji od originala po pitanju geometrije. Opcija *smooth* donosi ponovno povećanje broja verteksa, ali je on i dalje manji od broja na originalnom modelu, dok je povećanje broja poligona drastičnije i dostiže broj veći od broja pri originalnom modelu (tabela 3).

Naredna metoda se zasniva na opciji *Optimize* uz pomoć koje program sam odredi broj verteksa potrebnih kako se geometrija ne bi deformisala, ostavljajući mogućnost da se te vrednosti promene ukoliko korisnik smatra da nisu dovoljno dobre. Deformacija geometrije se manifestuje samo u delovima gde su napravljena udubljenja na segmentu koji čini naslon i sedišta stolice, ali proces optimizacije je uspešan uzimajući u obzir drastično smanjivanje broja verteksa u modelu (tabela 3).

Tabela 3. Analiza pristupa optimizaciji u 3DS Max-u

Pristup optimizaciji	Geometrija	Broj poligona i verteksa
Originalna geometrija	/	Vertex: 220906 Polygon: 220904
Modifajer ProOptimizer	Zadovoljavajuća, dobra prezentacija materijala	Vertex: 135000 Polygon: 269904
Modifajer Optimize	Zadovoljavajuća, male deformacije	Vertex: 49959 Polygon: 99882

3.1.2 Optimizacija u Blenderu

U sklopu modifajera Decimate se nalaze dve opcije koje mogu zadovoljiti potrebu optimizacije i koje su predmet istraživanja.

Opcija *Edge collapsing* se zasniva na podešavanju slajdera čija se vrednost kreće od nule do jedinice.

Jedinica u ovom slučaju označava originalnu geometriju dok nula predstavlja apsolutno uprošćenu geometriju koja je deformisana. Princip rada zasniva se na traženju vrednosti koja će optimizovati model bez deformisanja. Pri optimizovanom modelu čiji je broj verteksa i edževa smanjen za 50% rezultat je zadovoljavajućeg kvaliteta u odnosu na utvrđene parametre. Prilikom većeg zumiranja mogu se uočiti nedostaci u geometriji modela ali je on pogodan za prezentaciju.

Sledeća ispitana opcija je *Iteration count*. Pri njenom korišćenju se poništava efekat opcije *subdivide* kojom je dobijena fino oblikovana geometrija modela. Program na osnovu unetog parametra vrši proračun i zatim uklanja edževe koje smatra nepotrebnim a fejsve koje je ukinuti edž razdvajao spaja u jedan. Kao rezultat optimizacije dobijen je model čija je geometrija deformisana u odnosu na originalnu. Segment stolice koji se odnosi na naslon i sedište je uprošćen do te mere da fino zaobljenje više ne postoji, narušavajući time prikaz materijala modela.

Tabela 4. Analiza pristupa optimizaciji u Blenderu

Pristup optimizaciji	Geometrija	Broj poligona i verteksa
Originalna geometrija	/	Vertex: 90616 Faces: 89752 Triangles: 179504
Opcija Edge collapsing	Zadovoljavajuća, dobro prezentovanje materijala	Vertex: 21252 Faces: 41415 Triangles: 41415
Opcija Iteration count	Nije zadovoljavajuća, gubi se utisak o materijalu	Vertex: 22882 Faces: 22526 Triangles: 44969

U tabeli 4 su sumirane vrednosti dobijenih optimizovanih modela. Postizanjem sličnog broja verteksa, fejsve i triangulacija pri optimizaciji oba modela zaključeno je da je pogodnija opcija *Edge collapsing*. Ova opcija omogućava značajno smanjenje pomenutih parametara a da pritom čuva originalnu geometriju. Druga opcija - *Iteration count* je dobra za očuvanje oblika modela ali se njene performanse pri smanjenju broja verteksa u modelu nisu pokazale zadovoljavajućim.

4. ZAKLJUČAK

Zaključak o pristupu modelovanju primerenijem za finalnu prezentaciju zasniva se na vizuelnom utisku koji *clay* modeli ostavljaju. Parametri koji se tiču vremena utrošenog na izradu i optimizaciju modela kao i njihove kompleksnosti su približno jednaki i ni jedan pristup se ne izdvaja značajnije.

Model dobijen korišćenjem 3DS Max-a nakon optimizacije ima duplo veći broj verteksa od modela dobijenog upotrebom Blendera. Međutim uporednom analizom finalnih modela dobijenih korišćenjem pomenutog softvera primetna je razlika u kvalitetu. Pri modelovanju u 3DS Max-u dobijena su ujednačenja udubljenja na segmentu sedišta i naslona, ivice su finije zaobljene, ne dolazi do deformacija i materijal je verodostojnije prikazan.

Uspešnost prezentacije je ranije definisana i zasniva se na kvalitetu i realističnom prikazu modela. Na osnovu prethodnih analiza zaključak je da više utvrđenih parametara za ovo istraživanje zadovoljava finalni model iz 3DS Max-a kao i da je kvalitet tog finalnog modela povoljniji za prezentaciju, bilo da se radi o renderu ili internet prezentaciji.

5. LITERATURA

- [1] <https://www.blender.org/features/modeling/> (pristupljeno u avgustu 2019.)
- [2] <https://all3dp.com/2/blender-how-to-reduce-polygons/> (pristupljeno u avgustu 2019.)
- [3] <https://area.autodesk.com/tutorials/3ds-max-modeling-techniques-modeling-with-splines/> (pristupljeno u avgustu 2019.)
- [4] <https://www.katsbits.com/tutorials/blender/basic-optimize-models-for-export-to-games.php> (pristupljeno u avgustu 2019.)
- [5] <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:638944/FULLTEXT02> (pristupljeno u avgustu 2019.)
- [6] <https://knowledge.autodesk.com/support/3ds-max/-learn-explore> (pristupljeno u avgustu 2019.)
- [7] <https://www.wayfair.ca/furniture/> (pristupljeno u avgustu 2019.)

Kratka biografija:



Radiša Pavićević rođen je u Kragujevcu 1995. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti arhitekture – uporedna analiza pristupa 3D modelovanju i optimizaciji modela nameštaja .
kontakt: radisapavicevic74@gmail.com

NOVE KONCEPCIJE ZATVORSKIH KOMPLEKSA**CONCEPTS FOR NEW PRISON**

Dajana Ostojić, Dragana Konstantinović, Slobodan Jović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – Cilj rada ogleda se u ispitivanju novih koncepcija i pristupa projektovanja zatvorskih kompleksa. Rad se bavi istraživanjem razvoja novih zatvorskih oblika, zatim, ispitivanjem uticaja savremenih tehnologija na arhitektonski prostor, kao i, predlaganjem novih sadržaja za zatvore, koji utiču na promjenu percepcije arhitektonskog konteksta. Projektovani zatvorski kompleks smješten je na periferiji grada Novog Sada, u prirodnom okruženju ostrva Čerevička ada. Analizirano je sedam primjera studije slučaja, koji su pokazali različite odnose među prostornim rješenjima, programima, funkcijama, kontekstu i korisnicima. Zaključci ovog istraživanja poslužili su kao glavne smjernice pri projektovanju. Kao rezultat, kreiran je novi zatvorski kompleks u kome se pored osnovnih sadržaja nalaze razni kulturni, sportski i obrazovni sadržaji. Stvoren je odgovarajući prostor koji pospješuje rehabilitaciju zatvorenika i uvodi nove sadržaje.

Ključne reči: Arhitektonsko projektovanje, kazneno-popravne institucije, zatvor, novi tip zatvora, ostrvo

Abstract – The purpose of this paper is to examine new concepts and approaches to prison building design. The paper deals with the research of the development of new prison forms as well as the influence of modern technologies on architectural space, creation of new programs for prison that alter the perceptions of architectural context. The prison complex is located on the outskirts of town Novi Sad, into the natural environment, of the island Čerevička ada. Seven case studies were conducted in this topic. Research has shown different relationships between spatial solutions and programs, functions, context, users. The conclusions of this research were set up as the basis of the design process. As a result, a new prison complex was designed, as a space where various cultural, sports and educational programs should take place. The new prison complex was created, with designated spaces that help rehabilitate prisoners and introduce new program.

Keywords: Architectural design, detention facility, prison, new type of prison, island

1. UVOD

Istraživački rad koji predstavlja glavnu teorijsku podlogu u postavljanju ključnih, projektantskih smjernica pri izradi idejnog arhitektonskog rješenja humanog zatvora na ostrvu obuhvata dvije primarne tematske cjeline.

Ove tematske cjeline su predstavljene kao dva srodna, povezana pravca istraživanja, kroz nove tipološke funkcije i prostorno okruženje humanih zatvora, čiji će rezultati naposljetku dati finalno, sublimirano prostorno rješenje. Prateći analizu odabranih relevantnih primjera humanih zatvora, stvaranje novih koncepcija, uvođenje novih sadržaja kao i njihov odnos sa prostorom, prirodnim okruženjem u kom se nalaze, formiraće se zaključak o odnosu projektantskih timova prema postavljenim projektantskim problemima i načinima odabira prostornih rješenja prilikom odgovora na iste.

Glavno pitanje koje se javlja prilikom oblikovanja ovakvih prostora jeste šta je zapravo cilj zatvora, kazna ili rehabilitacija? Uspješna arhitektura zatvora zasnovana je na ozbiljnom promišljanju svih nivoa prostora, materijalizaciji istih, predviđanju korišćenja i mogućih načina upotrebe kojima će novoprotjektovani prostori odgovoriti na savremene potrebe i zahtjeve korisnika, naglašavanju rehabilitacije kroz sve sfere kako bi se preventivno spriječili novi socijološki prestupi.

Kroz rad će biti sumirani svi rezultati prethodno pomenutog i sprovedenog istraživanja u cilju što boljeg kreiranja idejnog rješenja humanog zatvora, koji će kao kompleks biti smješten u prirodnom okruženju ostrva na Dunavu, a u okviru koga će biti zastupljeni najrazličitiji kulturni, obrazovni, upravni, vjerski, zanatski, trgovinski, ugostiteljski sadržaji koji će na što atraktivniji i perspektivniji način olakšati život korisnika ovog rehabilitacijskog selo-zatvora.

2. PROJEKTANTSKE OSNOVE

Glavni razlog pristupa i razrade teme Zatvorskih kompleksa, u okviru master rada, proistekao je kao odgovor na nedovoljnu uključenost arhitekata i drugih stručnih lica u pitanja vezana za pomenutu temu i rješavanje istih.

Primarna ideja pri istraživanju bila je upoznavanje, shvatanje i predstavljanje novih koncepcija zatvorskih kompleksa evropskih zemalja kao i kreiranje korelacija sa zatvorima u Srbiji. Glavni cilj je podobno istraživanje pristupa, pri kreiranju odgovora na složene teme zatvorskih kompleksa, u različitim kontekstima.

NAPOMENA:

Rad je proistekao iz master rada čiji mentor je bila dr Dragana Konstantinović vanr.prof., a komentor master, dipl.inž.arh Slobodan Jović.

2.1. Kazneni sistem i stanje zatvora u Srbiji

Kazneni sistem Republike Srbije zasniva se na primjeni glavnog akta Krivičnog zakonika, koji trenutno ne primjenjuje, ali razmatra i predviđa uvođenje doživotnog zatvora u kazneni sistem. Sistem izvršenja krivičnih sankcija u Republici Srbiji zasniva se na empirijskim i teorijskim osnovama irskog progresivnog sistema, gdje je, uz primjenu određenih modifikacija, dominantna koncepcija izvršenja sankcija u zemljama sa dugom demokratskom tradicijom i razvijenim penitencijarnim sistemima. Sistem izvršenja sankcija u Republici Srbiji predstavlja zaokruženu cjelinu u čijem sastavu se nalaze opšte i specijalizovane ustanove za različite kategorije izvršilaca krivičnih djela [1].

Ustanove za izvršenje krivičnih dijela u Republici Srbiji su okružni zatvori, kazneno – popravni zatvori, specijalna zatvorska bolnica, vaspitno – popravni dom za maloljetnike, kazneno – popravni zavod za žene, kazneno – popravni zavod za maloljetnike.



Slika 1. Ustanove za izvršenje krivičnih sankcija u Republici Srbiji [1]

Prema poslednjim izveštajima Savjeta Evrope, iz 2018. godine, o stanju u evropskim zatvorima ukazuje se na javljanje sve većeg problema prenatrpanosti zatvora u Srbiji. Ukupan broj zatvorenika u januaru 2018. godine iznosio je 10.807, što je gotovo identično sa 2016. godinom kada je u zatvorima, u Srbiji bilo stacionirano 10.672 ljudi. U Srbiji stopa zatvorske populacije iznosi 154,4 na 100.000 stanovnika i primjetno je veća od evropskog prosjeka sa 102,5 zatvorenika [2].

Veoma značajan problem zatvora u Srbiji predstavlja njihova zastarjela struktura, neopremljenost i neprilagođenost korisnicima. Većina objekata su građeni prije više od 50 godina, te su dotrajali i neadekvatno iskorišćeni. Najveći probleme predstavljaju higijena, mokri čvorovi, izolacija, organizacija i generalno ukupan život u smislu aktivnosti u samom zatvoru, koji nisu na zadovoljavajućem nivou [3].

2.2. Nove tendencije zatvora u Srbiji

Pored povećanja kapaciteta, govori se i o neophodnosti pokretanja alternativnih mjera, kakve primenjuju zemlje Beneluksa. Uvođenje zamjena za kratkotrajne kazne zatvora kroz rad na javnom mjestu, kućnim zatvorom, uslovnom osudom sa zaštitnim nadzorom, gdje dodatna mjera može da bude liječenje od alkoholizma, narkomanije, ili nekog drugog problema koji možda jeste uzrok vršenja krivičnih djela.

Jedinstven primjer zatvorskog kompleksa u Srbiji, koji u svojoj koncepciji sadrži nove tendencije, makar i u

tragovima, jeste novi zatvor između Pančeva i Dolova. Novi zatvor je jedan od najmodernijih zatvora, zatvorenog tipa u Srbiji, sa smeštajnim kapacitetom za 500 lica lišenih slobode. Izgradnja je trajala dvije godine i rađen je u skladu sa standardima Evropskih zatvorskih pravila, ispoštovani su svi međunarodni standardi u pogledu humanog smještaja, adekvatne zdravstvene zaštite i čuvanja osjetljivih kategorija, u koje spadaju i lica sa posebnim potrebama.

3. PROJEKTANTSKI RAD

Glavni razlog pristupa i razrade teme zatvorskih kompleksa, u okviru master rada, proistekao je kao odgovor na nedovoljnu uključenost arhitekata i drugih stručnih lica u pitanja vezana za pomenutu temu i rješavanje istih. Primarna ideja pri istraživanju bila je upoznavanje, shvatanje i predstavljanje novih koncepcija zatvorskih kompleksa, evropskih zemalja kao i kreiranje korelacija sa zatvorima u Srbiji. Glavni cilj je podobno istraživanje pristupa, pri kreiranju odgovora na složene teme zatvorskih kompleksa, u različitim kontekstima.

3.1. Polazišta rada

Savremeni zatvorski kompleks predstavlja izrazito slojevit, funkcionalno i prostorno zahtjevnu projektantsku cjelinu, koja traži promišljanje do najsitnijih detalja i u svim nivoima prostora. Jedan od ključnih faktora prilikom pristupa projektovanju je svakako izbor lokacije, koja u mnogo čemu igra primarnu ulogu u daljem razvoju koncepta. Uz kvalitetno organizovanu funkcionalno – prostornu cjelinu, neophodno je implementirati socijalno – psihološki karakter koji će prostor učiniti pristupačnijim, humanijim, kvalitetnijim ali i dodatno podcrtati ideologiju za koju se zatvor zalaže. Pored veoma složene organizacije prostora, nužno je osmisliti dovoljan broj potrebnih sadržaja koji će zainteresovati i okupirati korisnike, podsticati ih na rad, zalaganje, odgovornost i socijalizaciju sa drugima, kako bi se lakše i bolje snašli u životu, po izlasku na slobodu.

3.1. Lokacija i kontekst

Kompleks zatvora zasnovan na novim koncepcijama predviđen je za 1 000 zatvorenika. Pozicioniran je na ostrvu Čerevićka ada, koje je od Novog Sada udaljeno oko 24 km. Ostrvo se na sjevernom dijelu nalazi između naselja Begeč i Futog, udaljenosti oko 3km, dok južnim dijelom, preko Dunava graniči sa naseljem Potoranj. Lokacija je izuzetno povoljna, ostrvo predstavlja prirodni rezervat različitih biljnih i životinjskih vrsta. Južnim dijelom izlazi na plovni put Dunava. Zbog prirodne vodene barijere i mogućnosti pristupa samo vodenim putem, samo ostrvo je veoma pogodna lokacija za pozicioniranje ovakve vrste kompleksa. Kao dodatna barijera kompleksa i izolacije samog ostrva, javlja se pogodnost zelenog, nenaseljenog, šumovitog pojasa, koji je, posle vodene, još jedna prirodna granica na obali kopna.

Ostrvo se prostire na površini od oko 2.150.000 m², pri čemu je pod novoprojektovanim objektima kompleksa zauzeta ¼ površine ostrva, kako ne bi bio narušen postojeći prirodni balans, te kako bi se očuvao što bolji odnos prirodnog okruženja, njenog uticaja na razvoj i koncepciju kompleksa.

3.2. Koncept

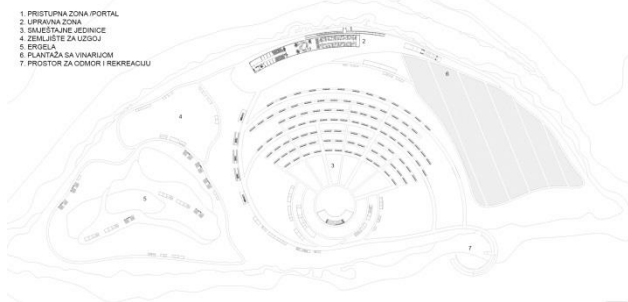
Koncept cjelokupnog kompleksa formiran je kao rezultat skupa detaljnog istraživanja kompleksnih faktora tipologije zatvora, pratećih objekata i sadržaja unutar kompleksa, njihovih međusobnih korelacija i odnosa sa okruženjem u kom je kompleks pozicioniran.

Primarni koncept ogleda se u formiranju humanog zatvorskog kompleksa koji bi funkcionisao po pravilima samoodržive zajednice, sa elementima stvarnog života (koji neće biti samo vještački unijeti, kroz urbanu strukturu naselja, nego i kroz elemente i navike iz stvarnog života), unutar što prirodnijih uslova. Kompleks je smješten u prirodno, zeleno okruženje ostrva na Dunavu, koje kao prirodnu barijeru koristi rijeku kojom je okružen.

Zatvorski kompleks sadrži sedam konceptualizovanih cjelina koje za cilj imaju uspostavljanje i usvajanje reda, pospješnje psiho – fizičkog zdravlja, ostvarenje komunikacije, sticanje novih vještina i znanja, stvaranja radnih navika, poboljšanje socijalizacije.

3.3. Opis prostornog rješenja

Zatvorski kompleks obuhvata prostor ostrva Čerevičke ade i kao takav sastoji se od sedam konceptualizovanih cjelina koje imaju za cilj da formiraju što humaniji, prirodni prostor koji će pospješiti pozitivne navike zatvorenika i uticati na njihovu rehabilitaciju.



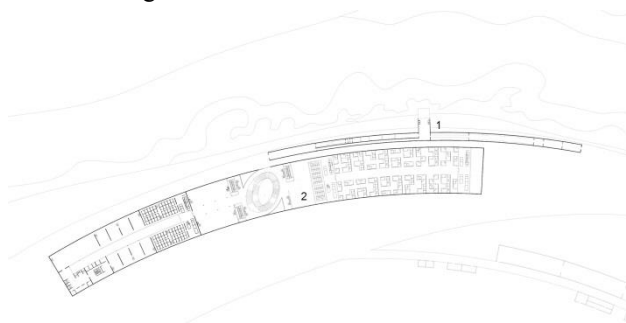
Slika 2. Šematski prikaz funkcija unutar kompleksa

Prva cjelina predstavlja pristupnu zonu/portal sa kontrolnim punktovima za posjetioce i robu koja se doprema ili otprema sa ostrva. Primarni element ove cjeline svakako je *dok*, koji je ujedno i jedini pristup kompleksu vodenim putem, a koji predstavlja platformu prvog kontakta sa zatvorskim kompleksom. Po prolasku kroz sve kontrolne tačke pristupa se prvom stepenu unutrašnjosti kompleksa.

Druga cjelina predstavlja glavni upravni objekat. Ovaj objekat zamišljen je kao centralna zgrada u tri nivoa, sa međuetazama. Objekat je projektovan nad polukružnom osnovom, sastoji se iz dva korpusa, čija je širina 22m. Rampa koja prati oblik objekta prostire se cijelom njegovom dužinom, po krovu i obzirom na značajnu visnu objekta, 24 m, predstavlja glavni vidikovac kompleksa.

Objekat predstavlja glavnu sponu među zatvorskim kompleksom i slobodnim prostorom. Uloga ovog objekta jeste da formira određenu strukturno – vizuelnu barijeru. Ima funkciju zida – zaklona, koji zatvorenici stvara psihološku i fizičku prepreku sa realnim životom. Primarni koncept bio je formiranje fizičke barijere, pored onih prirodnih, sa elementima psihološkog karaktera, koji

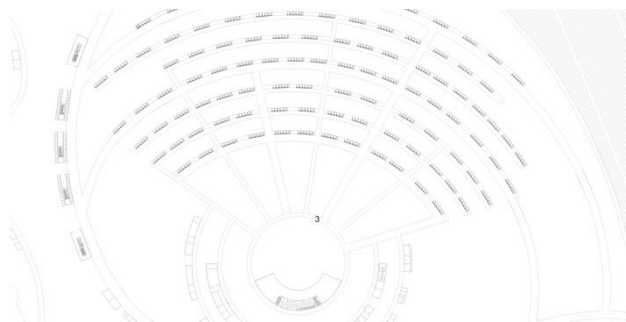
će zatvorenicima omogućiti uvid u stvarni život ali ne i mogućnost konzumiranja istog. Unutar ovog objekta nalaze se tri glavne etaže.



Slika 3. Prva i druga cjelina – pristupna i upravna zona

Treća cjelina predstavlja smještajne jedinice zatvorenika koje su grupisane u manje lamele sa tehničkim prostorijama. Smještajne jedinice su projektovane za dva ili četiri korisnika. Jedinica u sebi sadrži jednu ili dvije etaže spavaćih prostorija, etažu sa kuhinjom i dnevnim boravkom i relaksirajuću međuetazu (prostor za posmatranje zvijezda – utiče na pospješnje razvoja moždanih ćelija i poboljšanje psiho-fizičkih aktivnosti, prostor za odmor, meditaciju i rehabilitaciju).

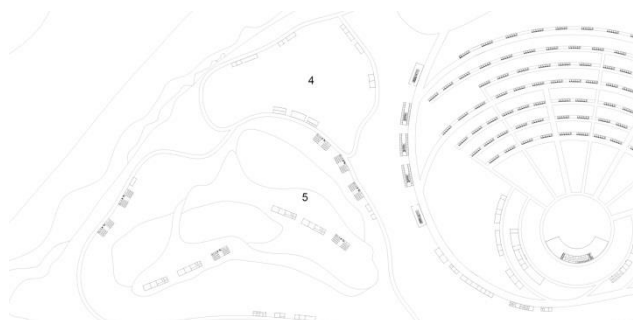
Smještajne jedinice su najvećim dijelom izložene prirodnom osvjetljenju sa krova, koji je zastakljen. Primarni koncept, pri oblikovanju smještajnih jedinica bi je kreiranje dovoljno udobnog prostora za život, ali samo u onim granicama koliko je to neophodno. Sve u cilju podsticanja veće socijalizacije među korisnicima, obavljanju većeg broja aktivnosti tokom radnog dana, korišćenju prirodnog okruženja i učešću u 100% rehabilitaciji. Glavna ideja bila je podstaknuti zatvorenike da u ovom prostoru provode što manje vremena, a više koriste ostale sadržaje. Na etažama sa sobama postoje manji otvori za potrebe provjetrenja. U okviru ove cjeline, po njenom obodnom dijelu, nalaze se smještajni kapaciteti i restoran – menza za zaposlene, razne trgovine, prodavnice, poslastičarnice, pekare i uslužne radnje, vjerski objekti kao i zanatske radionice različitih zanata u okviru kojih rade zatvorenici. U samom centru naselja nalazi se javni, multifunkcionalni plato sa menzom za zatvorenike.



Slika 4. Treća cjelina – smještajna zona

Četvrta cjelina obuhvata prostor za uzgoj povrća, voća i drugog bilja. U okviru ove cjeline nalaze se plastenici, staklenici, objekti za smještaj mehanizacije i drugi prateći objekti.

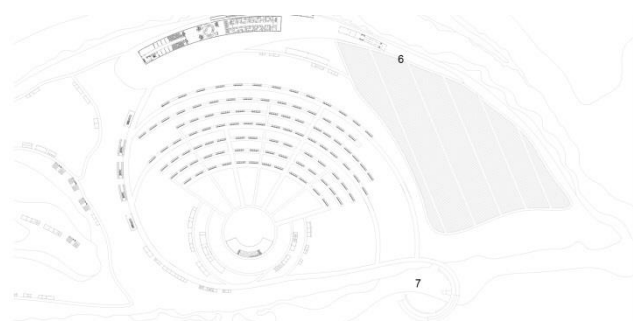
Peta cjelina obuhvata prostor za uzgoj konja, ergelu. U okviru ove cjeline javljaju se objekti za smještaj grla, konjušnice i drugi prateći objekti. Glavna koncepcija ove cjeline bila je kreirati prostor u kom će zatvorenici kroz rad sa životinjama, prevazići svoje strahove, steći radne navike, stvoriti osjećaj odgovornosti, izgraditi povjerenje, poboljšati svoje psiho – fizičko zdravlje.



Slika 5. Četvrta i peta cjelina – poljoprivredno zemljište i ergela

Šesta cjelina predstavlja prostor plantaža za uzgoj grožđa i vinariju sa pogonom. U okviru ove cjeline zaposlen je veliki broj zatvorenika. Vinarija sadrži pogon za proizvodnju i destilaciju vina, vinski podrum, prostor za pakovanje, izvoz i degustaciju.

Sedma cjelina predstavlja prostor za odmor i rekreaciju. Ova cjelina se, duž glavne akse kompleksa, nastavlja na drugu i treću cjelinu, kao završni element. Obuhvata prostor južne obale ostrva preuređen u javnu plažu sa bazenima i multifunkcionalnim prostorima.



Slika 6. Šesta i sedma cjelina – plantaža sa vinarijom i prostor za odmor i rekreaciju

4. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Izrazito važan element u oblikovanju svake države i njenom prosperitetu predstavlja odnos prema kriminalu i zatvoru kao glavnoj kazneno-popravnoj ali i rehabilitacijskoj ustanovi.

Uvođenje velikih promjena u smislu oblikovanja prostora u kojima zatvorenici borave i koje koriste, uvođenje novih funkcija i sadržaja, pozicioniranje kompleksa na određene lokacije različitih kvaliteta, dovele su do stvaranja jedne nove vrste humanih prostora u sklopu zatvora, koji postepeno prerastaju u određene hibridne vrste kompleksa. Ovakvi kompleksi na primarno mjesto stavljaju čovjeka i njegove potrebe. Kroz različite psihološke koncepcije rehabilitaciju zatvorenika olakšavaju i čine prilagodljivom i prihvatljivom.

Primarna koncepcija novoprojektovanog kompleksa se zasniva na nekaznenom kontinuitetu. U odnosu na vladanje zatvorenika, tokom određenog perioda, određuje se jedan od nivoa posjeta (I – beskontaktna, II – zajednička, III – individualna, IV – porodična), koja je jedini vid "kažnjavanja" tj. uslov usmjeravanja zatvorenika da što bolje i intenzivnije pristupi procesu rehabilitacije. Pored ovog, postoji i zabrana napuštanja samog ostrva, povodom čega postoje, pored prirodne vodene barijere i veštačka zid – barijera u vidu glavne upravne zgrade, koja se prostire većim dijelom sjevernog oboda ostrva. Površina kompleksa je značajnih razmjera, tako da zatvorenicima nije primarni osjećaj zatvorenosti i izolacije iz stvarnog života. Čak naprotiv, vidikovac sa krova upravne zgrade omogućava im vizuelnu povezanost sa prostorima iz vana u kojima se odvija slobodan život, struktura ulica, naselja i cjelina unutar kompleksa za cilj imaju kreiranje urbane strukture koja nalikuje na manje gradove i sela, kako bi zatvorenicima bile omogućene savakodnevnne navike i aktivnosti, koje će ih spremići za lakši život, po napuštanju ovog kompleksa.

Većina poslova i obaveza koje se zatvorenicima nameću u okviru samoodrživog zatvorskog kompleksa, za cilj ima pored rada i stvaranja radnih navika, poboljšanje mentalnog i psiho – fizičkog zdravlja, kao i oslobađanje od nervoze, neadekvatnih i nekvalitetnih životnih navika.

Sva projektantska rešenja u ovom radu rukovođena su idejom da se ispituju pristupi i koncepcije novog tipa zatvora koji bi bio primenljiv u našoj sredini, a koji nudi humano i stimulatívno okruženje, čime se potencira njegova rehabilitacijska osnova, a ne samo kazneno-popravna funkcija.

5. LITERATURA

- [1] Ministarstvo pravde – uprava za izvršenje krivičnih sankcija, (2016.), Organizacija, <http://www.uiks.mpravde.gov.rs/lt/articles/organizacija/>, pristup (04.09.2019.)
- [2] CoE – Council of Europe – Savjet Evrope, (2018.), Izveštaji, <https://www.minrzs.gov.rs/sr/dokumenti/izvestaji/sektor-za-medjunarodnu-saradnju-evropske-integracije-i-projekte/savet-evrope>, pristup (18.08.2019.)
- [3] Ilić, Aleksandra. *Prenaseljenost zatvora – Fenomenološki i etiološki aspekti* (Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Fakultet bezbjednosti, 2010)

Kratka biografija:



Dajana Ostojić rođen je u Sarajevu 1995. god. Osnovne akademske studije završila je 2018. god na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Master rad, na master studijama usmerenja Arhitektonsko i urbanističko projektovanje, na Fakultetu tehničkih nauka brani 2019. god.

INTERPRETACIJA RACIONALISTIČKIH IDEJA I PRIMENE FRAKTALA PRI PROJEKTOVANJU ARHITEKTONSKOG PROSTORA**INTERPRETATION OF RATIONALIST IDEAS AND FRACTAL USE IN DESIGNING OF ARCHITECTURAL SPACE**Milivoj Filipović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ARHITEKTURA**

Kratak sadržaj – Kritička analiza fraktala manje razmere u projektima zasnovanim na konceptima racionalizma i razmatranje mogućnosti njihove sinteze u projektovanju nove prostorne forme.

Ključne reči: Racionalizam, Fraktal, Modul, Prostor, Forma

Abstract – Critical analysis of low-scale fractal uses in architectural projects based on rationalist ideas, consideration of their possible concept synthesis and its application in creating new spatial forms.

Keywords: Rationalism, Fractal, Module, Space, Form

1. UVOD

Prema mišljenju Nemačkog filozofa Kanta (*Immanuel Kant*) razum predstavlja apriorne funkcije kojima se čulni opažaji pretvaraju u instrumente iskustva, pojmove i sudove [1].

Projektanti i teoretičari su nastojali od davnina da svoje ideje povežu sa određenim poljima matematike, kao navode u dokazivanju tačnosti svojih postulata. Nalazeći savršenstvo u odlikama fraktala, kao osobine od značaja prezentovane su skale kompleksnosti u njihovim odnosima i emuliranju prirodnih obrazaca.

U daljem tekstu će biti prikazan razvoj filozofije racionalizma od perioda prosvetiteljstva, njen uticaj na pojedince i oformljivanje pravaca u arhitekturi, zatim objašnjenje hipoteze o osobinama fraktalima, kao i primena tih osobina na sintezu novih arhitektonskih formi analizom projekata sa izraženom geometrijskom organizacijom celokupne kompozicije i njenih segmenata.

2. POJAVA RACIONALIZMA U PERIODU PROSVETITELJSTVA

Kako se kao polazna ličnost racionalizma predstavlja Rene Dekart (*René Descartes*), francuski filozof koji se ujedno bavio i prirodnim naukama, objašnjavanje fenomena fizičke stvarnosti prema mehaničkim koncepcijama koje je razvio omogućile su razumevanje materijalnog sveta i dalji napredak nauke [2].

Dekartovim najvećim doprinosom se može smatrati upotreba matematičkih alata, tačnije algebarskih jednačina,

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila prof. dr Jelena Atanacković-Jeličić.

u rešavanju kompleksnih problema geometrije, omogućujući nova tumačenja pri opisivanju prirodnog okruženja pomoću lakih i preciznih matematičkih formula.

Za dalji tok razvoja misli racionalizma u periodu prosvetiteljstva važno je napomenuti definisanje arhetipa, odnosno izvorišta određene ideje. Postavljanje ovakvih principa možemo sagledati u konceptu *prirodnog stanja* Francuskog filozofa Žan-Žak Rusoa (*Jean-Jacques Rousseau*) koji iskazuje da je priroda arhetip onoga što je dobro i istinito, odnosno da bi nešto bilo razumno, mora poticati iz prirode, što bi u teoriji estetike vodilo ka opisivanju određenih dostignuća kao harmoničnih, jednostavnih, savršenih i uravnoteženih.

3. IDEJE RACIONALIZMA U ARHITEKTURI

Ugledajući se na Rusoa i njegovo korišćenje pojma arhetipa kao racionalno logičkog i na koncepte filozofije prirode, jezuitski opat Mark-Antoan Ložije (*Marc-Antoine Laugier*) predstavlja princip primitivne kolibe kao arhetip u kom se ogleda ideal savršene geometrije i forme sa svedenim elementima koji se sastoje od četiri stuba na pravougaonoj osnovi sa entablaturom i zabatom [3].

Drugi prominentni teoretičar neo-klasicizma jeste francuski arheolog De Kinsi (*Quatremère de Quincy*). On definiše primitivni tip arhitektonskog objekta koji oblikom i proporcijom, i po ugledu na ideje *prirodnog stanja*, imitira prirodu. Nasuprot tipu, De Kinski konstatuje i pojam modela, koji kao obrazac predstavlja podlogu za mehaničko repliciranje objekata [4].

Tokom 19.og veka Diran (*Jean-Nicolas-Louis Durand*), francuski arhitekta, se nadovezuje na pomenute teorijske iskaze uvodeći pojam korisnosti (*utilitas*) koji racionalističke ideje izjednačava sa temom ekonomske isplativosti pri čemu se zadovoljavaju funkcionalne potrebe kroz kombinaciju unapred klasifikovanih arhitektonskih elemenata [5]. Pomenuti model će kasnije pripadnici Moderne standardizovati tako da odgovara principima mašinske proizvodnje, i posledično, svesne multiplikacije utvrđenih šablona, npr. *Domino kuća* švajcarskog arhitekta Le Korbizjea (*Le Corbusier*).

Za razliku od Italijanskog racionalizma između dva svetska rata, koji je samo manifestom sledio pojedine ideje iz prošlosti, neo-racionalizam koji se šezdesetih godina javlja u Italiji sa grupom *La Tendenza*, predvođenoj Rosijem (*Aldo Rossi*) kao polaznu čeliju prezentuje osnovne elemente grada, sačinjene od arhetipskih geometrijskih oblika [6]. Elementi predstavljaju osnovnu gradivnu jedinicu arhitektonskog objekta, koji će kasnije u skupu sa drugim objektima činiti strukturu grada [7].

4. FRAKTALI

Termin fraktal uvodi naučnik i matematičar Mandelbrot (*Benoit Mandelbrot*) sredinom 1970.ih godina oslanjajući se na zakone vidljive u prirodnim fenomenima. On objašnjava da se bilo koja komponenta nekog sistema naziva fraktalom ako je oblik te komponente približno sličan obliku celine koji je podvrgnut transformaciji skaliranja. Rezultujući oblik kao takav može biti umanjen, uvećan, rotiran i/ili transliran, ali njegova forma ostaje ekvivalentna početnoj, što znači da su relativne proporcije linija, površina i uglova koje međusobno obrazuju ostali isti.

Prema teorijski izvedenim osobinama, fraktali mogu postojati na različitim nivoima kompleksnosti, u zavisnosti od parametra multiplikacije, razmere i transformacije. Sledeća karakteristika fraktala jeste njegova zavisnost u odnosu na početne uslove prema kojima se inicijalni oblik razvija ili menja.

Dalje, sličnost fraktala se može proizvesti kroz propisan broj iteracija gde skup elemenata celokupnog fraktala možemo posmatrati kao jednu generaciju. Drugim rečima kroz implementaciju matematičkih formula ili geometrijskih kriterijuma, nakon utvrđivanja polazne generacije, svaka naredna se menja na osnovu kalkuliranih rezultata prethodne [8].

5. PRIMENA FRAKTALA U ARHITEKTURI

Analizu primene fraktala u arhitekturi možemo podeliti na dva dela, prvi je analiza manje razmere (*little scale analysis*), odnosno interpretacija pojedinačnog objekta i analiza veće razmere (*large scale analysis*) usmerene na tumačenje urbanog razvoja grada [9].

Analiza manje razmere razlikuje dimenziju sličnosti (D_s) koja podrazumeva vezu između pojedinih delova sa strukturom objekta i *box-counting* dimenziju (D_b) korišćene za definisanje fraktalne dimenzije objekta. D_s i D_b poistovećujemo sa fraktalnom dimenzijom D koju je postavio Mandelbrot.

Kako je skup tačaka koji čine liniju predstavljen tipološkom dimenzijom $d=1$, $d=2$ u slučaju kad tri tačke ne leže na istoj liniji i čine ravan, a u trodimenzionalnom Euklidovom prostoru kad tačke ne leže u istoj ravni $d=3$. Primećujemo da su dimenzije prikazane celim brojevima. Mandelbrotova dimenzija D jeste realan broj pomoću kog se u sličnim konfiguracijama pronalazi veza razmere naspram broja manjih jedinica koje ih sačinjavaju. Pomenutu konekciju možemo izraziti pomoći jednakosti $a = 1/S^D$, daljim sređivanjem izraza na $a = (1/S)^D$ i množenjem obe strane izraza sa logaritmom baze 10, dobijamo formulu $D = \frac{\log a}{\log \frac{1}{S}}$, gde a označava broj

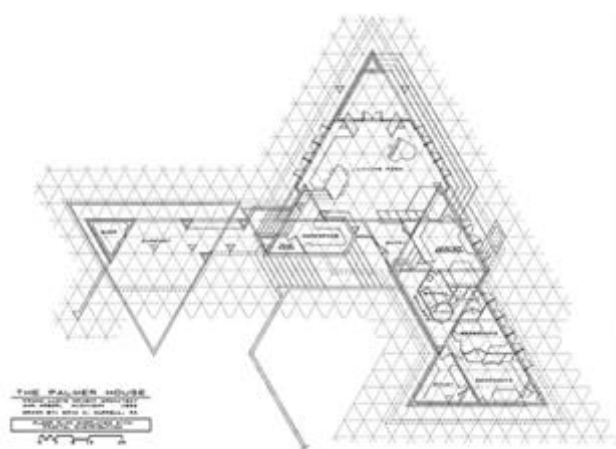
elementa, a S faktor skaliranja. Ovim možemo utvrditi da li postoje osnove za fraktalnost određenih objekata, kao i stepena njihove kompleksnosti.

Jedinične ćelije koje su u sastavu fraktala se analogno mogu povezati sa upotrebom modula pri projektovanju. Arhitektura u kojoj preovlada primena modula se vezuje sa postulate Euklidove geometrije, ali u zavisnosti od nivoa organizovanosti mogu predstavljati blokove na kojima se grade fraktalne koncepcije [10].

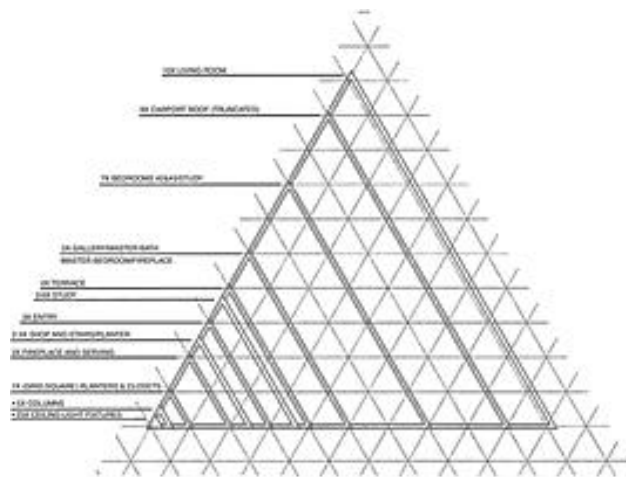
6. UPOTREBA MODULA PRI ANALIZI FRAKTALA MANJE RAZMERE

Modul kao proizvoljna jedinica usvojena radi lakšeg regulisanja proporcija, dimenzionisanja, i konstruisanja delova objekta se pominje u tekstovima od vremena Vitruvija (*Vitruvius*) [11]. Prema idejama postavljenim u racionalizmu, modul će postati osnovna gradivna jedinica za mehanizovanu reprodukciju prostora zbog zadovoljavanja potreba za klasifikacijom elemenata, ekonomičnosti, i funkcionalnosti.

Primere svesne primene osobina fraktala možemo naći u poznom delu arhitekta Rajta (*Frank Lloyd Wright*), projektu jednogodišnje kuće za porodicu Palmer u Mičigenu, SAD (slika 1). Umnožavanjem modula jednakostraničnog trougla Rajt stvara rastuću kaskadu u međusobnim proporcijama konstrukcije, osvetljenja i prostorija u poređenju sa celinom same kuće (slika 2).



Slika 1. Osnova kuće Palmer (*Palmer House*) arhitekta Frenk Lojd Rajta.



Slika 2. Modul u formi jednakostraničnog trougla i faktori skaliranja u kući Palmer.

Primenu Hilbeizajmerove kubične ćelije možemo primetiti kao inspiraciju u pristupnom objektu (slika 3) kompleksa *San Cataldo* groblja izgrađenom u vremenu postmodernizma u Modeni, Italija, od strane arhitekta Rosija. Glavni korpus kubične forme se u manjoj dimenziji ponavlja u nišama objekta viđenih u unutrašnjosti strukture (slika 4), dok se spolja sagledava na fenestraciji.



Slika 3. Prikaz eksterijera prilaznog korpusa na groblju San Cataldo, arhitekta Aldo Rosija.



Slika 4. Prikaz enterijera prilaznog korpusa na groblju San Cataldo, arhitekta Aldo Rosija.

7. MOGUĆNOSTI ANALIZE I SINTEZE OSOBINA POSTOJEĆIH STRUKTURA

Razmatrajući mogućnosti zadovoljenja osnovne osobine fraktala, uzajamne identičnosti delova i celine, pri projektovanju novih geometrijskih oblika, pored upotrebe modula kao distributivne ćelije važno je napomenuti i postavljanje početnih uslova na osnovu kojih bi se, uz praćenje ranije iznesenih racionalističkih postulata, pretpostavio ishod ili drugim rečima, naredna iteracija.

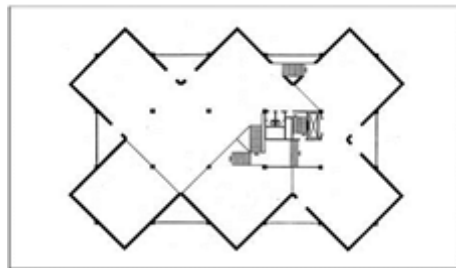
Novonastalu iteraciju ćemo nazvati hipotetičkom, jer se u ovom slučaju bavimo formalnim odnosima, bez sagledavanja funkcionalnih mogućnosti.

U našem slučaju će kao inicijalni skup vrednosti biti usvojen objekat u kome su prepoznati stepeni organizovanosti celine i njenih segmenata. Takođe, navedeni primeri biće razdvojeni teritorijalno, vremenski i po pripadnosti pravcu kako bi se naglasilo korišćenje racionalnih principa a izbeglo poređenje društveno – ekonomskih uticaja na krajnji rezultat.

Ukoliko razmatrani objekti dele istu geometrijsku ćeliju, moguće ih je preklopiti na modularnoj mreži uniformne veličine x koja označava zajedničku normu njihovih formata. Kao što je već navedeno, pojedini delovi mogu biti rotirani i translirani, a da ne izgube svoju analogiju sa celinom.

Primeri koji su analizirani jesu objekat Jugoslovenske arhitekture soc-realizma, Muzej savremene umetnosti Ivana Antića i Ivanke Raspopović građen 1960.-1965.

godine (slika 5), i Muzej savremene umetnosti 21.og veka u Kanazavi, Japanu, delo savremene arhitekture projektantske prakse SANAA, podignut 2004. godine (slika 6).



Slika 5. Osnova Muzeja savremene umetnosti, Beograd, Srbija.



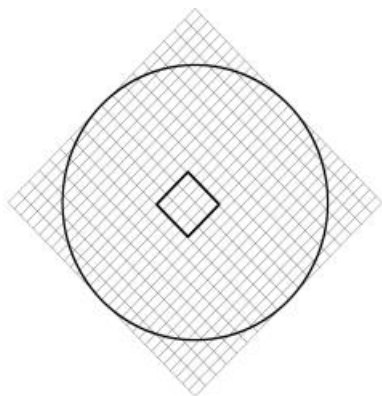
Slika 6. Osnova Muzeja savremene umetnosti 21.og veka, Kanazava, Japan.

Primećujemo da je u osnovi prizemlja, muzej Ivana Antića i Ivanke Raspopović sačinjen od kvadratnih modula veličine $m=950$ cm, ponovljenih pet puta po dužini, i 3 puta po širini, dok se na spratovima modul rotira za 45 stepeni, uzimajući dijagonalu kvadrata iz prizemlja za stranicu, stvarajući veličinu $m\sqrt{2}$ ponovljenoj triput po dužini i dvaput po širini osnove.

Razmatrajući osnovu SANAA-inog projekta, ustanovljava se upotreba modula, takođe kvadratnog, dimenzije $n=300$ cm, ortogonalno ponovljenog trideset puta, i prisustvo dva proporcionalna kruga, veći prečnika $30*n$ i manji $5*n$, dok su ostale prostorije oblika kvadrata i pravougaonika sačinjenih od osnovnog modula.

Upoređujući veličine m i n nalazimo najveći zajednički sadržalac, koji iznosi 50cm, a njegovom ortogonalnom multiplikacijom sa odnosima dimenzija osnove $5x3$ u prizemlju muzeja Antića i Raspopovićeve, dobijamo pravougaoni modul $250x150$ cm.

Koincidentalno, ponavljajući pomenuto ortogonalno umnožavanje, dobija se kvadrat, čijom kombinacijom sa krugom dobijamo osnovu koja sadrži elemente dveju polaznih (slika 7-9).



Slika 7. Kombinovanje dobijenog modula sa krugom.



Slika 8. Presek kroz maketu novodobijene hipotetičke strukture.



Slika 9. Izgled makete novodobijene hipotetičke strukture.

8. ZAKLJUČAK

Kako u ovom istraživanju nije obraćana pažnja na ulogu koju namena i funkcionalnost prostora imaju u formiranju masa i veličina arhitektonske forme, buduće analize bi se pozabavile i tim aspektom, iako su kroz istoriju zagovaranja racionalnog pristupa projektovanju određene grupacije, npr. modernisti, zagovarali dominantnost funkcije nad formom, dok su neo-racionalisti u postmodernizmu propagirali suprotno.

Problem ovog pristupa se ogleda u nemogućnosti sagledavanja kako izgrađenih, tako i neizgrađenih struktura koje nisu osmišljene po principu ponavljanja, grupisanja, rotiranja ili translacije inicijalnih jediničnih elemenata.

Racionalnom upotrebom modula kao analitičkog alata pri evaluaciji projekata je olakšan proces utvrđivanja odnosa segmenata u njihovoj organizaciji. Korišćenje karakteristika iteracije, definisanja početnih uslova, kao i mogućnosti transformacije gradivnih blokova uz očuvanje proporcija i uglova daje fraktalima, uz jednostavan set pravila, neizmerne mogućnosti u načinu oblikovanja formi različitog stepena kompleksnosti. Iste novokreirane forme mogu poslužiti kao obrazac za buduće širenje prostora.

9. LITERATURA

- [1] <https://plato.stanford.edu/entries/kant-reason/> "Kant's Account of Reason", Stanford Encyclopedia of Philosophy. (pristupljeno u septembru 2019.)
- [2] Grlić, Danko. (1983). *Estetika II: Epoha estetike*. Zagreb: Naprijed
- [3] Kuletin-Čulafić, I. (2011). *Estetička teorija arhitekture Mark-Antoana Ložijea*. Beograd: Arhitektonski fakultet
- [4] De Kinsi, K. A. C. (2012). „Iz metodičke enciklopedije: arhitektura“, u: Petar Bojanić i Vladan Đokić (ur.), *Arhitektura kao gest*. Beograd: Arhitektonski fakultet
- [5] Diran, Ž. N. L. (2005). *Pregled predavanja*. Beograd: Građevinska knjiga
- [6] Frampton, K. (1992). *Modern architecture*. London: Thames and Hudson, Third Edition
- [7] Rossi, A. and Peter Eisenman. (1982). *The architecture of the city*. Cambridge: MIT press
- [8] Lorenz, W. E. (2003). "Fractals and fractal architecture", *Research Gate*
- [9] Sala, N. (2000). "Fractal models in architecture: A case of study." In *Proceedings International Conference on Mathematics for Living*, 266-272.
- [10] Joye, Y. (2007). "Fractal architecture could be good for you." *Nexus Network Journal* 9, no. 2: 311-320.
- [11] Bosman, L. (2015). Proportion and Building Material, or Theory versus Practice in the Determination of the Module. *Architectural Histories*, 3(1), p.Art. 10

Kratka biografija:



Milivoj Filipović rođen je u Šapcu 1995. godine. Osnovne akademske studije na Departmanu za arhitekturu i urbanizam Fakulteta tehničkih nauka završio je 2018. godine, gde potom upisuje master studije, oblast Savremene teorije i tehnologije u arhitekturi.

**ANALIZA SKLADIŠNOG POSLOVANJA I PREDLOG MERA ZA UNAPREĐENJE U
KOMPANIJI „TEHNOPLAST“****WAREHOUSE BUSINESS ANALYSIS AND SUGGESTION FOR IMPROVEMENT
MEASURES AT „TEHNOPLAST“ COMPANY**

Ivana Mijatović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – INŽENJERSKI MENADŽMENT

Kratak sadržaj – U radu je izvršena analiza procesa skladištenja u kompaniji „Tehnoplast“, analizirani su problemi funkcionisanja skladišta i predložene su mere za unapređenje skladišnog poslovanja.

Ključne reči: Logistika, analiza, zalihe, skladište, mere unapređenja

Abstract – The work presents storage process analysis at „Tehnoplast“ company, warehouse functioning problems are analyzed and measures are proposed to improve warehouse operations.

Keywords: Logistics, analysis, supplies, warehouse, improvement measures

1. UVOD

U današnjem poslovnom svetu nemoguće je zamisliti proizvodnu kompaniju koja nema organizovano skladišno poslovanje. Međutim, značajno je imati dobro organizovano skladišno poslovanje kako bi kompanija dobro poslovala i mogla da ispunjava zahteve kupaca.

Pojmovi kao što su skladište i zalihe je nemoguće posmatrati odvojeno. Pronaći i zadržati balans među zalihama predstavlja ozbiljan zadatak i izazov za menadžment kompanije. Postoje dva slučaja. U prvom slučaju kada nema dovoljno zaliha u skladištu, javlja se problem da se proizvodnja mora obustaviti dok ne stignu nove zalihe, što rezultira zastojećima i čekanjima, a to nepovoljno utiče na rad preduzeća. U drugom slučaju kada ima više zaliha nego što je potrebno one vremenom propadaju, zauzimaju prostor i u njima je zarobljen kapital. Jasno je da je i ovo opasna situacija po kompaniju.

Naravno treba napomenuti da svaka kompanija treba pomno da prati trendove, koji su u današnjem poslovanju sve više podložni promenama, da bude u koraku sa informacionim tehnologijama, da bude fleksibilna, da koristi medote i tehnike unapređenja kvaliteta i da proaktivno reaguje. Menadžment kompanije treba da bude u stanju da predviđa promene, a celokupna kompanija treba da teži ka tome da bude korak ispred u odnosu na konkurente.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Stevan Milisavljević, vanredni profesor.

2. LOGISTIKA**2.1. Definicija logistike**

Logistika kao pojam upotrebljava se u dva značenja:

1. Naučna disciplina – ubrzavanje tokova materijala, povećanja efikasnosti, prostorna i vremenska dinamika procesa reprodukcije; analitičke, statističke, matematičke, empirijske metode i primena veštačke inteligencije, u prvom redu ekspertnih sistema.
2. Poslovna funkcija – skup aktivnosti u organizaciji koje podržavaju izvršavanje njegovog osnovnog zadatka (proizvodnja ili pružanje usluga) i omogućavaju nesmetano odvijanje procesa reprodukcije [1].

Logistika je integracija i upravljanje lancem vrednosti proizvoda od dobavljača do kupca. Uključuje sve aspekte lanca proizvodnje, dizajn, dobavljače, finansiranje, informacije, energiju, transport, distribuciju i prodaju.

Prema Savetu stručnjaka za upravljanje lancem snabdevanja - Council of Supply Chain Management Professionals (ranije Savet za logističko upravljanje - Council of Logistics Management) logistika je proces planiranja, implementacije i kontrole postupaka za efikasan transport i skladištenje roba, uključujući usluge i srodne informacije od mesta proizvodnje do mesta potrošnje, sa svrhom usaglašavanja sa zahtevima kupaca i uključuje ulazno, izlazno, unutrašnje i spoljno kretanje [2].

2.2. Zadaci logistike

Zadaci poslovne logistike kao funkcije sastoje se u:

- Snabdevanju radnih mesta sa svime što je potrebno za uspešno izvršenje radnog zadatka.
- Efikasnom korišćenju faktora „vreme“.
- Primeni logističkih modela, metoda i tehnike rada na rešavanju problema u oblasti snabdevanja.
- Praćenju i analizi podobnosti primenjenih logističkih modela, metoda i tehnika rada.

Obezbeđenju povratnog uticaja primene logističkih modela, metoda i tehnika rada na dalji razvoj logistike kao nauke [3].

Osnovni i najvažniji zadatak logistike jeste da kupac bude zadovoljan.

3. ZALIHE

3.1. Pojam zaliha i nekurentne zalihe

Zalihe su takođe i složena ekonomska kategorija koja se javlja u različitim oblicima angažovanih sredstava. Kada bi potrebne količine predmeta rada bile unapred poznate i precizne, kako količinski, tako i u pogledu momenata ulaska u proces proizvodnje i kada bi dužina vremena nabavke takođe bila unapred poznata, kontinuitet procesa proizvodnje bi mogao da se obezbedi odgovarajućom organizacijom procesa nabavke.

Nekurentne zalihe: Nekurentne zalihe predstavljaju zalihe robe koja iz određenih razloga nije prodana u zadatom i planiranom roku. Razlozi mogu biti loše predviđanje potražnje, prekomerno naručivanje zbog niske cene, loša procena tržišta itd. Za ovakvom robom jednostavno više nema potreba na tržištu, ali se ona mora negde skladištiti dok se ne napravi plan šta sa njom dalje raditi. Naravno skladištenje nekurentnih zaliha podrazumeva dodatne troškove, a zalihe samim stajanjem u skladištu gube na vrednosti.

Nekurentne zalihe se još nazivaju i „mrtve“ zalihe. Nekokurentne zalihe su količine zaliha koje prelaze optimalne zalihe. One su iznad optimuma zaliha koji se nalazi između minimalne i maksimalne zalihe i čini onu količinu zaliha koja uz najniže troškove, odnosno troškove nabavke i troškova držanja zaliha, osigurava nesmetano odvijanje procesa proizvodnje i prodaje. Zbog toga postaju smetnja normalnom radnom procesu, zakrčuju kapacitet proizvodnje i skladišta, povećavaju troškove zaliha, smanjuju obrtaj zaliha i utiču na rentabilnost poslovanja [4].

3.2. Modeli upravljanja zalihama

Modeli upravljanja zalihama dele se na:

- Push i
- Pull modele.

Push model (model „guranja“) planira naloge za proizvodnju ili isporuku robe unapred. Proizvođači „guraju“ finalne proizvode kroz distribucione kanale, ka posrednicima i krajnjim korisnicima.

Push modeli su:

1. Ekonomična količina nabavke (EOQ – Economic Order Quantity),
2. Planiranje potreba materijala (MRP I – Material Requirements Planning),
3. Planiranje proizvodnih resursa (MRP II – Manufacturing Resources Planning) i
4. Planiranje distribucije potreba/zahteva (DRP – Distribution Requirements Planning).

Pull modeli su bazirani na proizvodnji ili plasmanu robe, kada su zahtevi krajnjeg korisnika poznati (proizvodi za poznatog kupca). Proizvod se „povlači“ kroz kanal distribucije po nalogu/zahtevu.

Pull modeli su:

- JIT (Just-In-Time) i
- Kanban [5].

4. SKLADIŠTE

4.1. Pojam skladišta i skladištenja

Skladište je posebno opremljena prostorija u kojoj se obavlja prijem, smeštaj, čuvanje, pakovanje, uzorkovanje, sortiranje, obeležavanje, utvrđivanje kvaliteta i izdavanje materijala, poluproizvoda, gotovih proizvoda, ambalaže, sitnog inventara, kao i priprema ovih dobara za otpremu u proizvodne pogone, prodavnice ili kupcima.

Skladišno poslovanje podrazumeva skup poslova koji se odnose na prihvatanje, čuvanje i izdavanje nabavljene ili već proizvedene robe.

Skladištenje robe je faza u procesu proizvodnje, naravno u funkciji logistike.

5. OPŠTI PODACI O KOMPANIJI „TEHNOPLAST“

Kompanija je osnovana 1968. godine u Zemunu, a premeštena je u Stare Banovce 1972. godine, a 2018. godine su proslavili 50 godina postojanja.

Na površini od 6000 m² poslovno magacinskog prostora raspoređene su službe prodaje, nabavke, knjigovodstva administrativne službe kao i dizajnersko-konstruktorski tim, moderna alatnica i proizvodni pogon za brizganje plastike.

Osnovna delatnost kompanije jeste prerada tehničke plastike, a glavni proizvod su spratne table za automatske osigurače.

Budući da postoji kompletan tehnološki ciklus, ova kompanija je u mogućnosti da u odgovarajućem vremenu odgovori na zahteve tražnje kako u proizvodnji postojećih proizvoda, tako i u razvoju potpuno novih proizvoda.

Kompanija izvozi svoje proizvode u više od 30 zemalja sveta, sa konstantnom tendencijom porasta i proširenja. Kompanija 93% svojih proizvoda izvozi na strana tržišta, dok 7% prodaje na domaćem tržištu.

6. SNIMAK STANJA

S obzirom da se proizvodi jedan proizvod, proizvodni asortiman kompanije je podeljen u serije, a svaka serija sadrži više tipova.

U katalogu kompanije se umesto naziva spratne table nalazi naziv razvodne kutije, tako da će se u nastavku rada koristiti ovaj drugi naziv iz kataloga, odnosno razvodne kutije.

Razvodne kutije mogu biti:

- Nazidne i
- Ugradne.

Prodajni asortiman:

- Proizvodi serije ALFA – razvodne kutije IP40 Nazidne,
- Proizvodi serije E – razvodne kutije IP40 Ugradne,
- Proizvodi serije D – razvodne kutije IP65 Nazidne,

- Proizvodi serije C – razvodne kutije IP40 Nazidne i Ugradne ,
- Proizvodi serije A – razvodne kutije IP40 Ugradne i razvodne kutije IP30 Nazidne,
- Proizvodi serije F – razvodne kutije IP40 Ugradne,
- IT serija,
- Kombo serija i
- Dodatna oprema – nosači za WiFi ruter, dupla priključnica sa nosačem, bravica sa ključem za razvodne kutije serije E i F, pregrada sa integrisanom priključnicom, bravica sa ključem za razvodne kutije serije C, spojnica za kućište, vertikalni spoj, spojnica za kućište, horizontalni spoj.

Proizvodi serije C su najprodavaniji proizvodi.

7. PROBLEMI SKLADIŠNOG POSLOVANJA

Glavni problem skladišnog poslovanja koji kompanija Tehnoplast ima jeste nedostatak prostora za skladištenje poluproizvoda i gotovih proizvoda.

S obzirom na velike količine robe koju proizvodi, kompanija ima problem gde i kako pravilno rasporediti robu u skladištu.

Problem je takođe i to što rukovodilac proizvodnje upravlja i skladišnim poslovanjem. Rukovodilac proizvodnje sam ne stiže da na kvalitetan način vrši upravljanje i prooizvodnjom i skladištem, s obzirom na to da je njegova primarna funkcija upravljanje proizvodnjom.

Još jedan problem koji kompanija ima jeste magacin br. 3, u kome se nalazi „sve i svašta“. Uzrok i ovog problema jeste nedostatak prostora za skladištenje, kao i neadekvatno upravljanje skladištem.

Problem kojem je potrebno pokloniti posebnu pažnju jeste problem kašnjenja u isporuci gotovih proizvoda kupcima.

8. ANALIZA PROBLEMA SKLADIŠNOG POSLOVANJA

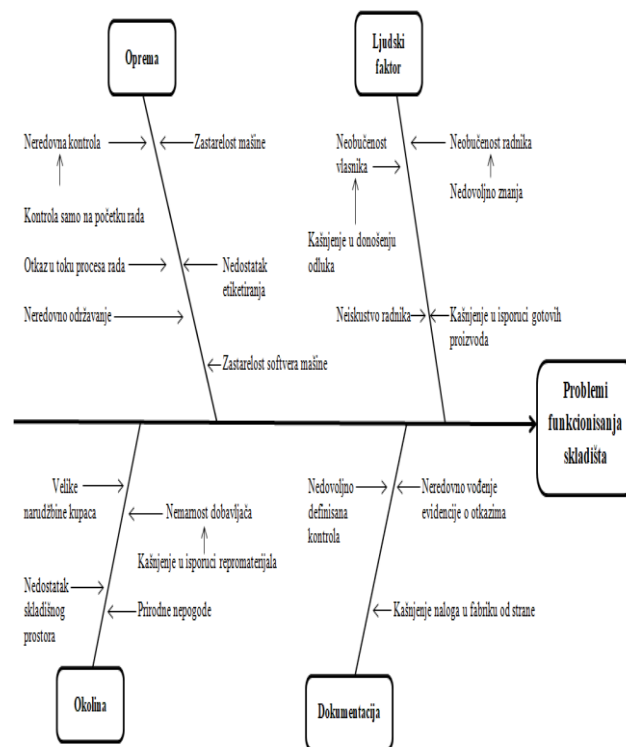
Za potrebe ovog rada i problema funkcionisanja skladišta korišćene su sledeće metode: Ishikawa dijagram i FMEA, koje su objašnjene u nastavku.

Ishikawa dijagram

Ishikawa dijagram predstavlja metodu za detaljnu analizu odnosa između određenog stanja sistema (posledice) i uticajnih veličina koje uslovljavaju pojavu datog stanja (uzroka). On se naziva još i dijagram uzrok-posledica.

Koraci Ishikawa dijagrama:

1. Definisanje problema.
2. Identifikacija uzroka.
3. Izbor osnovne strukture.
4. Razrada dijagrama.
5. Postupak širenja (grananja).
6. Analiza.



Slika 1. Ishikawa dijagram

FMEA

Zbog obimnosti FMEA analize, u ovom radu biće objašnjena samo tabela sa konačnim rezultatima u kojoj su predložene akcije za otklanjanje uzroka problema, odgovornosti i rokovi završetka akcija. Tri glavna uzroka koja dovode do problema funkcionisanja skladišta su: nedostatak etiketiranja, kašnjenje u isporuci gotovih proizvoda kupcima i nedostatak skladišnog prostora.

Dakle, za nedostatak etiketiranja preporučena akcija je uvođenje Print&Apply sistema etiketiranja. Za sprovođenje ove akcije odgovorni su vlasnik i zaposleni, a rok za uvođenje preporučene akcije je nedelju dana.

Što se tiče kašnjenja u isporuci gotovih proizvoda kupcima, preporučena akcija je uvođenje knjige o otkazima. Za sprovođenje ove akcije odgovorni su radnici, a rok za uvođenje preporučene akcije je nedelju dana.

Nedostatak skladišnog prostora bi se rešio tako što bi preporučena akcija bila izgradnja dodatnog magacina. Za sprovođenje ove akcije odgovorni su vlasnik i građevinska kompanija, a rok za uvođenje preporučene akcije je šest meseci.

9. PREDLOZI ZA UNAPREĐENJE SKLADIŠNOG POSLOVANJA

Predlozi za unapređenje skladišnog poslovanja su:

- Izgradnja dodatnog magacina,
- Uvođenje Print&Apply sistema etiketiranja i
- Kontrolna knjiga o otkazima.

9.1. Izgradnja dodatog magacina

S obzirom da kompanija poseduje sopstveno zemljište koje nije iskorišćeno, a nalazi se na istom mestu gde se

nalaze i sedišta i skladišta kompanije, kompanija ne bi imala dodatne troškove u vidu kupovine novog zemljišta i trošenja vremena na uknjižavanje istog i samim tim je u prednosti što se tog dela tiče. Ovaj dodatni magacin bi bio korišćen u svrhu skladištenja isključivo gotovih proizvoda koji čekaju da budu utovareni u prevozna sredstva, naravno s poštovanjem datuma i rokova isporuke kupcima. Magacin bi bio izgrađen u obliku fudbalskih balona (balon hala), sa pripremom terena kao da će biti betonska hala (kao što su urađeni magacin br. 1, 2 i 3) i sa visokopaletnim drive in regalima unutar magacina.

Treba napomenuti da se i problem magacina br. 3 mora rešiti, a to bi se postiglo tako što bi se već postojeći paletni regali koji se nalaze u magacinu br. 4 prebacili u magacin br. 3 i na taj način magacin br. 3 bi bio još jedno dodatno skladište i poluproizvoda i gotovih proizvoda, a stvari koje nisu potrebne i koje se više ne koriste u poslovanju bi trebalo spremiti i odložiti na kontejnere.

9.2. Uvođenje Print&Apply sistema etiketiranja

Print&Apply sistemi M-serije za štampanje i automatsko apliciranje etiketa osiguravaju ispunjenje svih industrijskih zahteva u pogledu sledljivosti, identifikacije i obeležavanja kako proizvoda tako i transportnih pakovanja i paleta. M-serija je modularna, što znači da ispunjava sve najčešće zahteve, ali može da se prilagodi i vrlo specifičnim zahtevima. Ovakvu vrstu etiketiranja bi izvršila kompanija Elmed iz Novog Sada. Ova kompanija je koncentrisana na isporučivanje integrisanih rešenja za kodiranje, etiketiranje kao i kontrolu gotovog proizvoda.

Ona sadrži najefikasniji štampač, glavu za štampanje kao i potrošni materijal za proizvodnu liniju.

9.3. Kontrolna knjiga za održavanje opreme

U ovoj knjizi vode se svi podaci o strukturi i tehnologijama održavanja opreme od datuma prijema u organizaciju. Sastavni delovi Kontrolne knjige za održavanje opreme su: mašinska karta radne sposobnosti, karton o redovnim i vanrednim pregledima opreme, karton o remontu opreme i karton otkaza opreme.

Mašinska karta radne sposobnosti. Ovaj deo Kontrolne knjige sadrži osnovne tehničke karakteristike mašine: proizvođač mašine, tip i oznaka mašine, fabrički broj, godina proizvodnje, atest stručne ustanove kao i ostale tehničke karakteristike.

Karton o redovnim i vanrednim pregledima opreme. Radi preventivnog delovanja sprovodi se periodično vizuelno pregledanje opreme. Za svaku mašinu određuje se period redovnih pregleda. Pregled vrše radnici koji su za to određeni, a kontrolu vrše poslovođe održavanja [6].

Karton o remontu opreme. Ovaj deo Kontrolne knjige održavanja se otvara pri remontu opreme i u njega se unose: početak i kraj remonta, vrsta popravke, izvršilac radova, naziv dela koji je zamenjen i potpis poslovođe održavanja.

Karta otkaza predstavlja bitan dokument u vezi sa održavanjem mašina i opreme. Karta otkaza prikazuje za svako sredstvo precizno vreme nastanka kvara i popravke, trajanje zastoja, tekst prijave kvara i opis popravke.

10. ZAKLJUČAK

Najbolja iskorišćenost skladišnog prostora jeste kad postoje visokopaletni regali, jer se na taj način postiže potpuna iskorišćenost prostora, na način koji omogućava da se na jedno paletno mesto može složiti u visinu više paletnih regala.

Važno je shvatiti koliko je bitno da se na kvalitetan i adekvatan način upravlja skladišnim poslovanjem, i da bi tu funkciju trebalo da rade obrazovani i stručni ljudi koji su specijalizovani za tu oblast. Na taj način se smanjuju troškovi poslovanja koje izaziva činjenica da upravljanje u skladištima vrši lice koje nije obučeno za tu funkciju u kompaniji. Manji troškovi znače i veća finansijska sredstva koja kompanija može koristiti za sopstvene potrebe a s ciljem njenog proširenja, odnosno koja ne spadaju u zarobljeni kapital.

Dakle, skladišta su vrlo osetljiva kategorija svake proizvodne kompanije i bez njih nije moguće ostvariti poslovanje u proizvodnim delatnostima, ali ukoliko se uoči na vreme njihov značaj i angažuju kvalitetni ljudi koji će rukovoditi njihovim poslovanjem, to će imati veoma pozitivan uticaj na svaku kompaniju.

11. LITERATURA

- [1] „Razvoj i pojam Logistike“, Univerzitet Sinergija
- [2] Supply chain management, terms and glossary, http://arquivo.pt/wayback/20160524204314/https://cscmp.org/sites/default/files/user_uploads/resources/downloads/glossary-2013.pdf (pristupljeno u avgustu 2019.)
- [3] Logistika preduzeća, <http://studenti.rs/skripte/logistika-preduzeca/> (pristupljeno u avgustu 2019.)
- [4] Krpan Lj., Maršanić, R., Jedvaj V. Upravljanje zalihama materijalnih dobara i skladišno poslovanje u logističkoj industriji
- [5] Logistika – Organizacija i menadžment“, dr. Dragutin SD Stanivuković, Novi Sad, 2003.
- [6] Kontrolna knjiga za održavanje opreme, <https://studenti.rs/download/?f=42635> (pristupljeno u avgustu 2019.)

Kratka biografija:



Ivana Mijatović rođena je u Novom Sadu 1994. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Inženjerski menadžment – Menadžment kvaliteta i logistike odbranila je 2019. godine.
Kontakt: ivana.mijatovic1994@gmail.com

ZADOVOLJSTVO POSLOM I APSENTIZAM ZAPOSLENIH**JOB SATISFACTION AND EMPLOYEE ABSENTEEISM**Sanja Rodić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Inženjerski menadžment**

Kratak sadržaj – Ovak rad se bavi istraživanjem zadovoljstva poslom zaposlenih kompanije AD Podunavlje Bačka Palanka, kao i stepenom prisustva apsentizma u kompaniji. Predmet rada su stavovi zaposlenih kompanije AD Podunavlje o različitim aspektima posla. Cilj istraživanja je utvrditi stepen zadovoljstva zaposlenih, broj odsustva i povezanost ova dva faktora. Rezultati istraživanja mogu da daju doprinos poboljšanju zadovoljstva zaposlenih, ali i poboljšanju rada kompanije.

Ključne reči: zadovoljstvo poslom, apsentizam zaposlenih

Abstract – This paper analyzes the job satisfaction employees of AD Podunavlje Backa Palanka as well as the degree of absenteeism in the company. The subject of this paper is the views of employees of AD Podunavlje on various aspects of the job. The aim of the research is to determine the level of employee satisfaction, the number of absences and the correlation of these two factors. The results of the research can contribute to improving employee satisfaction as well as improving the performance of the company.

Keywords: job satisfaction, employee absenteeism

1. UVOD

Šta je za jednu kompaniju najvažnije? Da li su to nove tehnologije koje primenjuje, kapital kojim raspolaže ili ipak njeni zaposleni. Ako malo bolje razmislimo dolazimo lako do odgovora. Zaposleni su srce svakog privrednog subjekta. Kadrovski potencijal predstavlja najvažniji resurs jedne kompanije. Ljudi kroz posao teže da ostvare ekonomsku stabilnost, identitet, status i prestiž, samostalnost, socijalnu integraciju, kreativnost itd. Zaposleni žele da se razviju kroz posao koji rade, da se ostvare kao osobe, a da pritom iskoriste svoje veštine i znanja da postizu rezultate i ostvare uspeh koji će biti vrednovan.

Zadovoljstvo poslom predstavlja jednu od najvažnijih istraživanih tema, a tiču se zaposlenih. Razlog se krije u tome da zadovoljstvo poslom predstavlja preduslov kvalitetnog rada i lojalnosti zaposlenih.

Zadovoljni radnici ostvaruju veću produktivnost, povećavaju samim tim i zadovoljstvo korisnika, imaju manji apsentizam i ređe menjaju organizaciju.

Iz toga se može zaključiti da je uspešnost jedne organizacije zavisi od zadovoljstva njegovih radnika, jer je zadovoljan radnik i produktivan.

Cilj rada jeste da se ustanovi stepen zadovoljstva radnika svojim poslom, odnosno zaposlenih, kao i da se utvrdi u kakvom odnosu se nalazi pojam zadovoljstva radnika sa njegovim odsustvovanjem sa posla. Da li je veza ova dva pojma pozitivna ili negativna i da li je zadovoljstvo poslom preduslov manjeg odsustvovanja sa posla [1].

2. IZOSTANCI RADNIKA (APSENTIZAM)

Apsentizam potiče od latinske reči **absens** biti odsutan sa mesta kome neko stvarno pripada. Apsentizam podrazumeva izostajanje sa posla po bilo kom osnovu i veoma često je pokazatelj problema, nezadovoljstva zaposlenih sa organizacijom i njenim menadžmentom. Apsentizam je najčešći i najvidljiviji pokazatelj problema u organizaciji. Odsustvovanje postoji u većoj ili manjoj meri u svakoj organizaciji i instituciji. Kao sinonim za apsentizam često se upotrebljavaju različiti termini kao što su: odsustvovanje sa posla, izostajanja sa posla, nedolazak na posao i slično. Značaj apsentizma se ogleda u tome što ukazuje na neke probleme u organizaciji, na prisutnost nezadovoljstva kod zaposlenih bilo da je to uzrokovano radnom organizacijom, uslovima rada ili međuljudskim odnosima. On je jedan od najčešćih i najvidljivijih pokazatelja problema u organizaciji.

2.1. Definicija izostanaka

Postoje razne definicije kao i metode i merenja koje se koriste za apsentizam. Ali neka najčešće korišćena definicija izostanka jeste da ono podrazumeva "samoinicijativni privremeni prekid rada, tj. odsutnost radnika koja traje najmanje jedan radni dan" [2].

Izostanci se definišu i kao bilo kakvo odsustvo sa posla, bez obzira na njegove uzroke, a to podrazumeva zakašnjenje na posao, kratkotrajne izlaske i drugo.

Pod apsentizmom se najčešće podrazumeva neplanirano i samoinicijativno odsustvovanje radnika sa posla, a to odsustvovanje je privremenog karaktera i prema trajanja može biti: izostajanje u toku radnog vremena (zakašnjenje, odsustvo u toku rada, ranije napuštanje radnog mesta), jednodnevno izostajanje, višednevno izostajanje.

2.2. Registrovanje izostanaka

Kako apsentizam predstavlja značajan psihološki, ekonomski pa čak i širi društveni problem, za sad još uvek nije jasno uniformisan način praćenja izostanaka. Analiza apsentizma mora da obuhvati duži vremenski period od

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Leposava Grubić – Nešić.

najmanje jedne kalendarske godine, kako bi pokazao valjane rezultate. A to podrazumeva, evidentiranje izostanaka njihovu stalnu klasifikaciju prema uzrocima.

2.3. Vrste apsentizma

U svakoj organizaciji postoje različite vrste apsentizma kao što je ranije i rečeno, jer zaposleni izostaju iz različitih razloga. Ti izostanci načelno se dele na: opravdane ili prinudne, neopravdane ili samovoljne.

2.4. Uzroci apsentizma

Postoje dva osnovna uzroka izostajanja na poslu: nemogućnost tj. nesposobnost da zaposleni radi usled više sile, nedostatak motivacije za rad. Što se tiče prvog uzroka on je objektivne prirode i uglavnom se odnosi na opravdano izostajanje. Međutim drugi uzrok nedostatak motivacije za rad se odnosi pre svega na lične karakteristike zaposlenog da dođe na posao, njegovo zadovoljstvo poslom, mogućnost napredovanja i razvoja karijere i slično.

2.5. Faktori apsentizma

Na apsentizma deluju određeni faktori, koje možemo razvrstati na: eksterne, interne, lične [3].

Eksterni faktori apsentizma su objektivni i u njih spada: karakter društveno ekonomskog sistema, stopa zaposlenosti, odnosno nezaposlenosti i migracije, lokacija organizacije i priroda njene delatnosti. Interni faktori apsentizma su oni koji su u direktnoj vezi sa radom i poslovanjem organizacije, a u te faktore spadaju: veličina organizacije, karakter i sadržaj rada, visina primanja, mikroklimatski uslovi rada, međuljudski odnosi i sistem rukovođenja.

Lični faktori se odnose na karakteristike zaposlenih kao što su: pol, bračno stanje, starost, stručna sprema, radni staž.

2.6. Upravljanje apsentizmom

Upravljanje apsentizmom podrazumeva da je potrebno utvrditi stopu i dužinu izostanka u određenom vremenskom periodu, uključujući izgubljenu dobit i nastale troškove. Na taj način se razrađuje i projektuje apsentizam po radnim grupama, odnosno organizacionim jedinicama, smenama itd.

Ovim bi prazna mesta eventualnih odsutnih radnika blagovremeno bila popunjena novim radnicima i time bi menadžment organizacije izbegavao prazan hod u tehnološkom procesu.

Aktivnosti koje mogu biti od pomoći u planu planiranja i upravljanja apsentizmom: ispitivanje stavova zaposlenih prema poslu i organizaciji u celini, istražiti da li je zaposleni zadovoljan određenim aspektima organizacije, ispitati zadovoljstvo zaposlenog sa radnom grupom, mestom, nadređenima, mogućnošću napredovanja itd. utvrditi aspiracije zaposlenog – životne i profesionalne, utvrditi stepen stresa koji je prisutan kod zaposlenih, istražiti stepen frustracije, tolerancije i odbrambene mehanizme, ispitati socijalnu amnezu zaposlenog [4].

2.7. Smanjenje apsentizma

Strategije za smanjenje apsentizma imaju za cilj da se poveća motivacija za rad zaposlenih kako bi se apsentizam sveo na minimum. To se može postići na različite načine: obogaćivanje posla, poboljšanje selekcije, usklađivanje zahteva rada, mogućnosti i interesa izvršioca, demokratski stil rukovođenja, otvorene komunikacije između nadređenih i podređenih, vrednovanje, nagrađivanje i davanje bonusa za tačne dolaskes na posao, projektovanje i kreiranje zdravog radnog ambijenta, utvrđivanje programa savetovanja i pomoći u rešavanju ličnih i porodičnih problema, primena programa za smanjenje stresa, obezbeđivanje rekreacija, sportskih i drugih aktivnosti kako bi se postigla privrženost kod zaposlenih.

2.8. Posledice apsentizma

Posledice apsentizma su brojne, a među najznačajnijim su troškovi. Kada se govori o troškovima koji nastaju zbog bolovanja, osim isplate bolovanja koje ide na teret poslodavca, treba uzeti u obzir i eventualne troškove privremeno zaposlenih koji su na zameni, dodatno angažovanje menažera koji se bave problemom zamene, a ne treba zaboraviti ni propuštene šanse, kao što su izgubljena prodaja, pad u kvalitetu usluga, smanjena produktivnost, a to sve umanjuje na neki način prihod.

Osim što izostanci utiču na organizaciju, utiču i na kolege i to negativno, s obzirom da se najčešće oni moraju nositi sa povećanjem obima posla. Što samim tim vodi ka većem nezadovoljstvu u organizaciji koje se vrlo lako može pretvoriti u pravu lavinu izostanaka

3. ZADOVOLJSTVO POSLOM

“Zadovoljstvo poslom se definiše i kroz opšti odnos prema poslu i kroz konkretne odlike posla i uslova rada, a povezanost ovih konkretnih faktora ukazuje na to da postoji i opšti faktor zadovoljstva poslom koji se nalazi u osnovi zadovoljstva poslom i tim faktorom se mogu bolje objasniti različiti uslovi koji utiču na to da zaposleni bude zadovoljniji svojim poslom” [5].

Zadovoljstvo poslom može se definisati kao kognitivna, afektivna i evaluativna reakcija pojedinca na svoj posao. Kao takvo zadovoljstvo posla ima tri komponente: kognitivna komponenta sadrži ono što čovek veruje da zna o predmetu stava, afektivna komponenta odnosi se na to koliko volimo posao, a evaluativna komponenta sadrži određenu predispoziciju da se deluje u određenom smeru. Zadovoljstvo poslom se može posmatrati kao opšti stav prema radu, ili zadovoljstvo prema pet specifičnih dimenzija posla, kao što su: plata, posao kao takav, mogućnost za promociju, nadređeni i saradnici

3.1. Faktori koji dovode do zadovoljstva poslom

Faktori koji doprinose zadovoljstvu poslom su nazvani faktorima sadržaja i motivatori, a faktori nezadovoljstva poslom, faktori konteksta i higijenski faktori. Faktori konteksta odgovaraju na pitanje šta izaziva nezadovoljstvo i pomažu u proceni koliko se može uticati

na poboljšanje datih faktora. Motivatori pomažu da se proceni koliko će zadovoljni poslom biti zaposleni i postoje li mogućnosti za unapređenje faktora i time povećanje stepena zadovoljstva poslom. Faktori zadovoljstva mogu se definisati kao pojave na poslu koje su pozitivno povezane sa zadovoljstvom poslom: uključenost u posao, posvećenost organizaciji, radni učinak, organizaciji primereno ponašanje, zadovoljstvo životom, mentalno zdravlje i sl. [6].

3.2. Pregled vladajućih teorija zadovoljstva poslom

3.2.1. Hercbergova teorija dva faktora

Zadovoljstvo i nezadovoljstvo potiču iz različitih izvora. Nezadovoljstvo se vezuje sa uslovima koji okružuju posao (npr. plata, politika kompanije, uslovima rada, odnosima sa drugima, sigurnošću posla), a ne samim poslom. Zbog toga što ovi faktori onemogućavaju negativne reakcije Hercberg ih je nazvao higijenskim faktorima. S druge strane, zadovoljstvo se dovodi u vezu sa faktorima koji su se ticali samog posla ili ishoda koji je direktna posledica rada, kao što su: mogućnosti za napredovanjem, mogućnosti za lični razvoj, priznanje, odgovornost, uspeh na poslu. S obzirom da se ovi faktori vezuju za visok stepen zadovoljstva poslom, Hercberg ih je nazvao motivacionim faktorima. Hercbergova podela na motivacione i higijenske faktore naziva se dvofaktorska teorija.

3.2.2. Lokova teorija vrednosti

Lokova teorija navodi da zadovoljstvo poslom zavisi od različitih faktora. Ova teorija tvrdi da zadovoljstvo poslom postoji u onoj meri u kojoj ishod posla (kao što je nagrada koju primi pojedinac) odgovara željenim ishodima. Lokov pristup se usredsređuje na svaki ishod koji je za njih vredan, bez obzira o kakvo ishodu se radi. Lokov teorija ističe da je zadovoljstvo bitan nesklad između onih aspekata koje osoba ima na poslu i onih koje priželjkuje. Istraživanje je pokazalo da što je veći nesklad, to je manje zadovoljstvo. Dalja istraživanja su potvrdila teoriju vrednosti. Ova teorija je važna jer skreće pažnju na aspekte posla, koje treba promeniti da bi ljudi njime bili zadovoljni. Zadovoljstvo poslom uključuje tri glavne vrednosti: vrednosti, značaj vrednosti i percepciju.

3.3. Efekti zadovoljstva poslom

Osnovni efekti zadovoljstva poslom su: produktivnost – ne postoji visoka povezanost zadovoljstva poslom i produktivnosti, a koju utiče i niz drugih faktora, kao npr. činjenica da često tehnologija određuje produktivnost rada. Veća verovatnoća je da je produktivnost uzrok, jer povećava nagradu zaposlenog, a ne posledica njegovog zadovoljstva.

Odsustvovanje sa posla - empirijskim istraživanjem je potvrđeno da zadovoljan radnik manje odsustvuje sa posla, mada korelacija između ove dve činjenice nije toliko jaka koliko se očekuje. Iz tog razloga, moguće je da čak i nezadovoljni radnici dolaze redovno na posao u strahu od gubitka posla. Fluktuacija- činjenica je da je fluktuacija veća kod onih zaposlenih koji su

nezadovoljniji poslom u odnosu na one koji su zadovoljni. Ali neretko se dešava i da zbog nepostojanja drugih opcija i nezadovoljni ostaju na poslu. Na fluktuaciju, više utiče generalno zadovoljstvo životom, jer će posao pre napustiti oni koji su zadovoljni životom i nezadovoljni poslom nego oni koji su nezadovoljni i životom i poslom.

3.4. Merenje zadovoljstva poslom

Istraživanje zadovoljstva podrazumeva i istraživanje pouzdanih i validnih instrumenata kojima se sistemski meri zadovoljstvo poslom. Merenje zadovoljstva je ustvari merenje reakcije na posao. Korisne tehnike za merenje zadovoljstva poslom: rejting skale i upitnici, kritični incidenti, intervju i sastanci konfrontacije.

3.5. Zadovoljstvo poslom kao aspekt koji utiče na fluktuaciju i apsentizam

Povezanost između zadovoljstva poslom i pojmova fluktuacije i apsentizma je da oni predstavljaju efekte zadovoljstva posla pored produktivnosti. Što se tiče odsustvovanja sa posla, zadovoljniji radnici će biti manje skloni apsentizmu. Ova hipoteza je potvrđena i empirijskim istraživanjima, premda (negativni) koeficijent korelacije nije tako jak kako se očekivalo. Uzrok takve slabije veze nezadovoljstva poslom i njihovog odsustvovanja sa posla je u tome da na odluku o odsustvovanju utiču i mnogi drugi faktori. Nekada se dešava da i izuzetno zadovoljan radnik odsustvuje sa posla. Dok sa druge strane, ima dosta faktora koji prisiljavaju nezadovoljnog radnika da ipak dolazi na posao – strah od gubitka posla, odgovornost prema kolegama na poslu ili prema klijentu [7].

4. PROBLEM ISTRAŽIVANJA

Problem istraživanja je utvrditi da li su zaposleni preduzeća AD Podunavlje, imaju pozitivne ili negativne stavove o različitim aspektima preduzeća, da li su zaposleni zadovoljni poslom, da li postoji povezanost između zadovoljstva poslom i odsustvima, kao i koji su razlozi najčešće odsutnosti sa posla i koliko je česta ova pojava u preduzeću.

5. CILJ ISTRAŽIVANJA

Ustanoviti zadovoljstvo zaposlenih kompanije AD Podunavlje određenim aspektima posla. Odnosno kojim aspektima poslovanja su zadovoljni, a kojima ne. Ispitati koliko često zaposleni ove kompanije odsustvuju sa posla, koji su najčešći razlozi, kao i da li su ova dva faktora povezana.

6. NAČIN ISTRAŽIVANJA

Istraživanje je sprovedeno u preduzeću AD Podunavlje Bačka Palanka. Uzorak obuhvata 50 ispitanika koji su samostalno popunjavali upitnik na osnovu ličnog stava koji imaju prema određenim aspektima posla. Upitnik se sastojao od 14 pitanja, s tim da se prvih 7 pitanja odnosilo na opšta pitanja (pol, starost, godine radnog staža, radno mesto, obrazovanje)

7. HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA

7.1. Opšta hipoteza - Zaposleni preduzeća AD Podunavlje su zadovoljni poslom i veoma slabo odsustvuju sa posla. **(potvrđena)**

7.2. Pojedinačne hipoteze - Zaposleni su zadovoljni međuljudskim odnosima. **(potvrđena)** Zaposleni nisu zadovoljni finansijskom naknadom koju dobijaju za rad. **(potvrđena)**. Zaposleni su zadovoljni odnosom sa nadređenima. **(potvrđena)** Zaposleni su zadovoljni uslovima rada. **(potvrđena)** Zaposleni nisu zadovoljni uputstvima za rad. **(opovrgnuta)** Zaposleni nemaju mogućnosti za napredovanje u preduzeću. **(potvrđena)** Zaposleni retko odsustvuju sa posla. **(potvrđena)** Najčešći razlog odsustva je privremena bolest. **(potvrđena)**

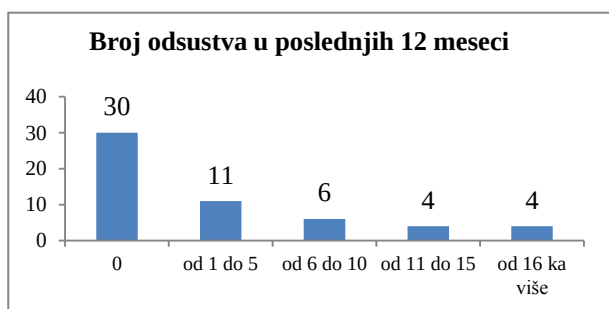
8. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Jedno od pitanja u kojem su zaposleni ocenili zadovoljstvo poslom, uzimajući u obzir sve prethodne analizirane faktore prikazan je na grafikonu 1.



Grafikon 1 Zadovoljstvo poslom

Na sledećem grafikonu 2 prikazan je broj odsustva zaposlenih kompanije AD Podunavlje u proteklih dvanaest meseci.



Grafikon 2 Broj odsustva

Rezultati istraživanja su pokazali da su zaposleni kompanije generalno zadovoljni poslom i da se javlja mali broj odsustava u toku godine.

9. ZAKLJUČAK

Može se zaključiti da zadovoljan radnik najčešće neće odsustvovati sa posla niti će napustiti organizaciju, ali to ne znači i da će biti produktivan. Zadovoljstvo poslom i apsentizam su pojmovi koji su usko povezani, tako da je veoma važno da kada se vodi računa o jednom aspektu da se vodi računa i o drugom.

10. LITERATURA

- [1] Mihailović, D. (1999). *Psihologija u organizaciji*. Beograd.
- [2] Guzina, M. (1986). *Kadrovska psihologija*. Beograd: Naučna knjiga.
- [3] Petković, V. (1994). *Sociologija rada*. Beograd: Ekonomski fakultet.
- [4] *Merenje i upravljanje apsentizmom*. (n.d.). Retrieved June 6, 2018, from Edukacija: <http://edukacija.rs/menadzment-ljudskih-resursa/merenje-i-upravljanje-apsentizmom>
- [5] Jovičić, M. (2010). *Kako ostvariti zadovoljstvo poslom*. Beograd: Biblioteka akademija zadužina Andejević.
- [6] Đorđević - Boljanović, J., Dražeta, L., Babić, L., & Dobrijević, G. (2013). *Razvoj karijere i poslovnih veština*. Beograd: Univerzitet Singidunum.
- [7] Ratković - Njegovan, B. (2017). *Organizaciona socijalizacija*. Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka.

Kratka biografija:

Sanja Rodić rođena je u Novom Sadu 1995. godine, odrasla u Bačkoj Palanci. Diplomirala je na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Inženjerski menadžment –menadžment ljudskih resursa 2018. godine. U toku studija bila je član Marketing tima Fakulteta tehničkih nauka i Studentskog preduzeća.

UNAPREĐENJE PROCESA TRANSPORTA U PREDUZEĆU „IK SPEDITOR“**IMPROVEMENT OF TRANSPORT PROCESS IN „IK SPEDITOR“ COMPANY**

Milan Stojković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – LOGISTIKA

Kratak sadržaj – U radu je prikazan način funkcionisanja logistike i transporta kao njene ključne funkcija, nakon čega su predstavljena znanja primenjena na primeru preduzeća IK Speditor iz Novog Sada. Izvršena je analiza stanja u preduzeću „IK Speditor“ i predložene su mere za unapređenje poslovanja preduzeća.

Ključne reči: Logistika, Transport, Međunarodni transport

Abstract – Paper shows operations of logistics and transportation as one of its key functions. Conditions in the company „IK Speditor“ are analyzed and steps for improvement of company practice are proposed.

Keywords: Logistics, Transport, International transport

1. UVOD

Logistika, kao jedna od najznačajnijih funkcija kompanija, se poslednjih godina sve više razvija i postaje poštovana više nego ikada do sada. Logistika je ključna funkcija koja treba da omogući da se ostali poslovni procesi odvijaju efikasnije i racionalnije. Može se reći da poslednjih godina logistika konačno dobija mesto koje zaslužuje, kako u kompanijama, tako i od strane opšte javnosti. Promene u društvu i sve kompetitivnije tržište stvaraju svakim danom sve veći pritisak na preduzeća da budu efektivnija i efikasnija u svom poslovanju. Od transporta se ne očekuje više samo da bude pouzdan, brz ili jeftin, već se standardi pomeraju ka energetske efikasnosti i ekološkim normama.

Trošak transporta i skladištenja dobara predstavlja više od polovine troškova u okviru lanca snabdevanja, što za posledicu ima sve veću posvećenost kompanija ovoj oblasti. Većina kompanija danas, kao jedan od prioriteta, postavlja optimizaciju transporta dobara. Bez dobro organizovanog transporta, kompanija neće uspeti da iskaže svoje pune potencijale na tržištu.

2. TEORIJSKE OSNOVE

Iako se logistika danas posmatra kao komplikovan i napredan proces, njeni koreni sežu daleko u prošlost, kada nije posedovala tako napredne karakteristike.

Pored svoje očigledne važnosti, logistika nije uvek dobijala deo pažnje koji zaslužuje. Istorijski gledano, organizacije su češće svoje napore usmeravale ka proizvodnji stvari, a manje pažnje pridavale kretanjima materijala. Menadžeri prepoznaju da su transport i skladištenje neophodni, međutim, na njih gledaju kao na tehnički problem kome nije potrebno posvetiti previše pažnje, oni se jednostavno posmatraju kao neizbežni troškovi samog poslovanja.

Logistika je odgovorna za tok materijala kroz lanac snabdevanja. Mogu se izdvojiti dva osnovna cilja koja se stavljaju pred menadžment logistike. Prvi cilj se sastoji u tome da je logistika zadužena za pomeranje stvari, u, kroz i izvan sopstvene organizacije na najefikasniji mogući način. Drugi cilj logistike jeste da doprinese efektivnosti tokova kroz kompletan lanac snabdevanja [1].

Učestalo je mišljenje da je logistika uži pojam od lanca snabdevanja i koncentrisana na kretanja unutar jedne organizacije, dok je u menadžment lancem snabdevanja uključen širi pogled na kretanje kroz sve organizacije u okviru lanca snabdevanja. Lanac snabdevanja predstavlja sistem organizacija, ljudi, aktivnosti, informacija i resursa uključenih u planiranje, kretanje ili skladištenje proizvoda ili usluga od dobavljača do krajnjeg korisnika, i on se više može posmatrati kao „mreža“ nego zapravo kao „lanac“. Menadžment lancima snabdevanja ima za cilj maksimizaciju profita putem integracije tri ključna toka pristupa kompanija koje čine lanac snabdevanja : tok vrednosti (proizvodi/materijali), tok informacija i tok fondova. Uspesna koordinacija i integracija ova tri toka proizvodi povećanu efikasnost i efektivnost za poslovanje organizacije. Izazov lanca snabdevanja je u tome da su oni često dinamični i promenljivi, partnerstva se mogu lako promeniti, svaki partner brine pre svega za svoju dugoročnu korist i ovo može predstavljati problem za efektivno upravljanje lancem snabdevanja [2].

S obzirom na prirodu logistike da se stalno menja i razvija, u prošlosti se logistika posmatrala isključivo kao sredstvo opskrbe, dok je danas ona jedna od najbitnijih funkcija u poslovanju cele kompanije. Većina kompanija je i dalje posmatra kao neizbežan trošak poslovanja sa malim vidljivim doprinosom korporativnoj strategiji. Međutim, evidentno je da u svim vodećim svetskim kompanijama danas izvrsnost u logistici donosi, ne samo podršku poslovanju kompanije, već predstavlja jednu od ključnih prednosti u konkurenskoj utakmici [3].

2.1. Transport

Reč transport je glagol koji potiče od latinske reči *transportare*, koja se doslovno može prevesti kao pomeranje određene stvari (tereta) sa jednog mesta na

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Stevan Milisavljević.

drugo. Dakle, pojam transport označava proces kretanja odnosno radnje pomeranja nekog ili nečeg u odnosu na mesto i vreme. Transport može biti i odluka o vožnji, preuzimanju, isporuci i distribuciji robe ili nečega u određenom vremenu i na određenoj relaciji. U stranoj literaturi, transport označava posao ili sistem transportovanja ljudi ili tereta, transportni plan, odluku ili izjavu o izvršenju transporta.

Vidovi transporta mogu biti dizajnirani na način da prevoze putnike ili robu, međutim, većina njih su takvi da su sposobni da prevoze kombinaciju jednih i drugih. Kao primer iz svakodnevnice se može uzeti porodični automobil, kome je osnovna svrha prevoz putnika, ali takođe poseduje i prtljažni deo prilagođen transportu tereta. Prvi vid transporta zabeležen u ljudskoj istoriji bio je naravno - hodaње. Nakon što je izumljen točak, mnogo različitih tipova vozila je razvijeno. U današnje vreme postoji mnoštvo vidova transporta koji pomažu ljudima u kretanju sa jednog na drugo mesto, prelasku velikih udaljenosti u relativno kratkom vremenu, u prelaženju mora i okeana, čak i letenju do Meseca i transportovanju velikih količina dobara.

Putnički se transport najčešće deli na dve veće celine, na javni ili masovni transport (autobusi, vozovi, komercijalni avioni) i na privatni (automobili, taksiji i privatni avioni). Ova dva modela se naravno na mnogo načina prepliću i preklapaju. Česti su pružni prelazi na drumskim saobraćajnicama, kao i intermodalne zgrade, poput luka, aerodroma, terminala ili stanica. Neretke su kombinacije više vrsta transporta u toku jednog puta [4].

Robni transport kao i putnički se najčešće može podeliti na sledeće kategorije:

- Avionski
- Drumski transport
- Železnički transport
- Brodski transport

2.2 Međunarodni transport

Međunarodni transport je transport robe koji podrazumeva prelazak barem jedne međudržavne granice. On podrazumeva fizičko pomeranje dobara u međunarodnim uslovima. U zavisnosti od specifičnih potreba i destinacija kuda se kreće roba, mogu se koristiti različiti, ranije pomenuti vidovi transporta ili njihove kombinacije. Međunarodni transport je specijalizovana privredna grana usmerena na upravljanje kretanjem robe i ostalim poslovima povezanim sa kretanjem robe.

Poslovi međunarodnog transporta podrazumevaju:

1. Zaključivanje ugovora o ukrcanju, iskrcaju i prekrcaju robe
2. Zaključivanje ugovora o transportnom osiguranju
3. Zaključivanje ugovora o uskladištenju robe
4. Skladištenje robe
5. Uspostavljanje i pribavljanje potrebnih isprava

U današnjoj globalnoj ekonomiji, s obzirom na specifičnosti tokova dobara, ljudi i informacija, ni jedna nacija ne može da bude održiva sama za sebe. Svaka nacija je uključena na drugačijem nivou u trgovinu, kako bi prodala ono što proizvodi, pribavila ono što joj nedostaje i na kraju, kako bi proizvodila efikasnije u svim ekonomskim sektorima.

Dokumenta koja prate otpremu robe u međunarodnom transportu i neophodna su za neometan transport i carinjenje robe su:

1. računi,
2. ugovori ili slični dokumenti koju su osnova spoljnotrgovinskog posla,
3. specifikacija pošiljke (packing list),
4. tovarni listovi, i
5. potvrde o skladištenju i drugi prateći dokumenti u zavisnosti od vrste robe

3. ISTRAŽIVANJE I REZULTATI

Analiza procesa transporta i predložene mere unapređenja su izvršene na primeru preduzeću "IK Speditor" iz Novog Sada. IK Speditor je kompanija koja se bavi organizacijom međunarodnog transporta, kako drumskog, tako avionskog i kontejnerskog. IK Speditor posluje 14 godina, a sedište kompanije se nalazi u Novom Sadu. Pored kancelarije u Novom Sadu, IK Speditor takođe ima i kancelariju na Beogradskom aerodromu.

IK Speditor je član FIATA, nevladine organizacije koja okuplja 40 000 transportnih i logističkih kompanija, koje zapošljavaju 10 miliona ljudi u 150 zemanja širom sveta i WCA grupe, najveće svetske mreže nezavisnih prevoznika, sa 7261 partnerskom kancelarijom u 190 zemalja širom sveta. Globalna mreža na kojoj IK Speditor posluje pokriva preko 200 svetskih zemalja.

Osnovne delatnosti ovog preduzeća su:

1. organizacija drumskog transporta,
2. organizacija kontejnerskog transporta,
3. organizacija avionskog transporta, i
4. carinsko posredovanje.

Cilj prve tri delatnosti jeste da se roba preveze od tačke A do tačke B na najefikasniji i najbrži način, odnosno pronalaženje najefikasnijih logističkih rešenja za transport neke robe u skladu sa željama klijenata. A na početku i završetku svakog transporta mora biti izvršeno uvozno, odnosno izvozno carinjenje.

3.1 Metode za analizu

U okviru ovog dela rada izvršena je analiza trenutnog stanja u preduzeću putem tri metode: SWOT analize, Brainstorming metode i Ishikawa dijagrama.

SWOT analiza je analiza koja pruža mogućnost da se sagledaju snage, slabosti, šanse i opasnosti po preduzeće, kao i da se identifikuju i analiziraju njihove korelacije i međusobni uticaji. Na osnovu ovih analiza, menadžment je u mogućnosti da utvrdi strategije, definiše viziju, misiju i ciljeve organizacije. Važnost SWOT analize nalazi se pre svega u tome što omogućava organizaciji da preispita i sebe i svoje okruženje u cilju razumevanja prošlih i sadašnjih uspeha i neuspeha, a u nameri da se pozicionira za dalji napredak [5].

Brainstorming je tehnika planiranja, predviđanja i odlučivanja u kojoj učestvuje veći broj zaposlenih, kako bi se došlo do što većeg broja ideja. Brainstorming ili „olujna misli“ je tehnika koja podstiče kreativno mišljenje grupe učesnika u cilju dobijanja što većeg broja

ideja za kratko vreme. Ovo je jedna od najčešće korišćenih grupnih tehnika za povećanje kreativnosti u procesu odlučivanja. Brainstorming tehnika u kompaniji IK Speditor je sprovedena sa zaposlenima u sektoru logistike. Učestvovalo je 4 zaposlena, od kojih dvoje menadžera logistike u drumskom transportu, menadžer logistike avio saobraćaja i direktor prodaje preduzeća IK Speditor.

Išikava dijagram je dijagram uzroka koji je kreirao Kaoru Isikava radi prikazivanja uzroka određenog događaja. Najčešća asocijacija Išikava dijagrama je na riblju kost, gde "rebra" predstavljaju uzroke događaja, a konačni rezultat se nalazi na glavi ribe, te se često naziva i dijagram riblje kosti. Njime se grafički prikazuje relacije između određene posledice i svih faktora koji na nju utiču. Prilikom izrade Išikava dijagrama potrebno je prvo definisati postojeći problem ili željeni efekat na osnovu jasno definisanih i objektivnih podataka. Nakon toga treba ustanoviti sve moguće uzroke problema koji se analizira. Išikava dijagram je u ovom radu predstavljen sa tri osnovne grane problema koje uključuju: ljudski faktor, faktor okruženja, tehničke uslove i dokumentaciju.

3.2 Mere za unapređenje procesa rada

Kao i većina drugih preduzeća u ovoj oblasti, IK Speditor se konstantno nalazi pred izazovima koje nameće poslovanje. Promene na tržištu, novi zakoni i pravilnici, sve veća konkurencija kao i nedostatak stručne radne snage i vozača, samo su neki od problema sa kojima se kompanije suočavaju. U skladu sa prethodno predstavljenom analizom stanja u okviru preduzeća IK speditor, kao i na osnovu ličnih iskustava rada u datoj organizaciji, uočene su potencijalne mere za unapređenje poslovanja preduzeća.

- Kupovina dodatnih kamiona

Kao osnovno unapređenje u kompaniji IK Speditor predložena je kupovina dodatnih vozila u cilju proširenja voznog parka preduzeća. Dodatna vozila bi proširila postojeće kapacitete preduzeća i omogućila prisutnost na više destinacija i većem broju tržišta. Prirodno, veći broj vozila bi u idealnom slučaju povećao obim posla, a samim tim i profit koji preduzeće ostvaruje. Pored povećanja kapaciteta poslovanja preduzeća, kupovina novih vozila bi omogućila i diverzifikaciju ponude, kao i mogućnost da se prihvati transport raznovrsnijih i gabaritnijih tereta nego što je to trenutno slučaj. Drumski transport se obavlja različitim tipovima vozila koja poseduju različite kapacitete utovarnih mesta, kao i težine koju su u stanju da transportuju.

Radom su predstavljeni benefiti kupovine dva vozila različitih dimenzija i nosivosti, kao i potencijalni načini finansiranja, putem kredita i uz pomoć lizinka sa uporednom analizom ova dva izvora finansiranja. Zaključak je da bi za preduzeće bila isplativija opcija nabavke vozila putem lizinga. Mišljenje je da bi inicijalni benefit od kupovine dodatnih vozila u prvom periodu smanjio operativne troškove preduzeća, s obzirom da bi se izbegla potreba za korišćenjem eksternih transportnih usluga. Ovim uštedama bi se pokrili troškovi otplate kredita, odnosno lizinga i povećao profit preduzeća. Pored finansijskih benefita, posedovanje sopstvenih vozila, povećalo bi fleksibilnost i pouzdanost u radu kompanije,

što bi na kraju dovelo do većeg poverenja od strane klijenata i bolje pozicije preduzeća na tržištu.

-Saradnja sa kurirskim službama

Saradnja sa kurirskim službama pre svega u državama iz kojih ima manje uvoza u toku godine, može u značajnoj meri povećati efikasnost i smanjiti cenu transportne usluge, što bi na kraju dovelo do veće konkurentnosti na tržištu. Ideja predstavljena u radu je da kurirska služba koja posluje na teritoriji određene države u Evropi prikuplja robu iz različitih delova zemlje i doprema je do sabirnog centra ili skladišta. Nakon prikupljanja dovoljne količine robe na jednom mestu, vozilo ne bi imalo potrebu da gubi vreme i stvara dodatne troškove na pojedinačna utovarna mesta, već bi svu robu pokupilo na jednom mestu i dopremilo u Srbiju. U radu su prezentovane različite opcije za nekoliko evropskih zemalja i potencijalne kompanije sa kojima bi mogla da se ostvari saradnja radi omogućavanja kurirskih usluga.

Najveća prednost ovakvog vida prikupljanja robe bila bi kod robe koja ima relativno male dimenzije i težinu, a nalazi se u ruralnijim delovima zemlje. Umesto da vozilo prelazi velike udaljenosti kako bi pokupilo manju robu, ona bi putem kurirske službe bila prikupljena i kasnije dostavljena na krajnju destinaciju.

-Unapređenje elektronskog popunjavanja upita

IK speditor poseduje elektronski upit koji je moguće popuniti na sajtu, međutim, svakodnevna praksa pokazuje da pristižu nepotpuni upiti za transport, bez svih detalja koji su potrebni za organizaciju i davanje precizne ponude sa cenom i vremenom isporuke. Veliki broj ovakvih, nepotpunih upita u toku dana od zaposlenih zahteva dodatno angažovanje u prikupljanju tih podataka i dovodi do poništavanja benefita koji sam upit treba da predstavlja prilikom prikupljanja zahteva od klijenata.

Predlog se odnosi na uvođenje striktnijih upita koji bi potencijalnim klijentima davali jasne instrukcije u pogledu popunjavanja i ne bi omogućavali slanje nepotpunih ili pogrešno popunjenih zahteva za transport. Ukoliko bi u polje bila uneta stavka koja ne odgovara upitu, sistem bi vraćao klijenta na tu stavku, sugerišući način na koji treba da bude popunjena. Takođe bi sistem trebalo da bude postavljen na način da, ukoliko na neki zahtev IK Speditor nema rešenje, klijent automatski bude obavешten, bez prosleđivanja upita menadžerima logistike na obradu. U toku dana svakom od menadžera logistike stigne više upita sa zahtevima na koje IK Speditor standardno nema rešenje, te bi automatski odgovor na ovakav vid zahteva smanjio utrošeno vreme na odgovaranje na svaki od njih posebno.

Velika količna energije i radnog vremena u toku dana menadžerima logistike odlazi na odgovaranje na nepotpune ili neostvarive upite, te bi uvođenjem ovakvih sistema došlo do povećanja produktivnosti i usmeravanja energije zaposlenih na realne zahteve koji donose prednost preduzeću.

4. ZAKLJUČAK

Cilj rada bio je da prikaže način funkcionisanja logistike i transporta kao njene ključne funkcija, i da predstavljena znanja primeni na primeru preduzeća IK Speditor iz Novog Sada. IK Speditor je mikro preduzeće koje se bavi organizacijom drumskog, avionskog i brodskog transporta, kao i uslugama carinskog posredovanja. Logistika je interdisciplinarna nauka koja analizira i primenjuje uslovljenosti, planiranje, organizovanje, upravljanje i kontrolisanje materijalnih i nematerijalnih tokova.

Prvi deo rada prikazuje pojam logistike, njene definicije i razvoj kroz istoriju. Dalje su prikazani ciljevi i značaj ove grane, kao i kratak uvid u lean logistiku i lance snabdevanja. Nastavak rada obrađuje temu transporta, njegov značaj za logistiku, vidove transporta i kako su se oni menjali i razvijali kroz istoriju, koji parametri utiču na izbor određenog vida transporta i koje su prednosti i mane svakog od njih. Prikazana je razlika između unutrašnjeg i spoljašnjeg transporta, kao i načini funkcionisanja transporta na međunarodnom tržištu, pariteti i dokumentacija koja je neophodna.

Nastavak rada pruža uvid u poslovanje preduzeća IK Speditor i snimak trenutnog stanja u preduzeću. Prikazani su vidovi transporta u okviru kojih IK Speditor nudi usluge i na koji način se obavlja transport. Urađena je SWOT analiza, kako bi se uočile snage, slabosti, šanse i pretnje preduzeća. Posle toga je urađena brainstorming tehnika kako bi zaposleni predstavili najčešće uzroke koji dovode do problema u transportu. Problemi uočeni od srtane zaposlenih su grafički prezentovani uz pomoć Iškava dijagrama. Nakon analiziranja problema koji se javljaju u preduzeću, dat je predlog mera za unapređenje procesa transporta, koji bi doveli do poboljšanja poslovanja preduzeća kao celine.

Preduzeće IK Speditor u svom poslovanju objedinjuje poslove organizacije međunarodnog transporta i carinskog posredovanja, pružajući kompletnu uslugu svojim klijentima. Njihovo poslovanje moguće je proširiti i unaprediti putem predloženih mera datih u okviru rada. Ukoliko nastave sa ovakvim poslovanjem i primene neke od predloženih mera, omogućili bi povećanje broja klijenata i ostvarenje većeg profita.

5. LITERATURA

- [1] Donald Voters: Logistika : Uvod u menadžment lancima snabdevanja, Palgrave, Macmilan, , 2003.
- [2] Pol Majerson : Lanci snabdevanja i menadžment logistikom učinjeni lakim, Pearson Education, 2015.
- [3] V. Grigorjev i M. Hogstrom: Menadžment logistikom i transportom, Univerzitet Goteborg, 2003.
- [4] https://transportgeography.org/?page_id=3919
- [5] D. Stanivuković, Metode i tehnike unapređenja procesa rada, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2002.

Kratka biografija:



Milan Stojković rođen je u Vršcu 1992. godine. Osnovnu školu i Gimnaziju, prirodno-matematički smer završava u rodnom gradu, nakon čega upisuje Ekonomski fakultet Univerziteta u Novom Sadu, 2011. godine. Ekonomski fakultet završava 2017. godine i iste godine upisuje master studije inženjerskog menadžmenta na Fakultetu Tehničkih nauka, Univerziteta u Novom Sadu.

e-mail adresa:
milanstojkovic@hotmail.com

UNAPREĐENJE SERVISA POTROŠAČA U PREDUZEĆU „APOTEKA SUBOTICA“**IMPROVEMENT OF CUSTOMER SERVICE IN „APOTEKA SUBOTICA“ COMPANY**

Snežana Kukulj, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – INŽENJERSKI MENADŽMENT

Kratak sadržaj – U radu je izvršena analiza trenutnog stanja u preduzeću „Apoteka Subotica“ sa ciljem da se pomoću određenih metoda identifikuju moguće mere unapređenja u oblasti logistike, odnosno marketing logistike i servisa potrošača.

Ključne reči: Logistika, Servis potrošača, Marketing logistika

Abstract – This work analyzes the current state of the „Apoteka Subotica“ company, with the aim of identifying, through certain methods, possible measures of improvement in the field of logistics, namely marketing of logistics and customer service.

Keywords: Logistics, Customer service, Marketing logistics

1. UVOD

Kada govorimo o industriji, ono što ima najveći značaj za firme jeste ostvarenje prihoda. Da bi se prihod obezbedio, neophodno je da preduzeće ima proizvod ili uslugu koju korisnici žele da kupe, što znači da je ostvarenje njihovog cilja zapravo u direktnoj zavisnosti od potrošača. Upravo zato, najveća pažnja treba njima da se posveti i da se obezbedi da kupci dobiju proizvod koji je u skladu sa željenim kvalitetom. Osim kvaliteta, postoje i drugi elementi koji utiču na želju kupca da poseduju neki proizvod, kao što su cena i dostupnost proizvoda.

Sve je više konkurentskih firmi na tržištu i svaka od njih teži ka tome da se izdvoji od konkurencije, da bude jedinstvena i da obezbedi najbolje proizvode/usluge za svoje korisnike.

Veoma je važno da potrebe potrošača budu zadovoljene na najbolji mogući način, te stoga servis potrošača, kao deo logističkih aktivnosti, sve više dobija na značaju. Najjednostavnija definicija servisa potrošača jeste da je njegov cilj da obezbedi pravi proizvod, u pravo vreme, u pravoj količini, na pravom mestu i po prihvatljivoj ceni. Suština servisa potrošača ogleda se u tome da njegove aktivnosti definišu smer kojim se proizvod kreće na putu od proizvođača do korisnika. Na osnovu kvaliteta servisa potrošača može se videti i koliko dobro funkcioniše logistika jednog preduzeća. Upravo je servis potrošača tema ovog master rada, kako bi se bliže pojasnio njegov uticaj na poslovanje kompanija i na zadovoljstvo korisnika.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Stevan Milisavljević, red. prof.

Kroz ovaj rad biće prikazano kako unapređenjem aktivnosti ovog segmenta poslovanja može da se ostvari veći prihod, zadrže postojeći korisnici i privuče veliki broj novih korisnika.

2. POJAM, RAZVOJ I ZNAČAJ LOGISTIKE

Logistika predstavlja oblast poslovanja koja je veoma stara i koja se razvija uporedo sa razvojem civilizacije. Logistika se prvi put sreće u velikim seobama naroda i ratovima, gde je bilo neophodno obezbediti logističku podršku. Postavlja se pitanje kako je zapravo logistika nastala, kada se javila potreba za njenim aktivnostima i kada je uočena njena primena.

Logistika dugo nije imala pravo značenje. Neki su je poistovećivali sa transportom, neki sa distribucijom, a neki su je smatrali aktivnostima podrške.

Logistika je polje poslovnog upravljanja čije aktivnosti se neprekidno odvijaju, a njeno kontinuirano delovanje proizilazi iz osnovnog zadatka logistike – „*obezbediti potrošačima da na svakom mestu, u svako doba dana (veoma često i noći) imaju dostupne one proizvode koje žele da poseduju (i u traženom stanju)*“ [1].

U literaturi se veoma često spominje definicija 7R, koja se smatra laičkim opisom logistike – „*Osigurati dostupnost pravog proizvoda u pravim količinama, u pravom stanju, na pravom mestu, u pravo vreme, za pravog kupca i po pravoj ceni*“. U okviru ove definicije sadržane su najvažnije aktivnosti logistike, jer se naglašava prostorna i vremenska dimenzija (mesto, vreme, transport i skladištenje), što obezbeđuje i temeljno shvatanje pojma logistike. Takođe naglašava troškove i uslugu, koje su veoma važne komponente za menadžere logistike, jer se na osnovu njih donose odluke i utvrđuju se potrebe za neopodnim promenama u sistemu logistike. Naredni aspekt pomenute definicije odnosi se na pružanje usluga potrošačima, kako bi se zadovoljile njihove potrebe, a element definicije je i kvalitet, bez čega se ne može zamisliti nijedna logistička aktivnost. Osnovna ideja ove definicije jeste da firma mora da izvrši pravi zadatak, u pravo vreme i na pravom mestu [2].

3. MARKETING LOGISTIKA

Misija logistike jeste da osigura dostupnost pravog proizvoda, u pravoj količini, u pravom stanju, na pravom mestu, u pravo vreme, za pravog kupca i po pravoj ceni. U ostvarivanju ovih ciljeva sve veći značaj ima poslovna, odnosno marketing logistika.

„Marketing logistika se odnosi na upravljanje tokovima sirovina i repromaterijala od izvorišta do mesta prerade, na tokove materijala i polufabrikata u toku samog procesa

proizvodnje, kao i na tokove gotovih proizvoda do finalnih potrošača“ [3].

3.1 Aktivnosti marketing logistike

Logističke aktivnosti u segmentu marketing logistike mogu se podeliti na sledeći način:

- Servis potrošača,
- Predviđanje tražnje,
- Komuniciranje u distributivnom kanalu,
- Kontrola zaliha,
- Upravljanje materijalom,
- Proces prijema porudžbine,
- Izbor lokacije fabrika, skladišta i prodavnica,
- Pakovanje,
- Transport,
- Manipulisanje,
- Skladištenje [4].

Marketing logistika kao deo logistike u preduzeću ima poseban značaj u zadovoljenju potreba kupaca. Njen zadatak je da aktivnosti organizuje na način da se omogućiti uspešna realizacija procesa proizvodnje, odnosno pružanja usluga, što će za krajnji rezultat imati visoko kvalitetan proizvod, odnosno uslugu, kao i zadovoljne kupce i korisnike.

U nastavku rada biće detaljnije opisan servis potrošača, kao element marketing logistike.

4. SERVIS POTROŠAČA

U vreme kada kupci imaju sve veće zahteve i potrebe, kompanijama je veoma teško da se izbore sa njihovim željama i u potpunosti ispune njihova očekivanja. Konkurencija je svakim danom sve veća, a kupci sve “razmaženiji”. Prihod zavisi od kupaca, te je očigledno da firme na sve načine moraju da se trude da pridobiju što više potrošača. Sve je više istih ili sličnih proizvoda koji se razlikuju samo po nazivu proizvođača, a organizacije se neprestano takmiče koja će pružiti kupcima veće pogodnosti i na taj način ih trajno privući.

Kreiranje vrednosti za potrošače jedan je od najbitnijih zadataka menadžera i same organizacije, jer od nje zavisi kako će potrošači prihvatiti ponuđeni proizvod, odnosno uslugu, a to opet direktno utiče na ostvarenje njenih poslovnih ciljeva, odnosno profita. Kreiranje i isporučivanje vrednosti za potrošače delimo na sledeće faze:

- definisanje vrednosti,
- karakteristike vrednosti i
- proces određivanja vrednosti.

Samo one organizacije koje uspevaju da kreiraju i isporuče pravu vrednost za potrošače zagarantovali su uspeh na tržištu, ostvarenje poslovnih ciljeva i viši stepen zadovoljstva korisnika.

Komponente servisa potrošača koje se mogu izdvojiti kao najbitnije su:

- Vreme isporuke,
- Kvalitet isporuke,
- Post – prodajni servis,
- Upoznavanje potrošača o isporuci,
- Cena proizvoda,

- Kompetentnost u izvršenju posla,
- Tačnost isporuke,
- Korektna specifikacija,
- Pristupačnost za preuzimanje robe,
- Saradnja kupaca i prodavaca,
- Pakovanje [5].

4.1 Servis potrošača i kanali distribucije

Kada se govori o krajnjim korisnicima, oni najčešće vide sam rezultat procesa proizvodnje proizvoda, odnosno pružanja usluga, ali ne i način njihovog nastanka. Za korisnike je bitno jedino to da proizvod bude odgovarajućeg kvaliteta, kao i da zadovolji određene karakteristike kao što su: dostupnost, pouzdanost, funkcionalnost, povoljna cena koštanja i slično, u zavisnosti od potreba i želja potrošača. S obzirom na to da je danas kupcima omogućeno da na svakom koraku pronađu slične proizvode od različitih proizvođača, da ih poručuju putem Interneta, kao i da kreiraju proizvode po svojoj želji, neophodno je da proizvod jednog preduzeća uvek bude dostupan kupcima, kako se ne bi okrenuli ka konkurenciji. Iz toga proizilazi da posebnu pažnju treba posvetiti kanalima distribucije, kao jednoj od veličina koja značajno utiče na kvalitet servisa potrošača.

U savremenim uslovima poslovanja veoma mali broj proizvoda prodaje se direktno od proizvođača potrošaču. Najčešće je u distribuciju proizvoda uključen veliki broj posrednika, od veleprodaja, preko različitih agenata, do maloprodaja. S obzirom na to da proizvođači nemaju direktnu komunikaciju sa potrošačima, neophodno je da posrednici obezbede kvalitetno pružanje usluge, odnosno da servis potrošača bude na visokom nivou, kako bi se obezbedilo zadovoljstvo korisnika, jer zadovoljan korisnik je lojalan korisnik.

Distribucija proizvoda može imati veliki uticaj na poslovanje jedne organizacije, jer ukoliko se ne obezbedi dostupnost proizvoda, klijenti će isti potražiti kod konkurencije i zbog toga je, prilikom donošenja odluke o kanalima distribucije, neophodno odabrati onaj način distribuiranja, koji će obezbediti da se potrebe korisnika na najbolji mogući način zadovolje.

5. SERVIS POTROŠAČA U PREDUZEĆU „APOTEKA SUBOTICA“

Glavna delatnost ovog preduzeća jeste prodaja farmaceutskih proizvoda, među kojima su i proizvodi koji su nastali kao rezultat njihove proizvodnje. Ovaj proces odvija se u objektima preduzeća, odnosno u apotekama na teritoriji opštine Subotica. Uslugu prodaje pružaju farmaceuti koji rade u pomenutim objektima. Prilikom posete kupaca, zaposleni od njih primaju informacije o željenim proizvodima, a zatim nakon provere stanja na zalihama, taj proizvod i prodaju. Zaposleni izdaju lekove i druge proizvode na osnovu recepta dobijenih od strane kupaca, a često se dešava da kupci nemaju recept ili da ne znaju tačno šta im treba, već im farmaceuti na osnovu zdravstvenih simptoma preporučuje ono što misle da je u tom momentu najbolje za njih.

Osim toga pružaju i dodatne usluge koje im omogućavaju da se na tržištu izdvoje među konkurencijom, kao i da na taj način povećaju zadovoljstvo svojih kupaca i doprinesu

njihovom pozitivnom iskustvu kada je ova usluga u pitanju.

U te dodatne usluge ubrajaju se:

- Merenje šećera u krvi,
- Merenje telesne težine,
- Merenje krvnog pritiska,
- Davanje zdravstvenih saveta,
- Zakazivanje termina za individualne razgovore sa farmaceutom,
- Saveti nutricioniste,
- Promocija različitih proizvoda,
- Online prodaja proizvoda.

Dodatne usluge za ovakvu vrstu organizacije ključne za korisnikov doživljaj uslužnog iskustva, jer uslugu prodaje proizvoda korisnik može da dobije u bilo kojoj drugoj apoteci. Korisnik odlazi iz apoteke sa proizvodom koji je došao da kupi i sa pozitivnim uslužnim iskustvom zbog kog postoji velika verovatnoća da se vrati opet i da tu kupuje, što ukazuje na kvalitetan servis potrošača.

6. MERE UNAPREĐENJA

Kroz sprovedene analize primenom različitih alata izvedene su mere koje mogu da unaprede poslovanje preduzeća. Strategije koje su identifikovane mogu doprineti unapređenju poslovanja preduzeća, odnosno servisa potrošača, što je i cilj ovog rada.

6.1 Strategija pridobijanja novih potrošača

Ova strategija fokusirana je na eliminisanje pretnje koja se odnosi na smanjenje kupovne moći potrošača, na osnovu povoljnih cena proizvoda, što predstavlja snagu preduzeća. S obzirom na to da Apoteka ima sopstvenu proizvodnju, njihovi proizvodi jeftiniji su u odnosu na proizvode iz uvoza, što se može iskoristiti za privlačenje novih korisnika.

Kupcima je bitno da za svoj novac dobiju ono što žele, a ako pritom mogu da uštede, to će im sigurno biti primamljiva ponuda. Na tržištu postoji velika ponuda raznovrsnih farmaceutskih proizvoda, međutim sve veća pažnja posvećuje se kvalitetu tih proizvoda. Sastojci od kojih su oni napravljeni sve više dobijaju na značaju, a kupci će se radije odlučiti za domaći proizvod kontrolisanog porekla. Apoteka Subotica svoje proizvode od proverenih sastojaka može da iskoristi da pridobije nove potrošače.

Preduzeće se na tržištu izdvaja po veoma kvalitetnim proizvodima, a kada su ti proizvodi dostupni po povoljnim cenama, preduzeće će pridobiti nove kupce. Da bi potrošači bili upoznati sa niskim cenama proizvoda, potrebno je u okviru ove strategije definisati način demonstriranja kupcima da su njihove cene povoljnije od konkurenata. Nije dovoljno da kupci to saznaju tek kada dođu u Apoteku, već je neophodno marketinškim aktivnostima podići svest kupaca o mogućnostima kupovine jeftinijih, a veoma kvalitetnih proizvoda.

Novi kupci doveli bi do povećanja prihoda za preduzeće, a sa većim prihodima veće su šanse za preduzeće da se širi i razvija svoje poslovanje. Postoje razni načini za pridobijanje novih potrošača, a jedan od njih je organizovanje raznih akcija i pogodnosti. Naime, ako bi kupci dobili priliku da, na primer, u određenom periodu

uz kupovinu jednog proizvoda Apoteke Subotica dobiju drugi gratis, velika je šansa da će se to pročitati, posebno ako se medijski isprati i da će i oni koji nisu koristili ove proizvode, sada poželeti da ih isprobaju. I sami često možemo videti kako uz kupovinu nekog proizvoda drugi dobijamo besplatno, te brže – bolje odlazimo da isti kupimo, uz deljenje informacije sa ljudima iz okruženja. Dakle, fokus je na tome da se iskoristi niska kupovna moć potrošača, kako bi ih pridobili i zadržali. Svi ljudi vole kada dobiju nešto besplatno, a ovaj poduhvat je istovremeno i prilika da se novi korisnici zadrže i postanu stalni kupci proizvoda ovog preduzeća. Kada ih na ovaj način privučemo da isprobaju proizvode i isti im se svide, povoljne cene proizvoda će ih navesti da ga ponovo kupe.

6.2 Strategija unapređenja marketinških aktivnosti

Ova strategija podrazumeva unapređenje marketinških aktivnosti, korišćenjem društvenih mreža. Iako Apoteka ima odličan Web sajt, kao i stranicu na Facebook društvenoj mreži, do korisnika je mnogo lakše dopreti preko sve popularnije društvene mreže - Instagram. Dobro organizovana stranica na mreži kao što je Facebook može privući velik broj potrošača, ali objavljivanjem slika i priča na Instagramu, može se dopreti do još većeg broja korisnika. Na ovaj način preduzeće bi se reklamiralo na mestu gde neće ostati neprimećeno i mnogo lakše bi predstavilo svoje proizvode, nego ukoliko bi nastavilo da koristi samo prezentaciju putem Web stranice i Facebook profila.

Da bi se ova strategija realizovala, neophodno je angažovanje zaposlenih iz Službe za informisanje i razvoj, koje bi vodilo ovu stranicu, kako bi se obezbedilo ažurno vođenje stranice. Najbolje bi bilo kada bi se jednom zaposlenom dodelila odgovornost za obavljanje samo ovog posla, jer će tako on redovno odgovarati na sva pitanja korisnika i efikasnije vršiti reklamiranje. Na stranici ovakvog tipa, postojeći i potencijalni kupci mogli bi da dobiju sve potrebne informacije, kao i da traže savete u vezi određenih medikamenata, a da pritom ne čekaju na odgovor. Usluga ovog tipa obezbedila bi veću lojalnost kupaca, kao i povećanje prihoda i unapređenje celokupnog poslovanja.

Marketinške aktivnosti su veoma važne, kako u proizvodnim, tako i u uslužnim organizacijama i zato je neophodno da se ovim aktivnostima posveti posebna pažnja. Minimalno povećanje marketinških napora može doprineti brojnim koristima za organizaciju, kao i unapređenju poslovanja preduzeća.

6.3 Strategija nadmašivanja konkurencije

Ova strategija fokusirana je na to da se poslovanje može unaprediti tako što će se nadmašiti konkurencija i usmerena je na eliminisanje pretnji iz okruženja. Strategija se odnosi na zasenjivanje konkurencije, kako bi preduzeće unapredilo svoje poslovanje. Ukoliko se kupcima ponudi bolje i više od onoga što nude drugi, oni će postati lojalni korisnici Apoteke Subotica, a ne konkurencije.

Mera unapređenja za realizaciju ove strategije, koja se odnosi na nadmašivanje konkurencije, treba da obuhvati sve nedostatke koje Apoteka ima u odnosu na konkurente. To znači da bi trebalo omogućiti da barem još jedan prodajni objekat počne da radi 24h dnevno, kako bi se

obezbedilo da budu na raspolaganju korisnicima kad god oni to pože. Takođe, potrebno je unaprediti program pogodnosti za korisnike, tako da im se omogući popust na celokupan asortiman proizvoda, kao i mogućnost plaćanja na rate, kao što je slučaj sa korisnicima Super kartica, koji imaju tu mogućnost u BENU apotekama. Na ovaj način, Apoteka Subotica bila bi u istom položaju kao i njeni konkurenti, a s obzirom na to da imaju veći broj objekata, kupci ne bi morali da idu u druge apoteke samo zbog pogodnosti, već bi im bilo lakše da kupovinu obave u onoj apoteci koja im je dostupnija, a sa svoja 22 objekata, to je svakako Apoteka Subotica.

Ono što nijedna od pomenutih apoteka nema jeste program pogodnosti za penzionere. Jeste da proizvode iz apoteke koriste sve grupe ljudi, nezavisno od pola i starosti, ali penzioneri su sigurno najčešći kupci i za njih bi trebalo obezbediti poseban program pogodnosti, koji bi se sastojao u tome da uz dokaz o penziji dobiju penzionersku karticu sa kojom će na jednu mesečnu kupovinu dobiti 20% popusta. Na taj način penzioneri bi se osetili važnim kupcima jer imaju program koji je namenjen posebno njima, a za Apoteku bi to značilo više novih i lojalnih korisnika i samim tim i veći prihod.

6.4 Strategija širenja kanala distribucije

Ova mera unapređenja odnosi se na širenje kanala distribucije. Ova strategija je ujedno i najvažnija mera unapređenja, koja veoma može da utiče na dalji razvoj preduzeća. Nastala je ukrštanjem snage preduzeća koja se odnosi na njegov finansijski potencijal i mogućnosti za širenje na nova tržišta, ali i kao odgovor na nedostatak uočen anketom korisnika i Ishikawa dijagramom. To znači da bi preduzeće moglo da upotrebi raspoloživa sredstva kako bi iskoristilo mogućnost prodora na nova tržišta, odnosno da usmeri svoje poslovanje ka širenju kanala distribucije.

S obzirom na to da Apoteka Subotica posluje samo na teritoriji opštine Subotica, to znači da njihovi proizvodi nisu lako dostupni na celoj teritoriji naše zemlje. Putem web sajta korisnici mogu poručivati njihove proizvode, ali to znači da bi korisnici morali dugo da čekaju na proizvod koji su poručili. Ponekad može proći i 4 dana do dostave, ako se npr. proizvod naruči u petak, najranije može biti isporučen u ponedeljak, ali veoma često se čeka i do utorka ili srede. To kod korisnika izaziva nezadovoljstvo i vrlo je verovatno da će se sledeći put odlučiti da kupe sličan proizvod od nekog drugog proizvođača, gde će ga dobiti na licu mesta i neće morati da čekaju dostavu.

Jedna od glavnih karakteristika proizvoda koja omogućuje zadovoljenje potreba i zadovoljstvo korisnika je njegova dostupnost. Čak i sama definicija servisa potrošača odnosi se na to da pravi proizvod bude dostupan na pravom mestu, u pravo vreme, u potrebnoj količini i odgovarajućeg kvaliteta, uz pristupačnu cenu. U konkretnom slučaju Apoteke Subotica potrebno je obezbediti da proizvodi njihovog brenda budu dostupni na teritoriji cele države, a ne samo u Subotici i okolini.

Razlog izbora baš ove strategije kao mere unapređenja ogleda se u uskoj povezanosti dostupnosti proizvoda i zadovoljstva korisnika.

Način na koji se to može postići jeste širenjem kanala distribucije. Ideja je da Apoteka Subotica svoje proizvode prodaje u Lilly drogerijama, koje u svom sastavu, osim velikog izbora kozmetičkih proizvoda imaju i apoteke. Ova mera unapređenja iziskuje najveće ulaganje od svih pomenutih strategija, ali bi za Apoteku Subotica imala brojne prednosti koje se ogledaju u prodaji veće količine proizvoda, dostupnost proizvoda, više lojalnih korisnika, povećanje zadovoljstva korisnika, a svi ovi benefiti doveli bi do povećanja prihoda, što je krajnji cilj poslovanja svakog preduzeća.

7. ZAKLJUČAK

Kroz ovaj rad može se uvideti značaj logistike i logističkih aktivnosti u poslovanju jedne organizacije. Takođe, može se primetiti i značaj zadovoljstva korisnika za uspešnost preduzeća i zato je neophodno da cilj svake organizacije bude da na najbolji mogući način zadovolji potrebe svojih kupaca. Bez obzira na to da li se radi o proizvodnim ili uslužnim preduzećima, servis potrošača je važan element u postizanju konkurentske prednosti.

U radu je prikazano kako se može postići unapređenje servisa potrošača, pomoću sprovedenih analiza i strategija dobijenih putem istih. Cilj svake strategije jeste da unapredi servis potrošača ovog preduzeća, ali i da doprinese povećanju uspešnosti poslovanja. Svaka od strategija usmerena je ka sprovođenju onih aktivnosti, čiji je krajnji cilj da se poveća zadovoljstvo korisnika. Takođe, njihova implementacija, osim poboljšanja servisa potrošača, doprinosi i stvaranju partnerskih odnosa sa korisnicima. Cilj je da se potrošačima stavi na znanje da su oni najvažniji i da će svi naponi biti usmereni ka povećanju njihovog zadovoljstva i ispunjenju očekivanja.

8. LITERATURA

- [1] <https://velikirecnik.com/2017/04/09/logistika/> (datum pristupa: 14.08.2019.)
- [2] Dušan Regodić, Logistika, Beograd, 2011.
- [3] Božić, V. i Aćimović, S.: Marketing logistika, Ekonomski fakultet, Beograd, 2010.
- [4] Lamber i Stock, *Strategic logistics management*, McGraw-Hill Co, New York, 1993.
- [5] Gilmour, P. The management of distribution: An Australian framework Longman Co. Ltd. Melbourne, 1978.

Kratka biografija:



Snežana Kukulj rođena je u Novom Sadu 1994. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Inženjerski menadžment – Menadžment kvaliteta i logistike odbranila je 2019.god.

Kontakt: snezana.kukulj@gmail.com

КОМПАРАТИВНА АНАЛИЗА ИНВЕСТИЦИОНИХ ФОНДОВА У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ**ANALYSIS OF INVESTMENT FUNDS IN REPUBLIC OF SERBIA**

Ивана Сабо, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – Индустијско инжењерство и менаџмент
Кратак садржај – Рад се бави пословањем инвестиционих фондова у Републици Србији. У Србији, инвестициони фондови су регулисани Законом о инвестиционим фондовима из 2006. године, који је измењен и допуњен у пар наврата, 2009. године, 2011. године и 2014. године. Овај закон инвестиционе фондове дефинише као институцију колективног инвестирања у оквиру којег се прикупљају и улажу новчана средства у различите врсте имовине са циљем остварења прихода и смањења ризика улагања. У Србији су законом прописани отворени, затворени и приватни инвестициони фондови. Инвестициони фондови се према Закону о инвестиционим фондовима, региструју при Комисији за хартије од вредности која води Регистар инвестиционих фондова. У регистру је тренутно активно 20 инвестиционих фондова.

Кључне речи: Инвестициони фондови, повратак инвестиција, штедња

Abstract Paper is focused on investment funds business in Republic of Serbia. The first part of the paper explains from a theoretical point of view the concept and emergence of investment funds as well as the principles of their functioning. In the research part, investment funds operating on the market of Republic of Serbia are presented and comparative analysis of their operations in previous period is given. The final part of the paper gives a conclusion and directions for further research as well as a list of relevant literature that has been used

Key words: Investment funds, analysis of investment funds in Republic of Serbia, return of investment, saving

1. РЕЗИМЕ

Инвестициони фондови су најтипичнији представници институционалних инвеститора. Они су најпогоднија форма за мобилизацију новца и капитала од вишемилионских власника. До капитала долазе продајом својих удела или акција и добијена средства улажу у диверсификовани портфолио хартија од вредности. Инвестициони фондови обогаћују структуру финансијског посредовања, повећавају конкурентност, врше продубљивање тржишта капитала. У свим земљама са тржишном привредом инвестициони фондови имају кључну улогу у функционисању развоја тржишта капитала, као и остварењу његове стабилности. Они су доживели праву експанзију у високо развијеним земљама где

егзистирају снажни инвестициони фондови, прави финансијски дивови. У модификованој форми они су потврдили своју сврсисходност и у земљама у развоју. У Србији су се инвестициони фондови појавили 2007. године, и они инвеститорима нуде неколико предности: професионално управљање фондом, диверзификацију, једноставан приступ и ликвидност. Тренутно је у Србији активно 20 инвестиционих фондова од којих су 18 отворени, а 2 су приватна али у процепу гашења. Постоји 6 активних друштава за управљање, и 4 кастоди банке. Инвестициони фондови бележе значајан раст у претходних 5 година на нашем тржишту.

1.1. Циљ и предмет истраживања

Циљ истраживања је представљање значаја и потенцијала улагања у инвестиционе фондове у Републици Србији. Након свих турбуленција наше привреде у последњих 30 година, од ратних дешавања, економских санкција, дуготрајне и тешко спроведене транзиције која и даље није завршена за друштво као целину, пољуљано је поверење како грађана, тако и привреде у поузданост и резултат инструмената развоја као што су инвестициони фондови. Сматрам да овим истраживањем помажем подизању свести о значају улагања, предности које оваква врста улагања доноси, ризицима који прате улагање у инвестиционе фондове и утицају које улагање у инвестиционе фондове дугорочно може донети становништву Републике Србије. Као породична особа која је и запослена и која учествује у приватном породичном бизнису, овим истраживањем сам желела да укажем да улагањем у инвестиционе фондове, не само да увећавамо стечену вредност одређене индивидуе, него кроз едукацију укажем на доступност и понуду инвестиционих фондова у Републици Србији.

2. ИНВЕСТИЦИОНИ ФОНД – ПОЈАМ И НАСТАНАК ИНВЕСТИЦИОНИХ ФОНДОВА У СРБИЈИ И СВЕТУ

Инвестициони фонд представља институционални облик прикупљања новчаних средстава већег броја инвеститора ради колективног инвестирања прикупљених средстава у различите облике финансијске активе, са примарним циљем да се оствари принос за улагаче, уз смањени ризик кроз диверзификацију пласмана, с тим да инвестиционим фондом оперативно управља инвестициона компанија. Инвестиционе компаније односно друштва за управљање инвестиционим фондовима управљају са

НАПОМЕНА:

Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је био проф. др Ранко Бојанић.

више инвестиционих фондова од којих сваки има своје циљеве, менаџмент, стратегију инвестирања и портфолио структуру. Инвестиционе компаније су као институција одвојене од инвестиционог фонда чије функционисање оперативно сервисирају. Целокупна имовина инвестиционог фонда је у власништву чланова инвестиционог фонда и подељена је на једнаке делова односно инвестиционе јединице. Ово значи да свака акција инвестиционе компаније представља сразмерно учешће у портфолију хартија од вредности под њеном управом. Управљање портфолиом инвестициона компанија спроводи у име и у најбоље, интересу њених акционара. Остварени приход на основу хартија од вредности дели се акционарима, сразмерно њиховом учешћу, умањени за износ вредности провизије на име портфолио менаџмент услуге. Основне предности инвестиционих фондова:

- Доступност и лакоћа куповине акција инвестиционим фондовима
- Аутоматско реинвестирање
- Аутоматско повлачење средстава
- Аутоматски инвестициони план
- Пенzioni рачуни као саставни део понуде
- Омогућен приступ на међународно тржиште
- Висок степен ликвидности и могућности брзог повраћаја средстава
- Принципи пословања фондова су прецизно и јасно дефинисани.

2.1. Основни ризици улагања у инвестиционе фондове

- Накнаде – инвестори су обавезни за друштву за управљање плаћају накнаде за управљање фондом без обзира који је његов утицај, то знаци да се та вредност смањује уколико инвестициони фонд има губитак

- Недостатак контроле – инвеститори не знају у сваком моменту шта тачно садржи портфолио фонда и нису у могућности да утичу на инвестиционе одлуке које доноси друштво за управљање

Сви ризици се могу поделити у две групе и то:

- 1) Ризици на које друштво за управљање инвестиционим фондовима може да утиче
- 2) Ризици на које друштво за управљање инвестиционим фондовима не може самостално да утиче

2.2. Врсте инвестиционих фондова у Србији и свету

У свету врсте инвестиционих фондова најчешће можемо поделити на:

- Отворени инвестициони фондови
- Затворени инвестициони фондови
- Интервални затворени инвестициони фондови (креирају се приликом преласка из затвореног у отворени фонд)
- Фондови некретнина
- Хеџ фондови
- Приватни фондови¹

¹ Шошкић, Д., Живковић, Б.: „Финансијска тржишта и институције”, Центар за издавачку

У Србији, наш закон препознаје

- отворене,
- затворене и
- приватне инвестиционе фондове.

Отворене и затворене инвестиционе фондове регулише Закон о инвестиционим фондовима, а насупрот њих су приватни инвестициони фондови који су организовани као друштва са ограниченом одговорношћу и послују по одредбама Закона о привредним друштвима.

2.3. Историјат инвестиционих фондова у Србији

У Србији инвестициони фондови представљају релативно нову инвестициону могућност доступну последњих десетак година. До септембра 2008. је већина фондова бележила значајан раст, већи од било ког уобичајеног улагања, што је утицало на брз раст вредности фондова. Потом су се појавили први знаци кризе и њихов спорији развој.

Значајан потенцијал и могућност за зараду и развој инвестиционих фондова, међутим, и даље постоји, нарочито ако се има у виду да грађани на штедним рачунима у банкама имају 54,5 милијарди динара и 9,7 милијарди евра и да штедња у Србији има тренд раста.

У Србији у 2019. послује шест друштава за управљање инвестиционим фондовима, односно 20 отворених инвестиционих фондова који нуде различит очекивани принос, а који зависи од ризичности финансијских инструмената у које се улаже, а то је за сваки фонд унапред дефинисано и записано у проспекту.

Табела 1: *Списак регистрованих друштава за управљање инвестиционим фондовима*

Регистровани званични назив друштва	Датум добијања дозволе за рад
FIMA INVEST A.D. BEOGRAD	21.03.2007
ILIRIKA DZU A.D. BEOGRAD	20.09.2007
INTESA INVEST AD BEOGRAD	02.02.2018.
KOMBANK INVEST A.D. BEOGRAD	31.01.2008.
RAIFFEISEN INVEST A.D. BEOGRAD	31.05.2007
WVP FUND MANAGEMENT A.D. BEOGRAD	07.07.2017.

3. ПРИНЦИПИ ФУНКЦИОНИСАЊА ИНВЕСТИЦИОНИХ ФОНДОВА

Да би на најбољи начин објаснили систем функционисања инвестиционих фондова у Републици Србији морамо утврдити основне појмове дефинисане Законом о инвестиционим фондовима:

- 1) **друштво за управљање** - привредно друштво чија је основна делатност управљање инвестиционим фондом, у складу са законом
- 2) **инвестициони фонд** - институција колективног инвестирања у оквиру које се прикупљају и улажу

делатност економског факултета у Београду, Београд, 2006., стр. 264.

новчана средства у различите врсте имовине са циљем остварења прихода и смањења ризика улагања

3) **кастоди банка** - банка која води рачун инвестиционог фонда и обавља друге кастоди услуге за рачун инвестиционог фонда, а у погледу средстава инвестиционог фонда поступа само по налозима друштва за управљање који су у складу са законом и проспектом инвестиционог фонда

4) **члан, односно акционар инвестиционог фонда** - физичко или правно лице на чије име су регистроване инвестиционе јединице, односно акције инвестиционог фонда

5) **инвестициона јединица** - сразмерни обрачунски удео у укупној нето имовини инвестиционог фонда

6) **квалификовано учешће** - посредно или непосредно учешће у друштву за управљање које представља најмање 10% капитала, односно гласачких права или које омогућава остварење значајног утицаја на управљање друштвом за управљање у којем постоји такво учешће. За утврђивање гласачких права у смислу ове одредбе примењују се одредбе о значајним учешћима закона којим се уређује тржиште капитала

7) **проспект** - основни документ инвестиционог фонда који потенцијалним инвеститорима пружа потпуне и јасне информације за доношење одлуке о улагању

7а) **скраћени проспект** - кратак документ који садржи кључне информације за инвеститоре и које су, као такве, јасно назначене у скраћеном проспекту. Кључне информације за инвеститоре морају садржати одговарајуће информације о најважнијим карактеристикама фонда, као што су врсте улагања и могући ризици, а које омогућавају инвеститорима да донесу утемељену одлуку о предложеном улагању

8) **члан управе** је директор или члан надзорног одбора у смислу закона којим се уређују привредна друштва

9) **портфолио фонда** чини имовина у коју инвестициони фонд улаже у складу са одредбама овог закона.²

3.1. Накнаде и врсте трошкова инвестиционих фондова

Свако друштво за управљање је дужно да има правилник о тарифи и да наплаћује накнаде и трошкове за сваки фонд којим управља у складу са њим и проспектом.

Друштво за управљање може наплаћивати накнаду за куповину и накнаду за откуп инвестиционих јединица од чланова отвореног фонда.

Из имовине отвореног фонда могу се наплаћивати:

- 1) накнада друштву за управљање за управљање имовином фонда
 - 2) трошкови куповине и продаје хартија од вредности
 - 3) трошкови кастоди банке
 - 4) трошкови екстерне ревизије
 - 5) други трошкови у складу са актом Комисије
- Накнаде које се наплаћују од члана фонда:

1. накнада за куповину инвестиционих јединица („улазна накнада“ или **“front-end loads”**) – наплаћује се као проценат од улога инвеститора у фонд

2. накнада за откуп инвестиционих јединица („излазна накнада“, или **“back-end loads”**) наплаћује се када члан фонда жели да повуче („прода“) свој улог из фонда и да уновчи инвестиционе јединице које поседује. Код већине фондова је ова накнада 0, али код неких фондова се наплаћује.

4. КОМПАРАТИВНА АНАЛИЗА ИНВЕСТИЦИОНИХ ФОНДОВА У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ У 2019. ГОДИНИ

Табела 2: *Списак регистрованих инвестиционих фондова у Републици Србији у августу 2019*

Назив	Тип	Под тип	Друштво за управљање	Датум уписа у регистар	Кастоди банка
RAIFFEISEN EURO CASH	отворен	фонд очувања вредности имовине	RAIFFEISEN INVEST A.D. BEOGRAD	13.11.2012.	UNICREDIT BANK SRBIJA A.D. BEOGRAD
FIMA PROACTIVE	отворен	фонд раста вредности	FIMA INVEST A.D. BEOGRAD	04.05.2007.	KOMERCIJALNA BANKA A.D. BEOGRAD
ILIRIKA BALANCED	отворен	балансиран фонд	ILIRIKA DZU A.D. BEOGRAD	26.03.2009.	VOJVODANSKA BANKA A.D. NOVI SAD
INTESA INVEST COMFORT EURO	отворен	балансиран фонд	INTESA INVEST AD BEOGRAD	10.08.2018.	ERSTE BANK A.D. NOVI SAD
WVP BALANCED	отворен	балансиран фонд	WVP FUND MANAGEMENT A.D. BEOGRAD	19.10.2017.	VOJVODANSKA BANKA A.D. NOVI SAD
KOMBANK IN FOND	отворен	балансиран фонд	KOMBANK INVEST A.D. BEOGRAD	27.05.2008.	VOJVODANSKA BANKA A.D. NOVI SAD
RAIFFEISEN WORLD	отворен	балансиран фонд	RAIFFEISEN INVEST A.D. BEOGRAD	05.08.2010.	UNICREDIT BANK SRBIJA A.D. BEOGRAD
ILIRIKA CASH EURO	отворен	фонд очувања вредности имовине	ILIRIKA DZU A.D. BEOGRAD	07.04.2011.	VOJVODANSKA BANKA A.D. NOVI SAD
RAIFFEISEN CASH	отворен	фонд очувања вредности имовине	RAIFFEISEN INVEST A.D. BEOGRAD	04.03.2010.	UNICREDIT BANK SRBIJA A.D. BEOGRAD
ILIRIKA CASH DINAR	отворен	фонд очувања вредности имовине	ILIRIKA DZU A.D. BEOGRAD	20.11.2009.	VOJVODANSKA BANKA A.D. NOVI SAD
INTESA INVEST CASH DINAR	отворен	фонд очувања вредности имовине	INTESA INVEST AD BEOGRAD	05.10.2018.	ERSTE BANK A.D. NOVI SAD
KOMBANK DEVIZNI FOND	отворен	фонд очувања вредности	KOMBANK INVEST A.D. BEOGRAD	12.12.2014.	VOJVODANSKA BANKA A.D. NOVI SAD
KOMBANK NOVČANI FOND	отворен	фонд очувања вредности	KOMBANK INVEST A.D. BEOGRAD	05.07.2013.	VOJVODANSKA BANKA A.D. NOVI SAD
WVP CASH	отворен	фонд очувања вредности имовине	WVP FUND MANAGEMENT A.D. BEOGRAD	19.10.2017.	VOJVODANSKA BANKA A.D. NOVI SAD
ILIRIKA DYNAMIC	отворен	фонд раста вредности имовине	ILIRIKA DZU A.D. BEOGRAD	29.01.2009.	KOMERCIJALNA BANKA A.D. BEOGRAD
TRIUMPH	отворен	фонд раста вредности имовине	ILIRIKA DZU A.D. BEOGRAD	21.02.2008.	VOJVODANSKA BANKA A.D. NOVI SAD
WVP DYNAMIC	отворен	фонд раста вредности имовине	WVP FUND MANAGEMENT A.D. BEOGRAD	19.10.2017.	VOJVODANSKA BANKA A.D. NOVI SAD
WVP PREMIUM	отворен	фонд раста вредности имовине	WVP FUND MANAGEMENT A.D. BEOGRAD	19.10.2017.	VOJVODANSKA BANKA A.D. NOVI SAD

²Закон о инвестиционим фондовима, члан 2, 2006. година.

Просечна стопа раста вредности инвестиционих јединица била 7,53% у предходних 5 година, односно

чак 4% у првих 6 месеци 2019. године. Ако при томе узмемо у обзир да и просечна вредност имовине ових фондова је порасла за невероватних 378,49% тј чак

47,06% у првих шест месеци 2019. године. Све ово јасно указује да је инвестирање у инвестиционе фондове у Србији кренуло изузетно брзо да се развија и да је један од показатеља раста улагања и укључивања Интеза банке преко свог друштва за управљање на тржиште инвестиционих фондова. Фондови који се базирају на депозитима и државним хартијама од вредностима Републике Србије, они који су највише донели, али без обзира, треба узети у разматрање и улагање у фондове на дуже периоде. Фондови засновани на домаћим акцијама и депозитима у динарима (нпр Kombank novčani fond) су остварили добре приносе приносе, али то је више везано за релативну стабилност нашег тржишта и валуте динара у претходном периоду.

Табела 2: Упоредни приказ трошкова и накнада инвестиционих фондова и друштава за управљање инвестиционим фондовима у Републици Србији

Друштво за управљање	Улазна накнада	Излазна накнада	Управљачка накнада (годишња)
ILIRIKA DZU A.D. BEOGRAD	0,00 -1,00%	0,00 - 1,00%	1.5%
ILIRIKA DZU A.D. BEOGRAD	0,00 -1,00%	0,00 - 1,00%	0.3%
ILIRIKA DZU A.D. BEOGRAD	0,00 -1,00%	0	1%
ILIRIKA DZU A.D. BEOGRAD	2,5% - 4,5%	0	3.65%
ILIRIKA DZU A.D. BEOGRAD	0	0,00 - 1,00%	2.50%
INTESA INVEST AD BEOGRAD	0	0,00 - 1,00%	1%
INTESA INVEST AD BEOGRAD	0	0	0.80%
KOMBANK INVEST A.D. BEOGRAD	0.0%-2.5%	0.0%-1.0%	3.00%
KOMBANK INVEST A.D. BEOGRAD	0	0	0.50%
KOMBANK INVEST A.D. BEOGRAD	0	0	1%
RAIFFEISEN INVEST A.D. BEOGRAD	0-1%	0-1%	1%
RAIFFEISEN INVEST A.D. BEOGRAD	0	0-3%	2%
RAIFFEISEN INVEST A.D. BEOGRAD	0	0	1%
WVP FUND MANAGEMENT A.D. BEOGRAD	0	0	1%
WVP FUND MANAGEMENT A.D. BEOGRAD	0.7-3.5%	0	1.50%
WVP FUND MANAGEMENT A.D. BEOGRAD	1-5%	0	2%
WVP FUND MANAGEMENT A.D. BEOGRAD	1-5%	0	2%

5. ЗАКЉУЧАК

Гледајући целокупно тржиште инвестиционих фондова, без сумње се може закључити да је оно у узлазној путањи, али мали број регистрованих инвестиционих фондова указује ипак на одређену уздржаност инвеститора за отварање нових друштава за управљање и нових инвестиционих фондова. Иако нису загарантовани приноси, ако узмемо у обзир да камате на штедњу у банкама иду силазном путањом, можемо са сигурношћу очекивати даљи раст поверења у овај вид улагања пре свега и због брзине доступности средстава поготово код „новчаних“ фондова који имају и ниже накнаде и трошкове.

Такође је битно напоменути, да тренутно осигуравајуће куће преко програма животног осигурања, немају у понуди програме који су везани за инвестиционе фондове са изузетком WIENER STADTISCHE која има програм Мој активни капитал који је везан претежно за WVP фондове који су још увек релативно млади. Ипак, треба имати у виду да и тржиште осигурања још увек није довољно развијено у смислу процента животно осигураних лица у Републици Србији, те самим тим, растом ове гране, можемо очекивати и пораст улагања и отварање нових друштава за управљање и нових инвестиционих фондова, јер ће се у неком моменту вероватно и осигуравајуће куће укључити у ово тржиште, као што је случај и у свету.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Анђелић Г.: „Инвестирање”, Монографија, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2006.
- [2] Анђелић Г., Ђаковић, В.: „Основе инвестиционог менаџмента”, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2010.
- [3] Ханић, Х.: „О приватизацији банака у Србији”, Београд, 2005.
- [4] Марић, Б.: „Управљање инвестицијама”, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2010.
- [5] Неранчић Б., Перовић В.: Управљачко рачуноводство, Факултет техничких наука, 2013.
- [6] Перовић В., Неранчић Б.: Пословне финансије, Факултет техничких наука, 2010.
- [7] Ристић Ж.: „Тржиште капитала – теорија и пракса“, Цигоја, 1990. година, Београд
- [8] Шошкић, Д., Живковић, Б.: „Финансијска тржишта и институције”, Центар за издавачку делатност економског факултета у Београду, Београд, 2006.

Кратка биографија:

Ивана Сабо, рођена 12.07.1985. у Новом Саду, одбранила је мастер рад из области инжењерског менаџмента, 2019. године.

**UPOTREBA TEHNOLOGIJE VIRTUELNE I PROŠIRENE STVARNOSTI U
MARKETINGU****THE USAGE OF VR AND AR TECHNOLOGY IN MARKETING**Ksenija Mitrović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – INŽENJERSKI MENADŽMENT**

Kratak sadržaj – Cilj ovog istraživanja podrazumeva ispitivanje nivoa i uspešnosti upotrebe virtuelne i proširene stvarnosti u sklopu marketinških aktivnosti. U okviru teme dat je osvrt na izazove i prihvatanje virtuelnih rešenja od strane potrošača. Na primeru brenda Ikea prikazana su tri sučaja primene VR-a i AR-a i opisani njihovi ciljevi i efekti. Istraživanje dobija na značaju u periodu kada Industrija 4.0 unosi revolucionarne promene na poslovnim polju i kada se kompanije susreću sa transformacijom u svoj digitalni oblik.

Ključne reči: *Virtuelna stvarnost, Proširena stvarnost, Marketing*

Abstract – The aim of this research is to examine the level and success of the usage of virtual and augmented reality in the context of marketing activities. Within the subject, challenges and consumer's acceptance of this emerging technology and its virtual solutions are given also. Brand Ikea is used as an example with three different cases of the usage of VR and AR, explaining their goals and effects. Research is relevant during a time when Industry 4.0 is revolutionizing the business field and companies are transforming into their digital form.

Keywords: *Virtual Reality, Augmented Reality, Marketing*

1. UVOD

Sa napretkom tehnologije i novim rešenjima svet je sve bliži situaciji u kojoj se ne razlikuje digitalno okruženje od realnog. Ovakve promene redefinišu savremene uslove poslovanja tako da se kompanije suočavaju sa izazovima prihvatanja digitalne transformacije i uvođenja iste u svoju strategiju. Jedan potpuno novi sloj poslovnog okruženja koji nastaje daje velike mogućnosti marketinškoj funkciji, ali i poslovanju u celini. Kako bi se te mogućnosti iskoristile potreban je strategijski pristup digitalnim inovacijama i digitalnom razvoju, i unutar kompanije i u okruženju.

Marketing posmatra digitalne tehnologije kao priliku da usvajanjem inovacija ponudi novu vrednost potrošačima i nove oblike komunikacije i interakcije. S obzirom na značaj marketing iskustva koji danas postaje fokus marketinških napora, VR i AR se pokazuju kao adekvatno rešenje da se jedinstveno iskustvo iznese.

Upotreba virtuelne i proširene stvarnosti prikazana je kroz tri primera: aplikacija sa ugrađenom proširenim stvarnošću *IKEA Place*, aplikacija za uvođenje u virtuelnu stvarnost *IKEA VR Kitchen Experience* i *IKEA Virtual Experience* doživljaj prikazan na otvaranju jednog objekta.

U rezultatu sve viših očekivanja kupaca korišćenje novih tehnologija generisanjem veštačkog okruženja u koje se kupac uvodi postaje adekvatan odgovor na promene uzrokovane Industrijom 4.0 nudeći kako hedonističku, tako i utilitarističku vrednost.

**2. DIGITALNE TEHNOLOGIJE ZA DIGITALNE
POTROŠAČE**

Savremeno poslovno okruženje karakterišu povezanost, brzina i neopipljivost. U takav sklop odlika uklapa se digitalna transformacija i nove tehnologije koje je pokreću, a posebno VR i AR. Digitalna transformacija podrazumeva unapređenje ili reorganizaciju procesa korišćenjem svih raspoloživih digitalnih alata i tehnologija [1]. Industrijski procesi više ne mogu da dopuste sebi da se zasnivaju na zastarelim i zatvorenim sistemima. Korisnici očekuju drugačiju komunikaciju sa kompanijama, zasnovanu na modernim osnovama.

Marketing u digitalnim tehnologijama vidi dobru šansu i alat da unese novine u svoje aktivnosti i način poslovanja. One unapređuju performanse, dovode do rasta prodaje i produktivnosti, do inovacija pri stvaranju vrednosti za potrošače i uvode nove oblike komunikacije i intekcije sa kupcima. Nije lako udovoljiti novim onlajn kupcima koji imaju moć da neprestano redefinišu iskustvo kupovine koje žele da imaju. Naročito ne danas, u svetu koji je konstantno „uključen“, koji zahteva digitalni sadržaj, digitalne opcije i dostupnost tokom 24 časa.

Kao odgovor na uslove nametnute novom generacijom kupaca koji su odrasli uz digitalnu tehnologiju, u svet digitalne prodaje i marketinga uvode se novi alati, a uspešnu primenu ostvaruju i virtuelna i proširena stvarnost.

Zahvaljujući usvajanju pametnih telefona i ekspanziji interneta, javlja se uzbudljiva prilika za marketing stručnjake koji primenom tehnologije VR i AR pokušavaju da ožive etikete, izloge, kataloge na potpuno nov način i tako dođu do novih kupaca, posebno digitalnih, na koje tradicionalne marketinške aktivnosti više ne deluju.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Đorđe Čelić.

2.2. Ekonomija iskustva

Brendovi se danas suočavaju sa izazovom da kreiraju uspešnu promociju bez nužnog fokusiranja na promociju proizvoda ili usluge. Stalno izlaganje različitim porukama menja izgled strategija kampanje koja se okreće isticanjem iskustva, a ne proizvoda. Iskustvo se smatra ključnim elementom za stvaranje vrednosti u kompanijama. Iako nije novi fenomen, novijeg je datuma posmatranje njegovog koncepta kao poslovne prilike. Pojam ekonomija iskustva prvobitno je predstavljen u analizi društvenih slojeva koju je sastavio *Schulze* i u knjizi *The Experience Economy* koju su napisali *Pine* i *Gilmore* [2].

Ljudi postaju imuni na poruke koje im upućuju brendovi. Način da se dođe do kupaca danas ide preko iskustva. „Iskustvo je marketing“ postaje osnovna vodilja za kreiranje tražnje i stvaranje lojalnosti [3]. Potencijalni kupci uvode se u personalizovane prezentacije koje koriste nove tehnologije poput VR-a i AR-a kako bi demonstrirali primenu različitih proizvoda. Samo iskustvo shvaćeno kao lično relevantno i koje sadrži elemente novosti, iznenađenja i angažmana biće korisno za potrošače [4]. Oni očekuju da se zabave, edukuju i budu uključeni. Bilo da je rezultat podsticanje na razmišljanje ili sama kupovina, uspeh koji se postiže iskustvenim marketingom je značajan.

2.2. Koncept i značaj virtuelne i proširene stvarnosti

Poslovno okruženje kakvo postoji danas nameće uslove u kojima su interakcije posredovane i sve više vođene tehnologijama. Retki su poslovi koji ne sadrže elemente virtuelnog. Uzbudljiva nova tehnologija koja obećava transformaciju načina na koji ostvarujemo interakciju sa svetom sve se više usvaja i primenjuje. Virtuelna stvarnost transportuje čoveka na drugo mesto, u potpuno novo okruženje i to tako da on oseća da je stvarno prisutan i uroni u iskustvo drugačije realnosti. Čovek spoznaje svet oko sebe uz pomoć čula i sistema percepcije. Osnovna ideja je da se prevari sistem percepcije tako što se realni nadražaji koje primaju čula zamenjuju veštački generisanim nadražajima [5]. Uz pomoć računarskih sistema realno okruženje se modifikuje i pruža mogućnost interakcije i nekog vida istraživanja stvarajući tako virtuelnu stvarnost. Iako je prvobitno namenu našla u industriji igara, VR tehnologija je svojim razvojem ušla u brojne industrije u različitim kapacitetima.

AR podrazumeva stvaran svet koji je proširen kompjuterski generisanim podacima i objektima. Ova tehnologija dostavlja digitalne transformacije širom sveta olakšava kompleksnim poslovnim sistemima da bolje funkcionišu. Uz pomoć odgovarajućih uređaja i algoritama u prostor se dodaje nešto što ne postoji. Tako se javlja kombinacija realnog i virtuelnog sveta.

Proširenu stvarnost karakterišu jednostavnost, interaktivnost i atraktivan pristup. Nudi interaktivno iskustvo nadogradnjom realnog okruženja korisnika. AR aplikacije kreću se od onih jednostavnih kao što su tekstualna obaveštenja, do složenih poput uputstava pri izvođenju hirurškog zahvata.

Neke od prednosti AR-a prepoznate su od strane različitih kompanija [6]:

- Povećanje znanja i informacija;
 - Međusobna razmena iskustva u realnom vremenu na velikim daljinama;
 - Pojačano iskustvo stvarnosti atraktivno za korisnika.
- Navedene prednosti korišćene su i u marketingu što će biti prikazano na primeru brenda *Ikea*.

3. UPOTREBA VIRTUELNE I PROŠIRENE STVARNOSTI U MARKETINGU

Virtuelna i proširena stvarnost imaju stvarne i jake efekte na ljude i brendovi moraju da razmatraju njihovu primenu u okviru svojih kampanja. Tako je korisnicima omogućeno da vizualizuju i iskuse proizvode i usluge pre same kupovine. Onlajn kupovina postala je uobičajena i zaživela je pre nekoliko godina. Ograničenja poput nepoverenja su prevaziđena, ali neki i dalje biraju odlazak u prodavnicu jer su pristalice probavanja i detaljnog pregleda komada koji kupuju. AR i VR kombinuju praktičnost kupovine na mreži sa poverenjem koje daje vizuelizacija i mogućnost isprobavanja, kao da je potrošač posetio objekat.

Tako oni mogu da odaberu pravu nijansu, planiraju sledeću turističku destinaciju i pronađu odgovarajuću veličinu odevnih predmeta. Taj dodatni nivo poverenja pre kupovine koji pokazuje odabrane stvari na čoveku postaje koristan kako za njega tako i za oglašivače. Na primeru brenda *Ikea* biće prikazana uspešna upotreba VR-a i AR-a u marketinške svrhe kroz 3 primera.

3.1. IKEA Place aplikacija

IKEA place projekat zamišljen je tako da obezbedi benefite i potrošačima i kompaniji. Kreiranjem ovakvih inovativnih rešenja *Ikea* daje do znanja svojim kupcima da brine o njima i da radi na unapređenju njihove satisfakcije. Sve to dovodi do čvršće veze i lojalnosti koji se mogu posmatrati kao dugoročni cilj gotovo svakog marketinškog napora. Kada je u pitanju konkretno AR aplikacija koju je osmislila *Ikea*, polazilo se od pružanja podrške kupcima i utilitaristički aspekt imao je primat. Neki od ciljeva obuhvatali su:

- Eliminisanje grešaka pri kupovini;
- Osiguravanje rešenja koja su najprikladnija za individualne potrebe potrošača;
- Pružanje prijatnog i zabavnog iskustva pri rešavanju praktičnih problema;
- Podizanje svesti o brendu kao inovativnom i da mu je stalo do svojih kupaca.



Slika 1: *IKEA Place* aplikacija [7]

IKEA place aplikacija (slika 1) predstavljena je publici u septembru 2017. godine kada je švedska kompanija za nameštaj primenom proširene stvarnosti omogućila kupcima da lakše zamisle nameštaj u svom domu, kafiću ili kancelariji. Dimenzije su precizne, a 3D prikaz verno oslikava kako će se predmet ukopiti u prostor. Kupcima je teško da zamisle kako će se komad nameštaja prevesti iz izloga u realan prostor. Dimenzije i raspored često su problematični, s obzirom da je maloprodajni prostor takav da se predmeti čine manji nego što zapravo jesu.

Udruživanjem korisnog i zabavnog aspekta omogućene su različite prednosti:

1. Rast poverenja usled virtuelnog probanja pre kupovine
2. Pružanje edukativnog iskustva
3. Pružanje privlačnog iskustva
4. Minimiziranje povrata proizvoda
5. Rast angažovanosti kupaca

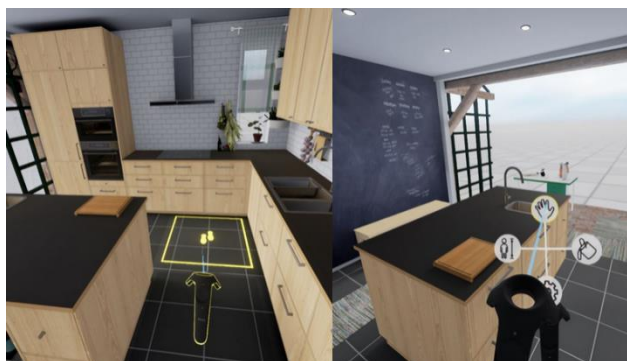
Aplikacija je prvobitno bila dostupna korisnicima iOS-a, a nekoliko meseci kasnije i korisnici Androida su mogli da je koriste. Ocene na platformama za preuzimanje se razlikuju, ali ukupan efekat je pozitivan. Korisnicima je aplikacija dala mogućnost da reše praktične problem prilikom donošenja odluke o kupovini, a pored toga ocenjuju je kao zabavnu.

3.2. IKEA VR Kitchen Experience

Preuzimanjem aplikacije sa platforme *Steam* i pokretanjem uz pomoću *HTC Vive-a*, potrošači mogu da istražuju kuhinje ovog brenda u virtuelnom okruženju. Pored kretanja kroz nju, mogu da se obavljaju jednostavni zadaci kako bi se došlo do idealne kuhinje (slika 2).

Jednostavnim klikom menja se boja ormara ili fioke, oni mogu da se otvaraju i pregledaju iz različitih perspektiva: sa 100 cm, korisnikove visine i 195 cm [8]. Cilj ovakvog poduhvata je kreiranje zabavnog iskustva primenom tehnologije virtuelne stvarnosti. Aplikacija je usmerena na rekreaciju, relaksaciju i igru pre nego na funkcionalan aspekt.

Korišćenje VR tehnologije u marketinške svrhe može biti veoma skupo ukoliko se kreira za malu publiku. Međutim, Ikea je postavila okvir i postala prepoznatljiva po uvođenju novih tehnologija kako bi se unapredilo potrošačko iskustvo. Svaka aplikacija, igra, može ponovo da se koristi, a nošenje VR opreme postaje deo Ikeinog identiteta.



Slika 2: *IKEA VR Kitchen Experience* [9]

Potrošači su kroz ovaj projekat dobili značajniju ulogu: oni doprinose kreiranju i razvoju novih proizvoda i kombinacija kroz povratne informacije koje ostavljaju tokom svog VR iskustva.

VR Kitchen Experience deluje kao komunikacijski proces između kupaca i brenda i povezuje ih smanjujući jaz između njih. VR iskustvo navodi korisnike da vizualizuju različite kombinacije i budi njihovu kreativnost. Ovakav vid aplikacije pružanovi emocionalan doživljaj proizvoda i revolucionira način na koji se kupci uključuju u uređenje enterijera.

Predstavljanje novih stvari može da bude prilično rizično za kompanije. Upuštanje u iskustvo virtuelne stvarnosti nije probalo puno ljudi. Aplikacija koja odvodi korisnike u virtuelnu kuhinju može da naiđe na izazove prilikom promovisanja iskustva i stvaranje zainteresovanosti kod ljudi koji ne prihvataju novine i nisu skloni probanju novih stvari.

To se prvenstveno odnosi na starije generacije koje nisu tehnološki osvešćene. Postoje ljudi koji odbijaju da drže korak sa tehnološkim napretkom i da mu se prilagode. Tako deo potencijalnih korisnika možda nema uređaj na kom bi pokrenuo aplikaciju ili mu nedostaje tehnička pismenost.

Ukoliko aplikacija nije dostupna na više jezika i to može da bude značajna prepreka. „Tehnološka anksioznost“ nije izražena kod mlađih generacija koje su voljne da probaju i prihvate nove tehnologije. Međutim ona je izražena kod starijih ljudi koji imaju osećaj nelagodnosti kada se susretnu sa tehnološkim rešenjima pred sobom i nisu sklone njihovom korišćenju.

Često se zahteva obuka prodajnih saradnika kako bi mogli da budu podrška korisnika pri isprobavanju novog iskustva. Nizak nivo stručnosti i posvećenosti zaposlenih kada je tehnologija u pitanju dodatno otežava ovu okolnost.

Potrebno je imati u vidu i mogućnost povrede, pada, gubitka ravnoteže. Ukoliko je iskustvo imerzivno, korisnik je potpuno izuzet od spoljnog sveta i može da izgubi osećaj za prostor.

3.3. IKEA Virtual Experience – Otvaranje objekta u Dalasu

Primena VR tehnologije imala je za cilj da upotpuni događaj kao što je otvaranje novog objekta. Posetiocima je pruženo neponovljivo iskustvo kako bi ih vratilo ponovo u prodavnicu i skrenulo njihovu pažnju na brend. Marketing stručnjaci osmislili su nekoliko imerzivnih doživljaja kako bi uspeali da pomoću kreiranih igara i demonstracija edukuju posetioce o održivosti i dizajnu svojih proizvoda, novoj grupi potencijalnih kupaca približe priču i vrednosti brenda.

Takođe, omogućeno je upoznavanje sa jedinstvenom imerzivnom instalacijom koja će Ikeu pozicionirati kao brend kom inovacije nisu strane, a cilj je bio i da se privuče veći broj posetilaca na otvaranje objekta.



Slika 3: VR igra Pillow toss [10]

Razvojem iskustva virtualne stvarnosti na HTC Vive-u korisnici su uvedeni mikro iskustva: "pillow toss" (slika 3) igru gde su imali zadatak da ubace što veći broj jastuka na zadato mesto, u šumu od bambusa ispunjenu pandama kako bi naučili nešto više o materijalu od kog se izrađuju lampe. Vođeni su i u svemir da bi im se pokazalo kako mogu da prilagode jedinice za odlaganje tako da imaju više prostora. VR iskustvo koje je kompanije predstavila povodom otvaranja objekta namenjen je onima koji nemaju uslove za primenu VR-a u svojim domovima.

Uz obezbeđenu opremu doživljaj je prezentovan onima koji vole odlazak u kupovinu ili je smatraju rutinom. Za ljude koji nisu okrenuti elektronskoj trgovini kreirano je digitalno iskustvo i sadržaj koji zabavlja, edukuje i relaksira tokom kupovine koja može biti stresna.

Ikea koristi virtualnu stvarnost kako bi bolje istražila i zadovoljila potrebe svojih potrošača u digitalnom dobu. Za razliku od praktičnosti koju obezbeđuju AR rešenja, ovo je usmereno na zabavu i edukaciju. Nove tehnologije u ovom slučaju imaju zadatak da povežu realno i digitalno okruženje i pruže uzbudljivu aktivnost za angažovanje posetilaca u novom objektu.

Kupcu je data kontrola i izbegnut je autoritativni pristup gde kupci samo slušaju i gledaju. Kroz imerziju i interakciju efekat će biti jači jer dopire do kupca i ostaje u njegovoj memoriji.

Nedostupnost odgovarajuće opreme koju zahteva iskustvo virtualne stvarnosti ovde je savladano time što se oprema nalazi u objektu i na raspolaganju je svima. Tako ljudi koji nisu bili u mogućnosti da vide Ikein virtualni svet kod kuće, sada mogu to da učine u objektu.

4. ZAKLJUČAK

Efektna promocija bez nužnog isticanja proizvoda usmerava se na doživljaje koji nadražuju više ljudskih čula i više angažuje kupce. Virtualna i proširena stvarnost raširene su u mnogim oblastima i olakšavaju poslovne alii druge probleme, a marketing je prepoznao njihovu moć u pružanju navedenih iskustava.

Iako je izgrađen brend, poznat širom sveta, kvalitet i renome nisu dovoljan garant za održavanje konkurentske prednosti. Svet se menja brže nego ikad i u takvim uslovima kompanije ne samo da moraju biti svesne promena, one moraju da budu ispred njih. Ikea je usvojila nove načine povezivanja sa svojim kupcima i kroz nekoliko aplikacija, igara i virtuelnih rešenja pokazala uspešnu primenu VR-a i AR-a u marketingu.

5. LITERATURA

- [1] M. Wade, „Digital business transformation“, Global Center for Digital Business Transformation, 2015.
- [2] I. Vrhovski, „Ekonomija iskustva kao produkt kulturne globalizacije“, Praktični menadžment, pp. 51-56. 2012.
- [3] J. Pine, J. Gilmore, „The Experience is the Marketing“, BrownHerron Publishing, 2012.
- [4] S. Poulsson, S. Kale, „The Experience Economy and Commercial Experiences“, The Marketing Review, pp. 267-277, 2004.
- [5] R. Popović, D. Cvetković, D. Marković, „Multimedija“, Univerzitet Singidunum, 2010.
- [6] S. R. Chavan, „Augmented Reality vs. Virtual Reality: Differences and Similarities“, International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology, pp. 1947-1952, 2016.
- [7] <https://www.ikea.com/au/en/apps/IKEAPlace.html> (pristupljeno u septembru 2019.)
- [8] https://www.ikea.com/ms/en_US/this-is-ikea/ikea-highlights/Virtual-reality/index.html (pristupljeno u septembru 2019.)
- [9] <https://www.vrheads.com/i-visited-ikea-vr-and-it-blew-my-mind> (pristupljeno u septembru 2019.)
- [10] <https://www.adweek.com/digital/ikea-is-stepping-into-virtual-reality-by-creating-a-game-for-new-store-openings/> (pristupljeno u septembru 2019.)

Kratka biografija:



Ksenija Mitrović rođena je u Novom Sadu 1995. godine. Osnovne studije završila je na Ekonomskom fakultetu na smeru Marketing 2018. godine. Iste godine upisala je master studije na Fakultetu tehničkih nauka, smer Inženjerski menadžment.

NADZOR I UPRAVLJANJE AUTOMATIZOVANIM PROCESOM SA UDALJENE LOKACIJE POSREDSTVOM HTTP UPITA

MONITORING AND CONTROL OF AN AUTOMATED PROCES FROM REMOTE LOCATION THROUGH HTTP REQUEST AND RESPONSE

Anna Martinović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – AUTOMATIZACIJA PROCESA RADA

Kratak sadržaj – U ovom radu predstavljen je jedan praktičan primer integrisanja IoT platforma kao što su ThingSpeak i Blynk u SCADA sistemsko rešenje. Rezultat je predstavljen u vidu aplikacija pomoću kojih se upravlja parametrima nastave opreme Fakulteta Tehničkih Nauka, koja je u formi radnih stanica za distribuciju, testiranje, rukovanje materijalom i sortiranje.

Ključne reči: Industrija 4.0, SCADA, IoT

Abstract – This paper presents a practical example of IoT platform integration into SCADA system solutions. The result is presented in means of an application for controlling the parameters of a teaching equipment from the Faculty of Technical Sciences, which is in the form of workstations for distribution, testing, material handling and sorting

Keywords: Industry 4.0, SCADA, IoT

1. UVOD

Definisana kao četvrta industrijska revolucija, Industrija 4.0 postavila se kao vodeći koncept u modernim proizvodnim sistemima. U sebe je uključio prednosti tradicionalnih saznanja iz industrije sa najnovijim internet tehnologijama [1].

Pravi značaj razvoja industrijske proizvodnje leži u širenju potrebe masovne manufakture dobara sa visokom mogućnošću prilagođenja i personalizaciji proizvoda prema zahtevima krajnjih potrošača.

Uzrokovano od strane razvoja hardverskih i softverskih elemenata i novih naučnih saznanja u polju informaciono-komunikacionih tehnologija, koncepti kao što su autonomne i virtuelne proizvodne ćelije i mogućnost (potpunog) upravljanja u stvarnom vremenu, koji su dosad bili neostvarivi u realnim sistemima, sada se postavljaju kao dostižni i relevantni ciljevi.

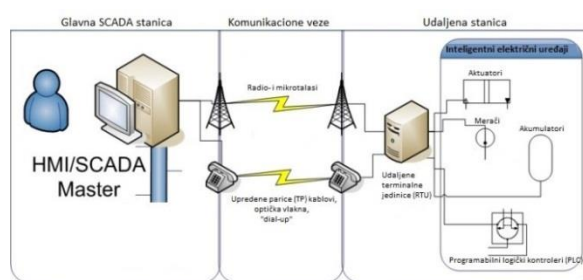
Glavni nosilac osobine upravljanja u realnom vremenu jeste komunikacija između uređaja računarskog sistema, čime se posrednim ili neposrednim putem upravlja posmatranim proizvodnim sistemom. Takvo umrežavanje se može postići pomoću akviziciono-upravljačkim

sistemom, odnosno primenom SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) sistema.

Osnovna ideja ovog rada jeste integrisanje SCADA sistema i nekih dostupnih IoT veb platforma sa opisom komunikacije između različitih sastavnih elemenata, pri čemu je oslonac stavljen na mogućnosti razmene podataka koristeći HTTP. Samim tim što se kao sredstvo razmene koristi internet, rezultat rada demonstrira implementaciju četvrte generacije SCADA sistema u jednom realnom sistemu. Pored opisanog koncepta rešenja u radu su date i teorijske osnove koje su služile kao podloga za njegovu krajnju realizaciju.

2. ULOGA I EVOLUCIJA SCADA SISTEMA

Osnovni cilj SCADA sistema jeste obezbeđenje efikasnog nadzora i upravljanja nad proizvoljnim fizičkim procesom, korišćenjem digitalnih računarskih komponenti. SCADA sistem obuhvata širok spektar opreme, podsistema i tehničkih rešenja koji omogućavaju prikupljanje i obradu podataka o realnim fizičkim procesima (industrijskim pre svega), i reagovanje na adekvatan način [2]. SCADA uključuje prikupljanje podataka pomoću udaljenih terminalnih jedinica (eng. Remote Terminal Unit, skraćeno RTU) i vraćajući nazad kontrolne podatke na lokalni, nivo uređaja (slika 1).



Slika 1. Tipičan izgled SCADA sistema sa glavnim komponentama [4]

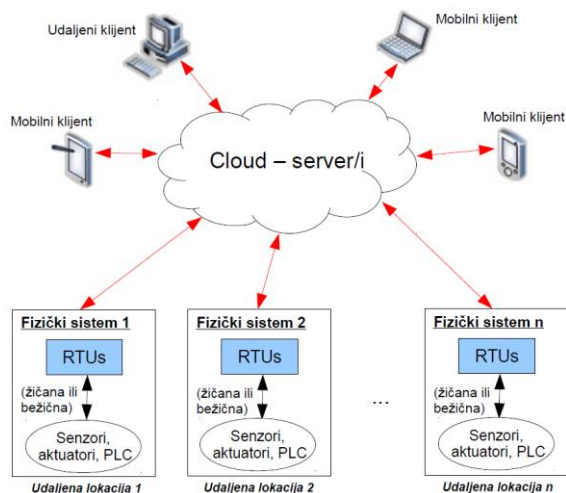
RTU se fizički realizuje kao električni uređaj koji se generalno bazira na mikroprocesorskom upravljanju [3] i koji je pogodan za korišćenje u industrijskim uslovima. Stalna akvizicija podataka se prikazuje u aplikacijama na kontrolnim stanicama, što pruža svojstvo operabilnosti sistemu. Funkcionalnost jednog ovakvog sistema najvećim delom zavisi od komunikacije između pripadajućih komponenti, putem koje se prenose podaci vezani za parametre koje se nadziru i kojima se upravlja u posmatranom fizičkom sistemu.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Laslo Tarjan.

Tok komunikacije kontrolisan je odgovarajućim protokolom, koji predstavljaju skup pravila i procedura čime se omogućava upravljanje interakcijom.

Pružanje šire geografske kompatibilnosti sa distribuiranom arhitekturom i ujedinjenim sistemom kontrole motivisao je nastanak, odnosno razvoj četvrte generacije SCADA sistema, koja je u sebe integrisala internet i HTTP kao i druge veb tehnologije [5] (slika 2.).



Slika 2. Arhitektura SCADA sistema u IoT-cloud okruženju

2. IoT PLATFORME

Internet stvari (IoT – Internet of Things) je novi koncept pametne automatizacije i nadgledanja uz pomoć Interneta kao medija komunikacije. “Stvari” se obično odnose na uređaje koji imaju jedinstvene identifikatore povezane sa Internetom za međusobnu razmenu informacija [6].

Takvi uređaji imaju senzore i/ili aktuatora koji se mogu koristiti za prikupljanje podataka o njihovim okruženjima, kao i za nadgledanje i kontrolisanje istih. Prikupljeni podaci mogu biti poslani na centralizovane servere ili oblak (cloud-server) radi čuvanja i obrade na daljinu. Ovim podacima se kasnije posredstvom Internet veze može pristupiti u bilo kom trenutku i sa bilo kog mesta.

Informaciona rešenja koja pružaju implementaciju pomenutog koncepta su tzv. IoT platforme. Ono što je karakteristično za njih su mogućnosti koje pružaju u smislu pogodnosti razmene, čuvanja i načina obrade serverskih podataka. Izgradnju softverske aplikacije, odnosno bezbednu integraciju između različitih softverskih komponenti omogućavaju API-jevi (eng. Application Programming Interfaces), koje čine setovi protokola i alata. Većina aplikacija IoT-a primenjuje koncept REST (Representational State Transfer) razmene podataka za koji se uglavnom koriste JSON ili XML preko HTTP-a [7].

REST podržava razmenu bez postojanja stanja (eng. stateless concept), što znači da ne postoji stalno otvorena konekcija i pošiljalac/primalac ne znaju šta se dešavalo u prethodnim zahtevima [7]. Tipično je da REST API-jevi koriste metode HTTP (koji je takođe stateless) specifikacija za obavljanje različitih aktivnosti, kao što su npr. POST, GET, PUT i DELETE [7].

2.1. ThingSpeak

je IoT platforma, koja koristi kanale za čuvanje podataka poslanih sa aplikacija ili uređaja. Podaci se mogu čitati sa privatnih ili javno dostupnih kanala pomoću HTTP poziva i REST API-ja [8]. Kreiranjem javnog kanala na platformi dobija se jedinstveni broj putem kojeg se može pristupiti svim, u njoj postojećim poljima i očitati vrednosti koje uključuje. Radi čuvanja i sigurnosti podataka, za upis vrednosti u polja, potrebno je imati API ključ, koji se sastoji iz niza karaktera: slova i brojeva.

Izdvajanje svih primljenih podataka sa predmetnih kanala i pojedinačnih tipova sa polja je moguća u obliku JSON, XML i CSV fajlova.

2.1.1. JSON

Izdvajanju pojedinačnih podataka, kao što je npr. vrednost trenutne temperature, možemo pristupiti koristeći karakteristike tzv. JSON formata. JSON (eng. JavaScript Object Notation) je format razmene podataka, koji je sa ljudske strane lako razumljiv za izvršavanje aktivnosti poput čitanja i pisanja, dok mašine lako raščlanjuju i generišu [9]. On je tekstualni format koji je potpuno nezavisan od jezika, ali koristi konvencije poznatih programskih jezika, uključujući C, C ++, C #, Java, Python itd. Njegovu strukturu čini: Object (objekat), Value (vrednost) i Key (ključ) [10].

Dva osnovna dela koja čine JSON su ključevi i vrednosti, koji se pojavljuju u paru, pri čemu je ključ uvek tipa string, vrednost može biti string, broj, logički izraz, niz ili objekat. Parovi ključa i vrednosti slede određenu sintaksu, prema kojem nakon ključa sledi znak dvotačka nakon čega sledi pripadajuća vrednost.

Parovi ključ/vrednost nazivaju se još i Property. Za razliku od atributa, objekat je neuređeni skup parova ključa i vrednosti, koji se razdvajaju zarezima [9].

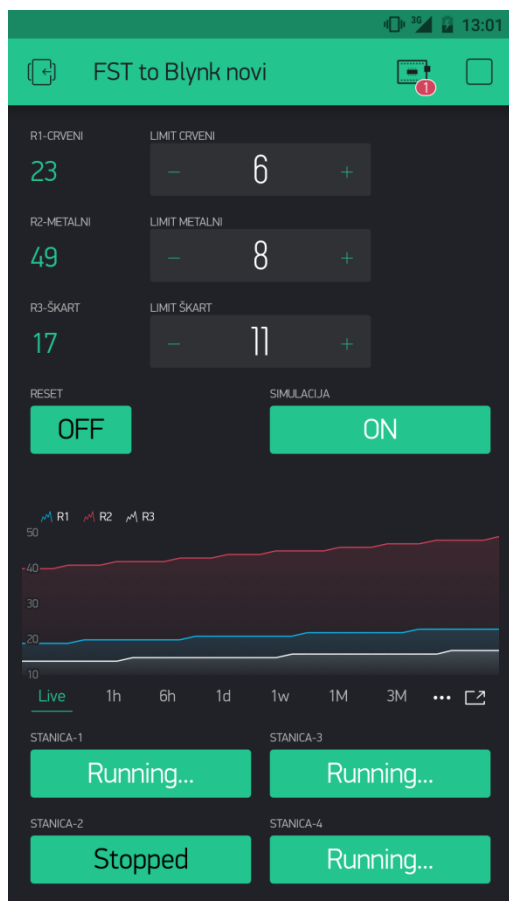
2.2. Blynk je IoT platforma, koja se može instalirati u vidu aplikacije na mobilne uređaje sa Android OS v.4.2+ i iOS v. 9+ [11]. Korišćenje aplikacije započinje se kreiranjem novog projekta (slika 4) i dodavanjem pametnog uređaja koja će učestvovati u interakciji. Nakon ovih podešavanja, generiše se tzv. token za autentikaciju putem kojeg se može pristupiti samom projektu, odnosno svim njegovim pinovima (promenljivama).

Blynk podržava HTTP RESTful API [12], što omogućava lako čitanje i upisivanje vrednosti u/iz pin-ova u Blynk aplikacijama i na hardveru. Svaki PUT zahtev će u isto vreme ažurirati stanje navedenog pin-a u aplikacijama i na hardveru.

Svaki GET zahtev vraća trenutno stanje/vrednost na datom pin-u u obliku JSON fajla, odnosno objekta (slika 3).

["6"]

Slika 3.- Blynk: izgled HTTP GET odgovora u vidu JSON objekta



Slika 4. Primer izgleda jednog projekta u Blynk aplikaciji

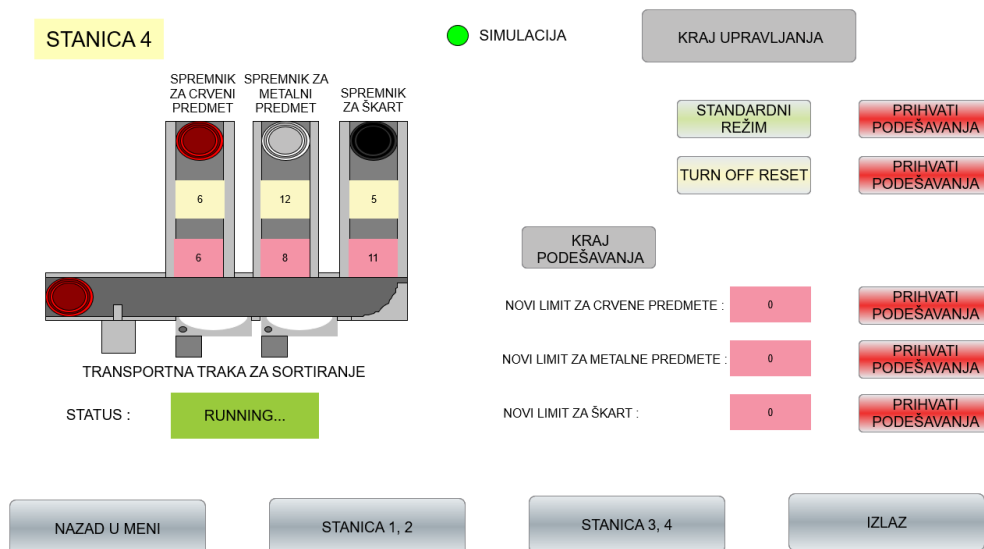
3. KONCEPT I IMPLEMENTACIJA REŠENJA

Za realizaciju rada, kao element za uključenje IoT tehnologije u implementaciju, koristile su se prethodno

pomenute platforme Blynk i ThingSpeak. Pored toga, sa SCADA softverskim paketom ZenOn verzija 8.00 i pripadajućim ZenOn Editorom i Runtime-om urađena je vizuelizacija i programsko određivanje rada dve aplikacije. Prva aplikacija (slika 5.) namenjena je za pokretanje u SCADA okruženju, koju čine računar (PC-1), sa jedne strane povezan sa radnim stanicama preko Ethernet-a, a sa druge sa Blynk serverom (lokalni ili cloud). U skladu sa funkcijom koju obavlja, PC-1 predstavlja RTU, koja sa udaljene lokacije prikuplja podatke i sa ostvarenom komunikacijom vrši sinhronizaciju podataka u realnom vremenu. Druga verzija realizacije funkcije RTU-a je moguća i bežično, putem odgovarajuće elektronike sa programiranim mikrokontrolerom ESP8266. Druga aplikacija (slika 5.) se nalazi na klijentskom računaru (PC-2), koja je preko interneta povezana sa Blynk i ThingSpeak serverom. Pored toga, postoji i mobilni klijent povezan sa Blynk serverom, koji takođe preko jedinstvene aplikacije (slika 5.) pokazuje trenutno stanje posmatranih parametara.

Fizički sistem, pored RTU-a, čine radne stanice na kojima se nalazi proizvoljan broj senzora i aktuatora, čije stanje u svakom trenutku određuju programabilni logički kontroleri proizvođača FESTO, tipa FEC-FC640. Softverski alat za programiranje navedenog kontrolera je FESTO FST verzija 4.02. Prema tome, služeći se alokacionom listom programa koji je učitao u dati kontroler mogu se očitati adrese lokacija svih posmatranih promenljivih potrebnih za vizuelizaciju.

Opis rada sistema radnih stanica je sledeći: na početku linije (stanica-1) nalazi se magacin predmeta rada, koju čine crveni, metalni i crni pakovi.



Slika 5. Prikaz dela u aplikacijama za kontrolu i nadgledanje izlaza iz sistema

Nakon izvlačenja cilindra jedan pak se dostavlja na mesto odakle ga uzima vakuum sisaljka zakretnog cilindra i prebacuje ga u prostor stanice-2, gde se na osnovu rada komparatora razdvajaju pristigli predmeti na one sa odgovarajućom visinom i na škart. U radno područje gde su ostavljeni ispravni predmeti dolazi pneumatska

hvataljka (stanica-3) koja uzima pak i premešta ga na pokretnu traku stanice-4. Pristigli predmeti rada se na kraju posmatrane linije na osnovu rada odgovarajućih senzora sortiraju u odgovarajući spremnik za crvene, metalne predmete i škart.

Podaci koji su uzeti za kreiranje SCADA aplikacije (PC-1) su broj pristiglih crvenih, metalnih i neispravnih predmeta u odgovarajućim spremnicima, koji se mogu resetovati u bilo kom trenutku preko reset dugmeta. Pored toga, moguće je podešavanje granica dozvoljenog broja (limita) predmeta rada, kao i promena režima rada u simulaciju (indikator stanja: zeleno). Stanje na stanicama je određeno statusnim oznakama RUNNING..., kada se nalazi u radu i STOPPED, kada je izvršavanje procesa obustavljeno (slika 5).

Na lokaciji udaljenog klijenta (PC-2) u SCADA aplikaciji su uključeni identični podaci (kao na PC-1) koji se ažuriraju u interakciji sa Blynk serverom. Razmena podataka sa ThingSpeak serverom sastoji iz slanja podataka o broju ispravnih i neispravnih predmeta rada, kao i čitanju vrednosti o temperaturi i vlažnosti vazduha iz polja javno dostupnog kanala, kojem se može pristupiti preko: <https://thingspeak.com/channels/522756>.

Komunikacija između ZenOn-a i IoT platformi (preko HTTP) je omogućena preko Copa Data Developer Tools Add-In Framework-a i u Editor projekat su uključena rešenja u vidu Project Service Extension ili Project Wizard Extension u zavisnosti od potrebnog načina izvršenja funkcije definisano programom. Programska rešenja su implementirana korišćenjem C# programskog jezika u *Microsoft Visual Studio 2015* razvojnom okruženju.

4. ZAKLJUČAK

Cilj diplomskog rada je bilo da se implementira i demonstrira na realnom sistemu mogućnost integracije SCADA sistema sa IoT tehnologijom. Ovo je i urađeno služeći se ZenOn v8.00 softverom i IoT platformama: ThingSpeak i Blynk, kao delova koji zauzimaju ključnu ulogu u arhitekturi stvaranja akviziciono-upravljačkih sistema u IoT (cloud) okruženju. Funkcija nadgledanja, kontrole i vizuelizacije je realizovana nad modulima od četiri radne stanice. Kao činilac od posebnog značaja je izdvojen i detaljnije obrađen završni proces, koji podrazumeva sortiranje. Razlog toga je što utvrđivanje izlaza iz nekog proizvodnog sistema predstavlja jednu od elemenata potrebnih za analizu kvaliteta postupaka promene stanja u procesu rada [13], koja se pritom pored ulaza i najlakše može iskazati.

Mogućnosti predstavljene mreže SCADA okruženja novije generacije za dalje razvijanje i primenu u oblastima života, rada i nauke su neograničene, s obzirom da je elemenat primene IoT-a je uveo fleksibilnost i nove mogućnosti u povezivanju različitih hardvera. Nove perspektive u korišćenju pruža i mogućnosti kombinacije sa različitim tehnologijama, između ostalog i sa LoRa tehnologijom, što dovodi do toga da se upravljanje u stvarnom vremenu raspostranjenim, mobilnim (i dinamičnim) sistemima (npr. pametnim gradovima) ne čini više nedostižnim.

5. LITERATURA

- [1] Rainer Schmidt, International Conference on Business Information Systems, Industry 4.0 - Potentials for Creating Smart Products: Empirical Research Results, 2015
- [2] Branislav Atlagić, Fakultet tehničkih nauka, Softver sa kritičnim odzivom, Novi Sad, 2015.
- [3] Gordon R. Clarke, Deon Reynders, Edwin Wright, Practical modern SCADA protocols: DNP3, 60870.5 and related systems Newnes, 2004
- [4] <https://www.electricaltechnology.org/2015/09/scada-systems-for-electrical-distribution.html> (pristupljeno u septembru 2019.)
- [5] Abbas, H. A. (2014). Future SCADA challenges and the promising solution: the agent-based SCADA. International Journal of Critical Infrastructures,
- [6] Dogan Ibrahim, Internet of Things - An Introduction with PIC Microcontrollers, Netherlands, 2015.
- [7] <https://www.restapitutorial.com/lessons/whatisrest.html> (pristupljeno u septembru 2019.)
- [8] <https://www.mathworks.com/help/thingspeak/rest-api.html> (pristupljeno u septembru 2019.)
- [9] <https://www.json.org/> (pristupljeno u septembru 2019.)
- [10] <https://developers.squarespace.com/what-is-json> (pristupljeno u septembru 2019.)
- [11] <https://blynk.io/en/getting-started> (pristupljeno u septembru 2019.)
- [12] <https://blynkapi.docs.apiary.io/#reference/0/write-pin-value-via-get/write-pin-value-via-get> (pristupljeno u septembru 2019.)
- [13] D. Zelenović, Fakultet Tehičkih Nauka, Upravljanje proizvodnim sistemima, Novi Sad, 2004.

Kratka biografija:

Anna Martinović rođena je u Novom Sadu 1995. god. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Industrijsko inženjerstvo – Proizvodni sistemi, organizacija i menadžment odbranila je 2018.god.
kontakt: martinovican@gmail.com

ANALIZA POSLOVNIH POKAZATELJA U PREDUZEĆU „NIS NAFTAGAS D.O.O.“**ANALYSIS OF BUSINESS INDICATORS IN THE COMPANY „NIS NAFTAGAS D.O.O.“**

Tijana Todorović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – INDUSTRIJSKO INŽENJERSTVO I MENADŽMENT

Kratak sadržaj – *Finansijska analiza obuhvata analizu imovinskog i finansijskog položaja preduzeća. U ovom istraživanju korišćena je racio analiza, stavljanjem u odnos logički povezanih celina iz finansijskog izveštaja (Bilans stanja i Bilans uspeha) - to su svima javno dostupni izveštaji, koji praktično ne smeju da se kriju od klijenata. [1] Osnovni zadatak istraživanja je da se na osnovu pokazatelja likvidnosti, zaduženosti, aktivnosti, ekonomičnosti, rentabilnosti i CAPEX-a utvrdi finansijski položaj preduzeća, kao i uspešnost „NIS Naftagas d.o.o.“, jer uspeh je jedno od najvećih zadovoljstava koje kompanija može da postigne. [2] Postavljene su i opšte hipoteze koje su potvrđene u skladu sa prethodno obrađenim finansijskim pokazateljima. Nakon obrađenih podataka utvrđeni su i finansijski i operativni problemi, dati su predlozi za njihovo rešavanje i utvrđeni uticaji koji oni imaju na planiranje poslovanja i na donošenje važnih odluka.*

Abstract – *Financial analysis includes an analysis of the assets and financial position of the company. In this research, a racio analysis was used putting in relation the logically related entities from the financial statement (Balance Sheet and Income Statement). The main task of the research is to determine the financial position of the company on the basis of indicators of liquidity, indebtedness, activity, economy, profitability and CAPEX, as well as the success of NIS Naftagas d.o.o." General hypotheses have also been put forward that have been confirmed in accordance with the financial indicators previously processed. After the data were processed, financial and operational problems were identified which can be overcome based on the analysis of business indicators.*

Ključne reči: *finansijska analiza, racio pokazatelji, finansijski izveštaji, bilans stanja, bilans uspeha*

1. UVOD

Finansijska analiza predstavlja podlogu za donošenje brojnih poslovnih odluka, kako bi se kreirale kvalitetne osnove za odlučivanje. Oni prikazuju finansijski položaj preduzeća, njegovu uspešnost i sposobnost da generišu novčane tokove. U prvom delu biće prikazane teorijske osnove analize finansijskih izveštaja u privrednim društvima, finansijski izveštaji (bilans stanja i bilans uspeha), kao i sama racio analiza, koja je veoma korisna kako bi preduzeće moglo da planira svoje poslovanje.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Andrea Ivanišević, vanr.prof.

Zbog finansijskih i operativnih problema koji utiču na planiranje poslovanja treba dobro da se analizira istraživački deo, koji obuhvata probleme istraživanja, predmet i cilj. Takođe, biće prikazane i dve hipoteze (pretpostavke), na osnovu kojih su opisani instrumenti koji se koriste prilikom analiziranja ove teme, kao i način obrade dobijenih podataka. Kao instrument istraživanja korišćeni su podaci finansijskih izveštaja datog preduzeća, preuzetih sa web stranice Agencije za privredne registre Republike Srbije. U završnom delu rada biće prikazani predlozi za poboljšanje i unapređenje dobijenih rezultata.

2. POJAM I VRSTE FINANSIJSKIH IZVEŠTAJA I FINANSIJSKA RACIO ANALIZA

Finansijski izveštaji su krajnji proizvod računovodstvenog procesa. Finansijski izveštaji daju menadžmentu preduzeća i ostalim zainteresovanim stranama sažetu sliku o imovinskoj poziciji i zarađivačkoj sposobnosti preduzeća. U svakom preduzeću važan je razvoj karijere, a značajne posledice na razvoj karijere imaju sledeće karakteristike: pol, godine, nivo obrazovanja, radno iskustvo, materijalno stanje [3].... U ovim izveštajima su sažete brojne poslovne promene koje su zapisane na pojedinim računima (kontima) glavne knjige. Oni su oblikovani da odgovaraju potrebama zajmodavca i investitora. Investitori i ostali akcionari zahtevaju uvid u istinite i pouzdane finansijske informacije koje će im pomoći da donesu ispravne poslovne odluke. Računovode prosleđuju te informacije kroz bilans stanja, bilans uspeha, izveštaj o tokovima gotovine, izveštaj o promenama na kapitalu i izveštaj o ostalom rezultatu [4]. Takođe, finansijski pokazatelji su interesantni za posmatranje, jer je sprsko tržište kapitala nestabilno i nosi visok investicioni rizik, što je i pokazalo jedno istraživanje [5].

Bilans stanja i bilans uspeha jedni su od najvažnijih finansijskih izveštaja za analiziranje racio pokazatelja preduzeća „NIS Naftagas d.o.o.“, jer na osnovu njih su dobijeni potrebni podaci o finansijskom položaju preduzeća i o prethodnim rezultatima poslovanja. Analiza ovakvih finansijskih izveštaja obuhvatila je detaljno posmatranje finansijskih pokazatelja koje preduzeće ostvaruje tokom svog redovnog poslovanja. Finansijski izveštaji predstavljaju takvu vrstu poslovnih izveštaja iz kojih preduzeće crpi osnovne indikatore uspeha svojih poslovnih procesa. Upravo iz tog razloga njihovo pažljivo kreiranje i kasnija analiza pomažu donosiocima odluka da adekvatno planiraju i sprovode svoje poslovanje.

Bilans stanja se definiše kao finansijski izveštaj koji sistematizovano prikazuje stanje imovine, obaveza i kapitala u određenom vremenskom trenutku. Iz tog razloga je bilans stanja osnovni finansijski izveštaj koji prikazuje finansijski

položaj preduzeća i koji služi kao podloga za ocenu sigurnosti poslovanja i potrebe investiranja. Radi uspešnog proučavanja finansijskog položaja potrebno je upoznati osnovne bilansne kategorije i problematiku njihovog priznavanja i merenja. Istaknuto je da bilans stanja prikazuje imovinu kojom preduzeća raspolaže i obaveze prema izvorima (kapital i tuđi izvori) u određenom trenutku [6]. Pod finansijskim položajem uobičajeno se podrazumevaju stanje i međudnos imovine, obaveza i kapitala određenog preduzeća. Prema Međunarodnim standardima finansijskog izveštavanja elementi koji su u direktnom odnosu sa merenjem finansijskog položaja su sredstva (imovina), obaveze i kapital (glavnica):

- imovina (sredstvo) je resurs koji je pod kontrolom preduzeća, a koji je nastao iz prošlih događaja i od kojeg se očekuju buduće ekonomske koristi,
- obaveze su postojeći dugovi preduzeća, proizašli iz prošlih događaja, za čije se podmirenje očekuje smanjenje resursa koji donose ekonomske koristi
- kapital (glavnica) je ostatak imovine preduzeća nakon odbitka svih njegovih obaveza [7].

Bilans uspeha je finansijski izveštaj u kojem su iskazani ostvareni prihodi i rashodi privrednost društva u određenom obračunskom periodu u vrednosnim jedinicama mere. Za razliku od bilansa stanja koji pokazuje finansijsku poziciju na tačno određen dan, bilans uspeha je periodičan izveštaj. Smisao ovog izveštaja je da se prihodi i rashodi prikazuju za određeni period, tako da se i njihova razlika (dobitak ili gubitak) odnosi na taj period. Kada govorimo o sastavljanju bilansa uspeha, zapravo se misli o sastavljanju finansijskog izveštaja za određen vremenski period (jedan mesec, kvartal, polugodište ili godina). Iako postoji više metoda za sastavljanje bilansa uspeha, prilikom njegovog sklapanja treba razlikovati pojmove: prihodi, dobici, rashodi i gubici [8].

Racio analiza finansijskih izveštaja se bavi istraživanjem i kvantificiranjem analitički važnih odnosa između pojedinih bilansnih i finansijskim kategorija radi sagledavanja i ocene finansijskog položaja i rentabilnosti preduzeća. Cilj tog sagledavanja nije samo ex post konstatacija stanja u prošlosti i/ili sadašnjosti već, prevashodno, pokušaj da se na bazi tih konstatacija predvidi finansijski položaj i zarađivačka sposobnost preduzeća u budućnosti. Predviđanje omogućuje preduzećima kontrolu nad postizanjem ciljeva [9]. U slučaju odstupanja od ciljeva, mogu se utvrditi uzroci tih odstupanja i ukloniti ih u budućnosti [10]. Racio analiza predstavlja pokušaj da se kroz standardizovanje karakterističnih odnosa obezbedi uporedivost finansijskih performansi inače neuporedivih preduzeća (preduzeća različite delatnosti, veličine, pravne forme itd.). Iako se između pojedinih finansijskih kategorija i bilansnih pozicija može uspostaviti izuzetno mnogo odnosa, analiza se mora ograničiti na analitički najznačajnije odnose. Iz tih razloga se u literaturi sreću vrlo različita shvatanja vrsta i broja analitički važnih racio brojeva. Mada ne postoji opšte prihvaćena klasifikacija najvažnijih racio brojeva, oni se mogu klasifikovati u nekoliko osnovnih grupa:

- pokazatelji likvidnosti,
- pokazatelji aktivnosti,
- pokazatelji strukture finansiranja,
- pokazatelji rentabilnosti (profitabilnosti) i
- pokazatelji tržišne vrednosti [11].

3. ISTRAŽIVANJE

Problem koji se javlja u poslovanju je smanjenje likvidnosti preduzeća u određenom periodu, odnosno neizmirenje kratkoročnih obaveza putem obrtno imovine. Drugi finansijski problem vezan je za visoku zaduženost samog preduzeća, a pored toga javljaju se problemi smanjenja ekonomičnosti finansiranja i aktivnosti finansiranja. Ovi identifikovani problemi značajno utiču na poslovanje i na samu uspešnost preduzeća i njegov finansijski prolozaj.

Predmet istraživanja master rada je analiza poslovnih pokazatelja pomoću finansijskih izveštaja kako bi se utvrdili uzroci navedenih problema, definisale mere za njihovo rešenje i uticaj navedenih mera na menadžment odluke preduzeća i planiranje budućih poslovnih aktivnosti.

Ciljevi istraživanja su da se identifikuju finansijski i operativni problemi u preduzeću, da se utvrdi važnost racio pokazatelja pomoću kojih će se isti prevazići i da se utvrde mere za prevazilaženje utvrđenih problema. Pomoću racio pokazatelja moguće je sagledati finansijski položaj preduzeća, jer nam oni daju informacije o likvidnosti, ekonomičnosti, zaduženosti, aktivnosti i rentabilnosti preduzeća. Rad kroz teorijski, a zatim i praktični deo prikazuje kako se na osnovu dobro sprovedene finansijske analize, mogu uočiti problemi u poslovanju preduzeća i kako se isti rešiti.

Opšta hipoteza istraživanja glasi: „Finansijska analiza je značajan segment u procesu donošenja poslovnih odluka, sagledavanju uspešnosti i ocenjivanju finansijske situacije preduzeća NIS Naftagas d.o.o.“. Na osnovu opšte hipoteze definisane su i pojedinačne:

- PH1- „Preduzeće NIS Naftagas d.o.o. uspešno posluje u svih segmentima poslovanja.“
- PH2- „Preduzeće NIS Naftagas d.o.o. ima stabilnu finansijsku situaciju.“

Jedan od instrumenata istraživanja koji je korišćen prilikom kreiranja ovog rada je web stranica samog preduzeća, gde smo prikupili potrebne informacije o samoj firmi kao i o osnovnom lancu vrednosti kompanije. Pored web stranice kompanije, informacije koje su vezane za finansijske i operativne probleme dobijene su od zaposlenih u samom preduzeću. I kao treći instrumenti istraživanja korišćeni su finansijski izveštaji bilans stanja i bilans uspeha preduzeća NIS Naftagas d.o.o., koji se nalaze na web stranici Agencije za privredne registre Republike Srbije. Na osnovu tih informacija računali smo finansijske pokazatelje preduzeća.

Istraživanje je sprovedeno u preduzeću NIS Naftagas d.o.o. za period od 2015. godine do 2017. Zasnivalo se na analiziranju poslovnih pokazatelja preduzeća (likvidnosti, ekonomičnosti, zaduženosti, aktivnosti i rentabilnosti) kako bi se utvrdili finansijski položaj i finansijsko stanje preduzeća. Za poslovne pokazatelje bilo je potrebno koristiti bilans stanja i bilans uspeha pomenutog preduzeća, jer se u njemu nalaze sve potrebne informacije. Za dodatne informacije i dodatne podatke korišćene su web stranice preduzeća i Agencije za privredne registre Republike Srbije. Od velike pomoći bila je i komunikacija sa zaposlenima, od kojih smo saznali koji su to operativni problemi sa kojima se kompanija svakodnevno susreće.

Za potrebe ovog rada korišćena je komparativna metoda, jer smo se vodili bilansima stanja i bilansima uspeha preduzeća u periodu od 2015. godine do 2017.

Racio pokazatelji koji su izračunati odnosili su se na racio likvidnosti, ekonomičnosti, zaduženosti, aktivnosti i rentabilnosti. Racio pokazatelji prikazani su i tabelarno i grafički, kako bi se na najlakši način došlo do zaključka o finansijskom položaju, uspešnosti i finansijskim i operativnim problemima preduzeća „NIS Naftagas d.o.o.“.

Rezultati istraživanja odnose se prvenstveno na finansijsku analizu i izračunavanje poslovnih pokazatelja preduzeća „NIS Naftagas d.o.o.“ kako bi se identifikovali problemi i pokušali rešiti, a zatim i na same informacije o preduzeću, njegovom lancu vrednosti kao i na funkcionisanje naftne industrije.

Prvi deo rada predstavlja informacije o preduzeću gde je ukratko dat opis firme, problem koji kompanija rešava i kome, usluge koje pruža, osnovna postavka lanca vrednosti, kao i opis funkcionisanja naftne industrije u svetu i kod nas.

Drugi deo rada tiče se finansijske racio analize, gde je izvršena analiza pokazatelja likvidnosti, ekonomičnosti, zaduženosti, aktivnosti i rentabilnosti, koji su nam pomogli da odredimo finansijski položaj i uspešnost preduzeća.

4. DISKUSIJA REZULTATA ISTRAŽIVANJA

Na osnovu opšte hipoteze „Finansijska analiza je značajan segment u procesu donošenja poslovnih odluka, sagledavanju uspešnosti i ocenjivanju finansijske situacije preduzeća NIS Naftagas d.o.o.“ i pojedinačnih: PH1- „Preduzeće NIS Naftagas d.o.o. uspešno posluje u svih segmentima poslovanja.“(jer) i PH2- „Preduzeće NIS Naftagas d.o.o. ima stabilnu finansijsku situaciju.“, treba da analiziramo sve prethodno obrađene finansijske pokazatelje kako bi mogli da potvrdimo ove hipoteze. Pored toga biće i dati predlozi rešenja za finansijske probleme sa kojima se preduzeće susreće.

Na osnovu izvršene analize finansijskih racio pokazatelja za 2017., 2016. i 2015. godinu, možemo zaključiti da je preduzeće imalo finansijskih problema, jer posmatrajući opšti racio likvidnosti, preduzeće u sve tri godine nije bilo sposobno da izmiri svoje kratkoročne obaveze putem obrtne imovine, ali pored toga možemo videti rast ovog koeficijenta za posmatrani period, jer je obrtna imovina rasla od 2015. do 2017. godine, dok su kratkoročne obaveze 2016. godine porasle, pa zatim se smanjile 2017. Ovo dovodi do zaključka da preduzeće ima puno kratkoročnih obaveza koje ne može da podmiri svojom obrtnom imovinom, odnosno gotovinom, gotovinskim ekvivalentima i potraživanjima od prodaje. U toku 2016. godine došlo je do značajnog rasta kratkoročnih obaveza prema kratkoročnim kreditima u odnosu na 2015. godinu, a 2017. godine do značajnog rasta rezervisanja za obnavljanje prirodnih resursa u odnosu na 2016.

Posmatrajući koeficijente zaduženosti, možemo uočiti da ovi pokazatelji nisu niski koliko bi trebalo da budu, što nam ukazuje na veoma visoku zaduženost samog preduzeća. Koeficijent koji bi trebao da bude visok a nizak je, jeste koeficijent sopstvenog finansiranja, koji nam govori da se preduzeće samo 20% finansira iz sopstvenih izvora. Glavni uzrok jeste povećana zaduženost prema bankama i zbog toga bi trebalo pregovorima sa partnerima zameniti bankarsku dokumentaciju sa korporativnim garancijama kako bi se uštedelo u bankarskim troškovima. Takođe, preduzeće pre svega treba da poveća

udeo sopstvenog kapitala u ukupnom poslovanju. Osim toga, kontinuirano treba da rade na pregovaranju i pronalaženju dugoročnih izvora finansiranja, kao i izvora finansiranja koji nisu ograničeni sankcijama.

Racia ekonomičnosti su nam pokazali da indikator ekonomičnosti finansiranja značajno raste iz godine u godinu, gde je 2015. godine sa 0,30 porastao na 0,47 u 2016. godini, i 2016. sa 0,47 porastao na 1,79 u 2017. Iako ovaj koeficijent treba da bude veći od 1, on je ipak rastao, a razlog tome jeste značaj rast finansijskih prihoda. ovakvom rastu najviše su doprineli finansijski prihodi od matičnih i zavisnih pravnih lica, kao i finansijski prihodi od ostalih povezanih pravnih lica. Posmatrajući koeficijent ekonomičnosti ukupnog poslovanja, možemo uočiti da on prvo stagnira od 2015. do 2016. godine, a zatim ima blagi rast. Razlog tome jeste što se ukupni prihodi prvo smanjuju od 2015. do 2016., a zatim rastu u 2017. godini, kao i ukupni rashodi. Ovom rastu najviše je doprineo rast finansijskih prihoda od 2016. do 2017. godine kao i pozitivne kursne razlike. Pored toga, značajno su se smanjili i finansijski rashodi naročito na osnovu negativnih kursnih razlika.

Racia rentabilnosti nam pokazuju stepen oplodnje angažovanog ukupnog kapitala i koliko novčanih jedinica preduzeće ostvaruje po jednoj novčanoj jedinici sopstvenog kapitala. U oba slučaja ovaj koeficijent je porastao u 2017.-2016. godini u odnosu na 2015.-2016. godinu. Da bi se u narednim periodima povećala rentabilnost, preduzeće mora da poveća rast prodaje brendiranog goriva, kao i da poveća obim veleprodaje na inostranim prodajnim tržištima. Pored toga treba da se posvete razvoju i unapređenju poslovanja specijalizovanih proizvoda kao što su avio-goriva i maziva, i to kroz unapređenje logistike i kvaliteta proizvoda i pratećih usluga.

Izvršivši analizu aktivnosti u koju spadaju brzina obrta materijala, obrtanja nedovršene proizvodnje, gotovih proizvoda i robe, došli smo do zaključka da koeficijenti obrta materijala i gotovih proizvoda su imali blagi pad iz godine u godinu, dok je koeficijent obrta robe imao rast u posmatranom periodu. Kod brzine obrta materijala povećao se broj dana sa 56 na 64 koji je potreban da se napravi obrt. Uzrok toga jesu povećani troškovi materijala u 2016.-2017. godini. Poslovni rashodi su se takođe povećali zato se i vreme obrta nedovršene proizvodnje smanjilo za čak 4 dana. Brzina obrta robe se povećala, jer su se prosečne zalihe materijala smanjile.

Na osnovu dobijenih rezultata možemo zaključiti da koeficijentima ekonomičnosti i rentabilnosti preduzeće potvrđuje svoju prvu hipotezu koja glasi: PH1- „Preduzeće NIS Naftagas d.o.o. uspešno posluje u svih segmentima poslovanja.“

Analizom koeficijenata likvidnosti, zaduženosti i aktivnosti potvrđena je i druga hipoteza preduzeća koja glasi: PH2- „Preduzeće NIS Naftagas d.o.o. ima stabilnu finansijsku situaciju.“

Analizom svih prethodnih navedenih rezultata kao i analizom pojedinačnih hipoteza, zaključuje se da je i opšta hipoteza „Finansijska analiza je značajan segment u procesu donošenja poslovnih odluka, sagledavanju uspešnosti i ocenjivanju finansijske situacije preduzeća NIS Naftagas d.o.o.“ potvrđena.

5. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Preduzeće „NIS Naftagas d.o.o.” se bavi delatnošću za istraživanje, proizvodnju, preradu i promet nafte i naftnih derivata i prirodnog gasa. Na osnovu finansijskih pokazatelja videli smo da u preduzeću postoje neki problemi koji su vezani za likvidnost, zaduženost, ekonomičnost i rentabilnost, ali pored toga kompanija pozitivno posluje i ostvaruje dobre rezultate. Posmatrajući racia likvidnosti, uočili smo da preduzeće nije uspešno da podmiri svoje obaveze upotrebom obrtno imovine, kao i da 2015. godine nije uspešno da izmiri obaveze likvidnom imovinom, dok je 2016. i 2017. godine preduzeće to uspešno. Zbog toga kompanija treba da kontinuirano prati svoju likvidnost kako bi obezbedila dovoljno gotovine za potrebe poslovanja, kao i da ispunjava obaveze iz ugovora sa poslovnim bankama. Racia zaduženosti su nam pokazala da preduzeće u velikoj meri koristi tuđa sredstva tj. da je nivo zaduživanja velik i da se finansira samo 20% iz sopstvenih izvora.

Neka od rešenja jesu da pregovorima sa partnerima zamenimo bankarsku dokumentaciju sa korporativnim garancijama kako bi se uštedelo u bankarskim troškovima i da povećaju udeo sopstvenog kapitala u ukupnom poslovanju. Posmatrajući racia ekonomičnosti uočili smo da preduzeće ima blagi rast iz godine u godinu što se tiče ekonomičnosti ukupnog poslovanja, ali isto tako uočili smo i da je na osnovu indikatora ekonomičnosti finansiranja poslovanje i opstanak kompanije bilo ugroženo 2015. i 2016. godine. Razlog tome jesu rast finansijskih prihoda i prvo smanjenje a zatim i rast ukupnih rashoda.

Pokazatelji rentabilnosti su nam pokazali da su ovi koeficijenti porasli u 2017.-2016. godini u odnosu na 2015.-2016. i da bi u narednim periodima rentabilnost rasla, preduzeće mora da poveća rast prodaje brendiranog goriva i da poveća obim veleprodaje na inostranim tržištima.

6. LITERATURA

- [1] M. Leber, A. Ivanisevic, J. Borocki, M. Radisic, and B. Slusarczyk, "Fostering Alliances with Customers for the Sustainable Product Creation," *Sustainability*, vol. 10(9), 2018
- [2] Radišić, M., Nedeljković, A., 5C Model – Business case study solving methodology, *New Educational Review*, Vol. 27, 1 (2012), pp. 19-30.
- [3] Katić I., Ivanišević A., Grubić Nešić L., Penezić N.: Effects of Sociodemographic Characteristics and Personality Traits on Career Development, *The International Journal of Aging and Human Development*, DOI: 10.1177/0091415017743008, 0(0) 1–16, Article first published online: November 24, 2017, ISSN: 0091-4150, Online ISSN: 1541-3535 Volume: 87 issue: 2, page(s): 201-216
- [4] Zakić, V., Đukanović, S., (2010)., "Finansijsko računovodstvo", Visoka poslovna škola strukovnih studija, Novi Sad, str. 262.

- [5] Radišić, M., Dobromirov, D., "Statistical analysis of price returns of regional stock market indices," *Transformations in Business & Economics*, vol. 16, no. 3 (42), pp. 175-184, 2017
- [6] Dobromirov D., Radišić M. "Finansiranje inovativnih preduzeća", Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2015., str. 16
- [7] Nerandžić B., Perović V., „Upravljačko računovodstvo“, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2013., str. 84
- [8] Knežević G., Stanišić N., Mizdraković V., "Analiza finansijskih izveštaja namenjeno tržištu Republike Srbije", Beograd, 2017., str. 60
- [9] Leković B., Ivanišević A., Marić B., Demko-Rihter J.: ASSESSMENT OF THE MOST SIGNIFICANT IMPACTS OF ENVIRONMENT ON THE CHANGES IN COMPANY COST STRUCTURE, *Economic Research*, 2013
- [10] Ivanišević A., Katić I., Marjan L., Buchmeister B.: Business plan feedback for cost effective business processes, *Advances in Production Engineering & Management*, ISSN 1854-6250 Print, ISSN 1855-6531 Online (Confirmation of paper acceptance, Paper ID: APEM-2103-2016) (*Engineering, Manufacturing*, 28/42, *Materials Science, Multidisciplinary*, 184/271 IF=1,125
- [11] Stančić P., „Finansijska analiza“, Ekonomski fakultet Univrziteta u Kragujevcu, str. 2

Kratka biografija:



Tijana Todorović rođena je 12.06.1994. godine u Novom Sadu, Republika Srbija. Osnovne akademske studije upisala je na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu 2013. godine, a završila 2017. godine. Master akademske studije upisala je takođe na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu 2017. godine, a završila 2019. godine. Trenutno je zaposlena u kompaniji Carlsberg na poziciji saradnika za izveštavanje i planiranje.

GRAĐEVINSKA BIOLOGIJA - ANALIZA METODA ZAŠTITE LJUDI

CONSTRUCTIONAL BIOLOGY - METHOD ANALYSIS OF HUMAN SAFETY

Olivera Bajić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – INŽENJERSTVO ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE

Kratak sadržaj – Rad se bavi građevinskom biologijom - analiza metoda zaštita ljudi. Prvo poglavlje rada je uvod gde je dat predmet i cilj istraživanja. Drugo poglavlje sadrži značaj graditeljstva i urbanizma u zaštiti životne sredine. U trećem poglavlju su analizirane štetnosti pojedinih građevinskih materijala po zdravlje ljudi. Četvrto poglavlje sadrži zdravstvene efekte, simptome, lečenje i posledice po ljude sa zaključkom i literaturnim referencama.

Ključne reči: Građevinska biologija, Zaštita ljudi

Abstract -This paper provides research of constructional biology - method analysis of human safety. The first chapter of the study (introduction) presents the objects and aim of the study. The second chapter contains the importance of construction and urbanism in environmental engineering. In the third part, the harmfulness of some building materials on human health is analyzed. The fourth chapter consists of health effects, symptoms, treatments, the effect on humans, and conclusion, and the literature references.

Keywords: Constructional biology, Human safety

1. UVOD

Zdravstvena organizacija (WHO) već duži niz godina istražuje kvalitet zgrada sa aspekta uticaja na zdravlje ljudi [1]. Posebno su analizirane bolesne kuće u koje su svrstane:

- oštećene,
- nehigijenske,
- nepovoljno locirane zgrade,
- zgrade koje izgledaju fizički i estetski potpuno ispravne, ali se u njima nalaze štetni materijali.

Osnovni štetni materijali su:

- gas radon,
- formaldehid,
- mineralna vuna,
- azbest,
- asfalt kao hidroizolacija,
- metali i polivinilhlorid iz vodovodnih cevi.

Cilj rada jeste promovisanje primene zdravih prirodnih građevinskih materijala.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Slobodan Krnjetin, red. prof.

2. ZNAČAJ GRAĐEVINARSTVA I URBANIZMA U ZAŠTITI ŽIVOTNE SREDINE

U odnosu na druge ljudske aktivnosti građevinarstvo je oblast koja u najvećoj meri, trajno menja izgled i strukturu zemljine površine.

Negativni uticaji na životnu sredinu su:

1. Hemijska i fizička zagađenja:
 - zemljišta,
 - vazduha,
 - vode,
2. Potrošnja neobnovljivih prirodnih resursa:
 - energije,
 - minerala,
 - plodnog zemljišta,
 - vode,
3. Narušavanje biosfere i biodiverziteta
4. Promena klime i
5. Vizuelna zagađenja okoline [2].

"Divlja" gradnja može da ima kao posledicu i vizuelno narušavanje ambijenta.

3. ŠTETNOST POJEDINIH GRAĐEVINSKIH MATERIJALA PO ZDRAVLJE LJUDI

Sedmesetih godina, došlo je do izbijanja epidemije bolesti. Kod nekih je izgledalo kao uobičajeno lakše virusno zapaljenje pluća, kod drugih kao teška pneumonija sa visokim temperaturama, kod trećih neodređeni bolovi u mišićima, slabost i temperatura do 37 °C. Hotel je bio nov, prvi put otvoren, ali za izradu enterijera su korišćeni veštački materijali.

"Sick building syndrome" (SBK) -sindrom bolesnih zgrada, tada a i sada se koristi termin u svim situacijama kada je neko oboljenje jasno vezano za zatvoren nejasno definisan prostor, a uzročnik se ne zna.

Simptomi nezdravih zgrada od kojih danas pate milioni ljudi je sve ono što svojim štetnim uticajem u zatvorenom prostoru izaziva telesne ili duševne promene kod ljudi.

Najnovija istraživanja pokazuju da se sledeći faktori mogu dovesti u vezu sa ovom pojavom: fizički, hemijski, biološki i psihološki faktori [3].

Među poznatije metode spadaju MAK (Maximale Arbeitsplatz -Konzentration) metoda i IARC da izazvaju rak (International Agency for Research on Cancer) metoda.

Prema MAK (Maximale Arbeitsplatz - Konzentration) metodi klasifikovani su materijali koji izazivaju rak na sledeći način:

A - materijali koji su jednoznačno označeni kao izazivači kancera CA:

- A₁ - materijali koji kod čoveka mogu da izazovu zloćudne tumore
- A₂ - materijali koji su se samo na životinjama pokazali kao opasni

B - materijali za koje postoji osnovna sumnja

Prema IARC kancerogeni materijali su podeljeni na sledeće grupe:

1. materijali koji izazivaju karcinom kod ljudi

2A - materijali koji verovatno izazivaju karcinom kod ljudi,

2B - materijali za koje je moguće da izazivaju karcinom kod ljudi,

3. materijali koji ne izazivaju karcinom kod ljudi

Materija	Mesto gde se pojavljuje	MAK Austrija (mg/m ³)	MAK Nemačka (mg/m ³)	Kancerogen	Biološko dejstvo
Azbest	građ. materijal sredstva za zaštitu			A1 (MAK)	disajni organi, pluća, rak
Olovo	kućna prašina, saobraćaj, industrija, boje, lakovi,cevi za vodu	0,1	0,1	2B (IARC)	osetljivost kod dece, poremećaj pamćenja, Oštećenje bubrega, smetnje probave
Dihloretan	lepila, PVC, sredstva za bajcovanje, rastvarač smole,asvalt kaučuk	8,8		B (MAK)	glavobolje, nesvestica, oštećenje jetre, bubrega, pluća, izaziva rak
Formaldehid	glazure u građevinarstvu, dezinfekciona sredstva, tepisi, lepila, pena, konzervans	0,6	0,6	B (MAK) 2A (IARC)	nadražaj kože, astma, glavobolja, umor, oštećenje pluća, rak
Policiklični i Aromatični Ugljovodonici	duvan, dim, gorivo, saobraćaj, bitumen, proizvod od katrana, hidroizolacija	kancerogen	kancerogen	A1 (MAK)	
Radon	zemljište, građ. materijali	kancerogen	kancerogen	Jonizujuće zračenje	Pluća, disajni organi, rak
Vinilhlorid	PVC	kancerogen	kancerogen	A1	Oštećenje pluća, jetre
Mineralna vlakna na bazi šljake i slično	termoizolacija zgrada, bojlera	kancerogen	kancerogen	A1 (MAK) 2A (IARC)	ugroženi svi organi
Katjon kadmijuma	glazura u građevinarstvu, kozmetika, nikotin			A (MAK) 1 (IARC)	Pritisak, oštećenje bubrega, arterioskleroza, upala kože, kancerogen
	cement, očvršćivač sredstva protiv korozije, boje, ulja, sredstva za zaštitu od leda, sredstva za impregnaciju			A1 (MAK) 2A (IARC)	Hronični bronhitis, rinitis, kancerogen
Stirol	folija za namirnice, sredstva za izolaciju, lepila, sintetičke gume, podne obloge			A (MAK) 1 (IARC)	Narkotik, glavobolja, depresija, duševne i mutagene bolesti, izaziva rak

Tabela 1. Granične vrednosti za najčešće primenjivane materijale u stanovima, MAC i IARC metodi [2]

3.1. Radon i mere zaštite

Radon je radioaktivni (gasni) element, simbol R_n . Često se nalazi u radioaktivnim zonama. Kada je koncentracija povišena, povećan je i procenat obolelih od raka pluća.

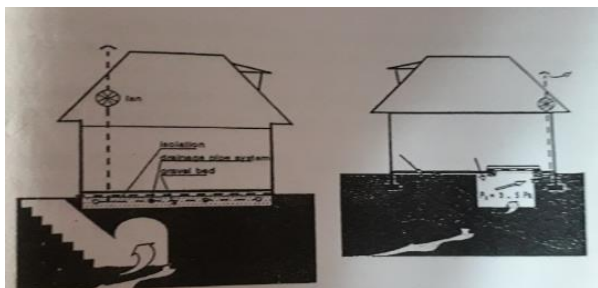
3.1.2. Širenje radona

Radon dospeva kroz pukotine i kroz propusno zemljište u tlo ispod kuće, odakle se širi u unutrašnjost objekta na različite načine [3].

3.1.3. Postupci za smanjenje koncentracije radona u zgradama

U cilju smanjenja koncentracije radona u objektu, mogu se preduzeti sledeći opšti postupci:

- uklanjanje izvora zračenja,
- skretanje toka radona, Slika 4.
- izvođenje prepreka između izvora radona i prostorije,
- pojačanje ventilacije,
- prečišćavanje vazduha [2].



Slika 4. Sistem ventilacije zgrade ispod donje ploče podruma [2]

3.2. Azbest

Zajednički naziv za vlaknaste silikatne materijale, azbest, koji imaju veliku otpornost na visoke temperature i dobru vodootpornost. Čovek zajedno sa vazduhom udiše ova vlakna koja se talože u disajnim organim, naročito u plućima, izazivajući oštećenja tkiva, obolenja, od kojih je najteže rak pluća.

3.2.1. Sanacija i obnova postojećih zgrada

Ako je kuća delimično izgrađena od azbestnih materijala onda je najbolje da se kritični delovi zamene nekim od bioloških zdravih materijala. U slučaju da je veći deo kuće sagrađen od ovih materijala sanacija ne pomaže u tom slučaju preporučuje se kompletno rušenje [3].

4. ZDRAVSTVENI EFEKTI, SIMPTOMI I LEČENJA-POSLEDICE PO LJUDE

Zdravstveni efekti kao simptomi lečenja su brojni, kompleksni, zahtevni kao posledica građevinske biologije.

Kancer je transformacija zdrave ćelije u malignu ćeliju. Kancerozne ćelije se razmnožavaju i uvećavaju, šire se na okolna tkiva krvnim i limfnim putevima. Kancer može da napadne sve organe [4,5].

Kancer u svom razvoju prolazi kroz tri stupnja: inicijacija, promocija i progresija [4,5].

4.1. Tumorski rast

Na osnovu vrste, tipa i rasta, svi tumori se mogu podeliti na benigne tumore, in situ tumore, i maligne tumore, koji imaju svoje varijante u rastu kao mikroinvazivna, makroinvazivna i metastazirajuća faza [4,5].

5. ZAKLJUČAK

U današnjem graditeljstvu prisutan je veliki broj različitih nekvalitetnih, nezdravih, toksičnih i komercijalnih materijala. Primena štetnih materijala može da ostavi ozbiljne posledice po korisnike (čoveka).

Putem finansijskih subvencija i drugim mehanizmima omogućiti građanima prihvatanje biozdravih materijala u cilju zaštite i unapređenja životne sredine, zdravlja čoveka i osnovnih principa održivosti.

Potrebno je da zakonska regulativa definiše i podstiče obaveznu i konstantnu primenu novih materijala.

6. LITERATURA

- [1] V. Sone, L.C Sarl, World Health Organization (WHO) Housing health guidelines, Switzerland, 2018.
- [2] S. Krnjetin, "Građevinski materijali, ekološka ocena" I deo, FTN, Novi Sad, 2008.
- [3] R. Terzić, "Bioizgradnja: biološka-ekološka izgradnja, sanacija građevinskih objekata", Ekostan: Sprint, Beograd, 1997.
- [4] B. Stewart, P.C. Wild, World Cancer Report, International Agency for Research on Cancer, Lyon, 2014.
- [5] O. Alexon, Cancer Risks from Exposure to Radon in homes. Environmental Health Perspectives 103, 1995.

Kratka biografija:



Olivera Bajić rođena je u Novom Sadu 1982. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Inženjerstvo zaštite životne sredine odbranila je 2019. godine.

kontakt: bajicolivera@gmail.com

**IDENTIFIKACIJA NAJČEŠĆIH UZROČNIKA TEŠKIH POVREDA NA RADU U SRBIJI
TOKOM 2015. GODINE****IDENTIFICATION OF THE MOST COMMON CAUSES OF SERIOUS INJURIES AT
WORK IN SERBIA IN 2015.**

Lazar Prole, Dragan Adamović, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast – INŽENERSTVO ZAŠTITE NA RADU

Kratak sadržaj – Bezbednost i zaštita zdravlja na radu jedno je od osnovnih prava svakog čoveka, jer jedino bezbedan rad, zdrava i bezbedna radna sredina omogućavaju produktivan rad. Proučavanje povreda na radu, a posebno teških povreda na radu kao i njihovih uzroka je aktuelan problem jer se analizama dolazi do čitavog niza faktora, koji direktno ili indirektno u jednostavnim ili složenim odnosima doprinose pojavi nesreća na poslu, a time i povređivanju radnika. Analizom dostupnih izveštaja o teškim povredama na radu u Srbiji tokom 2015. godine, identifikovano je 213 teških povreda na radu. U okviru rada su prikazani i statistički analizirani podaci koji ukazuju na dinamiku pojave teških povreda na radu i ukazano je na najčešće uzročnike teških povreda.

Ključne reči: Bezbednost i zaštita na radu, teške povrede, analiza stanja

Abstract – Occupational health and safety represent the fundamental rights of every human being, because only safe work, a healthy and safe work environment enable productive work. The study of injuries at work, and especially serious injuries at work, as well as their causes, is a current problem because analyzes come up with many factors that directly or indirectly in simple or complex relationships contribute to the occurrence of accidents at work, and thus injury to workers. An analysis of available reports on serious injuries at work in Serbia in 2015 identified 213 serious injuries at work. Within the framework of the paper, statistically analyzed data are presented, which indicate the dynamics of the occurrence of serious injuries at work and indicate the most common causes of serious injuries.

Keywords: Occupational safety and health, serious injuries, situation analysis

1. UVOD

Kao jedno je od osnovnih prava svakog čoveka, bezbedan rad i zdrava radna sredina omogućavaju produktivan rad i napredak. Rad u humanim uslovima predstavlja zadovoljstvo za svakog pojedinca, ali i uspeh i ponos za organizatora, poslodavca i za društvo u celini.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dragan Adamović, docent

Bezbednost i zdravlje na radu jeste obezbeđivanje takvih uslova na radu kojima se, u najvećoj mogućoj meri smanjuju povrede na radu, profesionalna oboljenja i oboljenja u vezi sa radom i koji pretežno stvaraju pretpostavku za puno fizičko i socijalno blagostanje zaposlenih.

Međutim, neretko se tokom radnog procesa dešavaju nezgode i povrede zaposlenih. Cilj društva jeste da smanji broj povreda na radu i spreči njihovo nastajanje, a za to je u velikoj meri zaslužno poštovanje pravila o bezbednosti i zaštiti na radu kao i primena mera zaštite.

2. BEZBEDNOST I ZDRAVLJE NA RADU

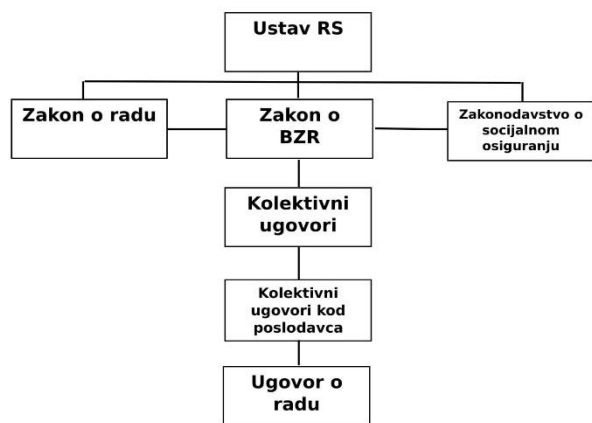
„Bezbednost i zdravlje na radu“ (BZR) je izraz uveden u našu praksu donošenjem Zakona o bezbednosti i zdravlju na radu 2005. godine. Pojam BZR označava organizovanu društvenu aktivnost za obezbeđivanje bezbednih i zdravih uslova rada i potrebne zaštite na radu. Aktivnosti u oblasti bezbednosti i zdravlja na radu značajno doprinose humanizaciji rada i radne sredine, odnosno prilagođavanju rada i uslova rada mogućnostima i potrebama čoveka.

Kod nas se dugo upotrebljavao izraz „Zaštita na radu“ koji je prvi put upotrebljen u Ustavu SFRJ iz 1963. godine, a koristi se i u Ustavu Republike Srbije iz 2006. godine. Tokom razvoja i unapređivanja delatnosti usmerenih na stvaranje zdravih i bezbednih uslova rada upotrebljavani su izrazi poput „bezbednost rada“, „sigurnost rada“, „tehnička i zdravstvena zaštita“, „higijensko tehnička zaštita (HTZ)“ i drugi. Raznolikost naziva je posledica različitih shvatanja sadržaja delatnosti koja se razvijala uporedo sa razvojem tehnoloških i društvenih uslova i mogućnosti za poboljšavanje uslova rada [1].

2.1. Zakonska regulativa o BZR u Republici Srbiji

Bezbednost i zdravlje na radu u Republici Srbiji, uređeni su Ustavom, kao i čitavim nizom zakona, među kojima su: Zakon o radu, Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu, Zakon o zdravstvenoj zaštiti, Zakon o penzijskom i invalidskom osiguranju i ostalim podzakonskim propisima. Ustavom Republike Srbije (članom 38., stavom 2. i članom 72. stavom 1.) utvrđeno je pravo zaposlenih na bezbednost i zdravlje na radu.

U skladu sa Ustavom, donet je prvo Zakon o zaštiti na radu koji je važio od 1991. do 2005. godine, kada je na snagu stupio Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu, slika 1. Tako je termin „zaštita na radu“ promenjen u „bezbednost i zdravlje na radu“, jer ovaj termin podrazumeva dosta šire polje delovanja zakona, a sve u skladu sa međunarodnim direktivama i konvencijama koje su ratifikovane od strane Republike Srbije [2].



Slika 1. Šema propisa o bezbednosti u zaštiti zdravlja na radu u Republici Srbiji

Zakon je koncipiran uz uvažavanje međunarodnih standarda u oblasti rada. U Zakonu su ugrađene sve odredbe iz konvencija i preporuka Međunarodne organizacije rada (MOR), koje je naša država ratifikovala i direktiva (uputstva) Evropske Unije (EU) koje se odnose na bezbednost i zdravlje na radu. Osnovna dokumenta MOR-a i EU, koja su pretpostavka za donošenje Zakona o bezbednosti i zdravlju na radu su: Konvencija MOR-a, br. 155 o bezbednosti i zdravlju u radnoj okolini (1981. godine); Konvencija MOR-a br. 161 o službama za zaštitu zdravlja na radu -službama medicine rada (1985. godina); Konvencija MOR-a br.135, o radničkim predstavnicima (1971. god.); Konvencija MOR-a br.81 o inspekciji rada (1947. god.); Konvencija MOR-a br.187 Promotivna konvencija o bezbednosti i zdravlju na radu (2009. godina); -Direktiva Saveta, 89/391/EEC, od 12 juna 1989. godine o uvođenju mera za podsticanje poboljšanja bezbednosti i zdravlja radnika na radu; Evropska socijalna povelja (1996. godina); Rezolucija Saveta EU, od 21 decembra 1987. godine, o bezbednosti, higijeni i zdravlju na radu (88/S28/01) [3].

3. POVREDE NA RADU

Povreda na radu predstavlja neželjeni događaj čija je posledica narušavanje telesnog integriteta radnika. Uz to, svaka povreda nosi u sebi bol koji podnosi povređeni. Inače, povreda na radu je poslednji događaj u lancu čija je prva karika potencijalna opasnost nastala usled delovanja ljudskog i materijalnog faktora. Pod uticajem faktora aktiviranja, potencijalna opasnost prerasta u aktivnu, a aktivna opasnost prerasta u nezgodu delovanjem neposrednih faktora. Ako se svi faktori podudaraju u vremenu, a da se pri tome, podudaranje ne može izbeći, neminovno dolazi do povreda na radu.

Jedan od značajnih faktora u lancu nastanka povreda na radu je vezan za godine života i dužinu radnog staža radnika. Naime, brojna istraživanja u Evropi su pokazala da se na istovrsnim poslovima i u približno jednakim uslovima rada, mlađi radnici češće povređuju, a da su povrede starijih radnika teže prirode [4].

3.1. Uzroci povreda na radu

Pojava i vrsta povreda na radu zavisi od delatnosti o kojoj se radi, pa su tako povrede u teškoj industriji češće nego povrede u lakoj. Broj povreda na radu je u stalnom porastu, a uzroci su mnogobrojni. Neki od njih su:

- 1) Faktori radne sredine: mikroklima, buka i vibracije, osvetljenje, stanje mašina, alata, uređaja koji se koriste u procesu rada.
- 2) Socijalno-ekonomski faktori: materijalni status radnika, uslovi stanovanja, način ishrane, prisustvo bolesti, mogućnost zadovoljenja obrazovnih i kulturnih potreba.
- 3) Ljudski faktor: životno doba, pol, obučenosť za radno mesto, radno iskustvo, zdravstveno i emotivno stanje radnika [5].

Smatra se da je ljudski faktor najznačajniji u nastanku povreda uopšte i povreda na radu.

4. PREGLED I ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA U OBLASTI BZR U SRBIJI

Ključne posledice krize koje su zahvatile Republiku Srbiju su nezavršen proces privatizacije, nelikvidnost, pad proizvodnje i izvoza, povećanje nezaposlenosti i pad životnog standarda. Sva ova negativna kretanja su imala veliki uticaj na socijalno-ekonomsku politiku, pa samim tim i na oblast bezbednosti i zdravlja na radu.

Prethodni period je karakterisalo povećanje broja radno angažovanih lica kod poslodavaca u kraćim vremenskim intervalima; češća promena vrste posla koju obavljaju lica na radu i radnog mesta u okviru kojeg rade, duže zadržavanje na radu, a što ima za posledicu povećanu neopreznost na radu, ignorisanje opasnosti koje se pojavljuju u procesu rada i zanemarivanje rizika usled opasnosti, kao i povređivanje na radu. Strah od gubitka posla se negativno odražava na koncentraciju lica na radu i pažnju u toku rada.

Kao najugroženija privredna grana, odnosno delatnost u kojoj su najčešće opasne pojave kojima su ugroženi život i zdravlje zaposlenih, sa većim brojem povreda na radu i težinom posledica i dalje je građevinarstvo, u kojem se kao izvođači radova pojavljuju poslodavci bez potrebnog poslovnog i tehnološkog iskustva u obavljanju ove delatnosti [6].

4.1. Pregled povreda na radu u 2015. godini prema delatnosti

Najveći broj povreda na radu u 2015. godini zabeležen je u delatnostima industrije i rudarstva (37,31%), zdravstvene i socijalne zaštite (11,80%) i saobraćaja i veza (6,72%), slika 2.



Slika 2. Grafički prikaz broja povreda na radu u procentima prema pretežnoj delatnosti

5. ANALIZE TEŠKIH POVREDA

Posledice nesreće na poslu nisu samo povrede u fizičkom i psihičkom smislu, već i dezorganizacija u radu. Povrede na radu imaju socijalno-medicinski i društveno-ekonomski značaj, jer povlače odsutnost sa posla, a time i manju produktivnost rada, često invaliditet, ponekad i gubitak života, isplatu naknade umesto ličnog dohotka, troškove lečenja, medicinske i profesionalne rehabilitacije i dr., što ima negativnih posledica po pojedinca, njegovu porodicu, radnu organizaciju i društvenu zajednicu u celini. Jasno je da je za smanjenje broja i težine povreda na radu neophodna uspešna prevencija nesreća na radu.

Analiza povreda na radu ima za cilj da otkrije šta je sve prethodilo tom završnom činu. Otuda se i pridaje poseban značaj analizi povreda na radu, jer se na osnovu otkrivenih uzroka mogu preduzeti direktne mere, koje su u stanju da spreče ponovnu nesreću.

Dosadašnje iskustvo kod nas i u drugim zemljama je pokazalo da se analizi nesreća na radu, naročito njihovih uzroka, a još više preduzimanju mera za njihovo otklanjanje ne poklanja odgovarajuća pažnja, pa zbog toga nije moguća potpuna prevencija povreda na radu.

U nastanku teških povreda na radu, smatra se da je ljudski faktor najznačajniji. Na osnovu brojnih analiza povreda na radu, uočeni su izvesni faktori koji imaju značaja pri povređivanju. To su:

- godine starosti,
- dužina radnog staža (iskustvo),
- adaptacija novih radnika ili starih radnika na nove poslove,
- akutne i hronične bolesti,
- stres,
- telesne karakteristike,
- različiti fizički nedostaci,
- motivacija za rad i sl. [7].

6. REZULTATI I DISKUSIJA

U okviru ovog rad izvršena je analiza uzročnika teških povreda na radu u Rep. Srbiji na osnovu 213 dostupnih izveštaja o teškim povredama na radu tokom 2015. god. Delatnosti u kojima su se dogodile teške povrede na radu u radnim organizacijama u Srbiji tokom 2015. god obuhvataju:

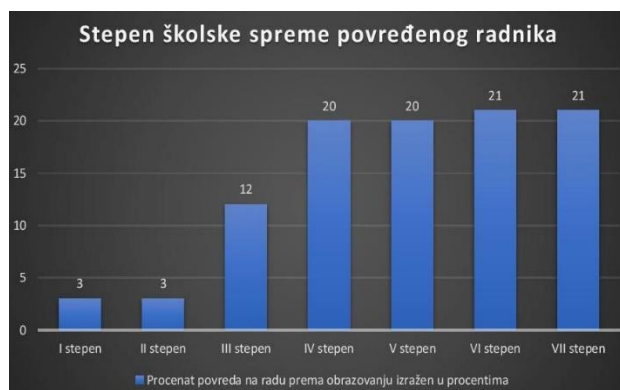
- poljoprivredu,
- građevinarstvo,
- trgovinu na veliko i malo,
- saobraćaj i skladištenje,
- komunalne delatnosti,
- usluge smeštaja i ishrane,
- umetnost, zabavu i rekreaciju,
- državnu upravu i
- industriju.

Na osnovu dobijenih rezultata koji su prikazani grafički (slika 3.), najveći procenat radnih organizacija u Srbiji u 2015. godini u kojima su se dogodile teške povrede na radu pripada delatnosti državne uprave (10%), obrazovanja (10%), umetnosti, zabave i rekreacije (10%), usluga smeštaja i ishrane (10%), ostalim delatnostima (10%), zatim zdravstvu (9%), saobraćaju i skladištenju (8%), kao i komunalnim delatnostima (8%), trgovini na veliko i malo (7%), građevinarstvu (6%), a na najmanji broj preduzeća je iz sektora poljoprivrede (1%) i industrije (1%).



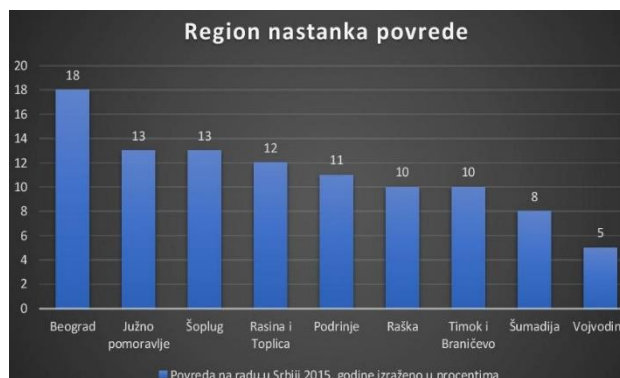
Slika 3. Raspodela delatnosti u Srbiji u 2015. godini u kojima su se dogodile teške povrede na radu

Najveći broj teških povreda na radu dogodio se radnicima sa višim stepenom stručne spreme i to 20-21% povreda doživeli su radnici sa IV, V, VI i VII stepenom obrazovanja, zatim 12% onih koji imaju III stepen, i na kraju 3% radnika sa II stepenom i isti procenat onih sa završenom osnovnom školom (3%), (slika 4.).



Slika 4. Procenat povreda na radu prema obrazovanju povređenih radnika

Najveći broj teških povreda na radu izražen u procentima desio se u Beogradu (18%), zatim u Južnom Pomoravlju (13%), i Šopluklu (13%), Rasini i Toplici (12%), Podrinju (11%), zatim u Raškoj (10%), Timoku i Braničevu (10%), dok je najmanji procenat zabeležen u Šumadiji (8%) i Vojvodini (5%), (slika 5.).



Slika 5. Procenat povreda na radu na region države Srbije u 2015. godini

7. ZAKLJUČAK

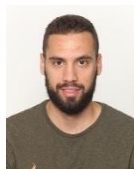
Pravo na bezbedan i zdrav rad na radnom mestu je osnovno ljudsko pravo. Ovo pravo mora da se poštuje na svakom nivou razvoja i u različitim ekonomskim uslovima. Poštovanje ovog ljudskog prava je obaveza svih koji se bave problematikom bezbednosti zdravlja na radu, a ulaganje u prevenciju je moguće i potrebno, što je uslov za održivi ekonomski razvoj. Tamo gde su investicije uložene u prevenciju rizika od povreda na radu i profesionalnih bolesti dolazi do značajnih društveno-ekonomskih koristi i u proseku se uštedi znatno više novca nego što je uloženo u prevenciju.

Povrede na radu su redovna i prateća pojava svake ljudske delatnosti i jedan od glavnih zdravstvenih, ekonomskih i privrednih problema modernog društva. Njihove posledice ne pogađaju samo povređenog radnika već i njegovu porodicu, radnu organizaciju i celokupno društvo. Oštećenja zdravlja, umanjeње ili gubitak radne sposobnosti, materijalni troškovi zbog nadoknade bolovanja, lečenja, rehabilitacije, invalidnosti, umanjeње životnih aktivnosti, poremećaji u porodici, ometanje radnog procesa, opadanje produktivnosti i kvaliteta rada izazvano povredama na radu čine problem profesionalnog traumatizma veoma aktuelnim [8]. I pored preduzimanja sveobuhvatnih mera za siguran i bezbedan rad, sprovođenjem svih mera zaštite, u pojedinim situacijama dolazi do povećanja rizika i često do incidenta, jer zataji ljudski faktor.

8. LITERATURA

- [1] Ugarak D. 2010. BZR, Pravni izvori i nacionalni sistem BZR, Beogradska politehnika, Beograd
- [2] Ilić, A. 2006. Bezbednost i zdravlje na radu, Granski sindikat metalaca „Nezavisnost“, Beograd
- [3] Božić-Trefalt V. i dr. 2012. Osnove iz bezbednosti i zdravlja na radu i zaštite od požara. Visoka tehnička škola strukovnih studija, Novi Sad
- [4] Medak, I. Spasić, D. Avramović, D. 2012. Povrede na radu prema godinama života i dužini radnog staža povređenih radnika, Menadžment i sigurnost – M&S 2012: „Upravljanje ljudskim resursima i sigurnost“, str. 459-472
- [5] Salić, T. 2017. Zloupotreba povreda na radu, Udruženje Klaster komora za zaštitu životne sredine i održivi razvoj, Zrenjanin
- [6] Stanković, M. 2016. Prilog povećanju bezbednosti na radu sa posebnim osvrtom na rad sa dizalicama, magistarska teza, Univerzitet u Kragujevcu, Fakultet za mašinstvo i građevinarstvo, Kraljevo
- [7] Drobnjak, R. Drobnjak, P. Vasović V. 2011. Bezbednost i zdravlje na radu u valjaonici bakra ad Sevojno u 2010. godini. U: Rizik i bezbednosni inženjering, zbornik radova 7. međunarodnog naučnog savetovanja. Visoka tehnička škola strukovnih studija u Novom Sadu
- [8] Keogh. J.P. Nuwayhid, I. Gordon, J.L. Gucer, P.W. 2000. The impact of occupational injury on injured worker and family: outcomes of upper extremity cumulative trauma disorders in Maryland workers. Am J Ind Med 2000; 38(5): 498-506.

Kratka biografija:



Lazar Prole rođen je u Novom Sadu 20.09. 1993. Završio je Gimnaziju „Isidora Sekulić“ u Novom Sadu. Diplomirao je 2018. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novome Sadu, smer inženjerstvo zaštite na radu. Upisao je master studije iz iste oblasti 2018. godine i odbranio master rad 2019. godine. kontakt: mpadaptacija@gmail.com



Dragan Adamović rođen je 1976. Godine u Subotici. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka i izabran u zvanje docenta 2015. godine.

ISTRAŽIVANJA POJAVE MIKROPLASTIKE U OTPADNIM VODAMA SA DEPONIJAMA INVESTIGATION OF THE OCCURRENCE OF MICROPLASTICS IN LANDFILL WASTEWATER

Aleksandra Narevski, Goran Vujić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ZAŠTITA ŽIVOTNE SREDINE

Kratak sadržaj – Na samom početku rada dat je pregled stanja upravljanja plastikom u svetu. Zatim, radom je definisan fenomen mikroplastike, navedeni su i opisani izvori mikroplastike, kao i uticaj iste na životnu sredinu i živi svet. Metodologija uzorkovanja i laboratorijske analize opisane su jednim od poglavlja ovog rada. Rezultati izvedenog eksperimenta direktno ukazuju na prisustvo mikroplastike u otpadnim vodama sa deponijama, a daljom analizom rezultata došlo se i do količine mikroplastike detektovane u uzorcima.

Ključne reči: otpad, upravljanje otpadom, plastika, mikroplastika, deponija, otpadne vode

Abstract – At the very beginning, an overview of how plastics are managed in the world is given. Then, the paper defines the phenomenon of microplastics, lists and describes the sources of microplastics, as well as the impact of microplastics on the environment and the living world. Sampling methodology and laboratory analyzes are described in one of the chapters of this paper. The results of the experiment directly indicate the presence of microplastics in the wastewater from the landfills, and further analysis of the results provided the amount of microplastics detected in the samples.

Keywords: waste, waste management, plastics, microplastics, landfill, wastewater

1. UVOD

Više od 50 godina, globalna proizvodnja plastike nastavlja da raste. U 2013. godini proizvedeno je oko 299 miliona tona plastike, što predstavlja povećanje od 3,9% u odnosu na 2012. godinu [1].

Plastika predstavlja izum koji je omogućio značajne koristi za društvo, a u nekim slučajevima čak i za životnu sredinu. Usled neadekvatnog načina upravljanja plastikom i njene jednokratne upotrebe, ona se od inovacije pretvorila u planetarnu katastrofu [2].

Oko 10-20 miliona tona plastike završi u okeanima svake godine. Jednom kada se nađe u okeanu, plastika tamo i ostaje usitnjena na komadiće koji se trofičkim lancima iskrane kumuluju u bioti vodenih ekosistema. Zbog osobine da se transportuje vetrom i vodenim strujama, plastika zagađuje veliki deo vodenih površina. Najviše plastike detektovano je u severnom Pacifiku, sa skoro 2×10^{12} čestica plastike [1].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji je mentor bio dr Goran Vujić, red. prof.

Evropa je još od 20-ih godina imala politiku za rešavanje problema zagađenja životne sredine plastikom. Posebno treba istaći Direktivu o ambalažnom otpadu koja je 2018. godine izmenjena tako da su ciljevi za reciklažu plastične ambalaže značajno povišeni (sa 22,5% na 55% do 2030. god). Takođe, Evropska komisija je 2018. godine usvojila Evropsku strategiju za plastiku, koja je rezultat šireg koncepta cirkularne ekonomije i paketa mera koje je Evropska komisija usvojila 2015. god. Strategija predviđa niz mera kao odgovor na neodrživo korišćenje plastike, od kojih su neke mere već počele da se primenjuju i proizvode [3].

2. FENOMEN MIKROPLASTIKE U SVETU

Mikroplastika je definisana kao čestice plastike manje od 5 mm, nastale od većih čestica (sekundarna) ili proizvedene u tako maloj veličini (primarna) [4]. Raspon veličina čestica kreće se između 1 μ m i 5 mm [5].

Važna grupa primarne mikroplastike su plastične granule koje se proizvode kao sirovina za industrijsku plastiku. Primarne plastične čestice se takođe koriste kao abrazivi u brojnim situacijama, npr. u kozmetici, proizvodima za čišćenje, farmaceutskim proizvodima. Sekundarna mikroplastika se može formirati tokom građevinskih radova sa plastikom ili prilikom održavanja plastičnih predmeta [5]. Sekundarna mikroplastika se formira biološkom degradacijom, fotodegradacijom, hemijskim taloženjem i fizičkim raspadom većih komada plastike u manje fragmente koji se vremenom ne mogu otkriti golim okom [6]. Izvori sekundarne mikroplastike su različiti i mogu podrazumevati cigarete, plastične kese i žvake [1].

2.1. Izvori mikroplastike

Mikroplastika prisutna u okeanu potiče iz niza kopnenih i morskih izvora, a može sadržati plastične granule ili delove većih plastičnih ostataka, koji potiču iz lokalnih izvora ili se putem reke ili morskih struja prenosi na velike udaljenosti. U zavisnosti od izvora, mikroplastika stiže do okeana različitim putevima – preko otpadnih voda, putem abrazije pribora za ribolov ili konstrukcija poput brana, različitih instalacija za akvakulturu ili jednostavno može biti direktno bačena sa brodova [5].

Izvori mikroplastike:

1. Postrojenja za tretman otpadnih voda;
2. Domaćinstva;
3. Mikroplastika iz kanalizacionog mulja;
4. Atmosferske padavine i odlaganje snega;
5. Direktni izvori mikroplastike;
6. Transport mikroplastike rekama i morskim strujama;
7. Sistem upravljanja otpadom (deponije, postrojenja za reciklažu plastike).

Plastični aditivi, kao što su ftalati i osnovni plastični monomer – bisfenol A, ispiraju se iz plastike i završavaju u procednim deponijskim vodama, što dovodi do unošenja toksičnih supstanci iz plastike u životnu sredinu. Obim ispuštanja zavisi od svojstva plastičnih aditiva i polimera. Aditivi mogu biti hemijski zavisni ili nezavisni od polimera, što utiče na sudbinu polutanta u životnoj sredini. Potencijal transporta zavisi od veličine pora u polimeru i veličine molekula aditiva, kao i od spoljašnjih faktora, temperature u telu deponije i pH-vrednosti [5].

2.3. Uticaj mikroplastike na živi svet

Uticaji mikroplastike na živi svet još uvek nisu u potpunosti poznati. Međutim, u određenom broju organizama, kičmenjaka i beskičmenjaka, identifikovano je prisustvo mikroplastike. Ovi primeri predstavljaju brojne organizme sa različitim mehanizmima ishrane, uključujući korale, dagnje, ribe, crve koji žive u mulju, rakove i školjke. Naučnici su takođe zabrinuti da organizmi koji unose plastične ostatke mogu biti izloženi zagađujućim supstancama sorbovanim u plastici [6].

Najveći izvor plastike koju unosimo u telo je voda (flaširana i ona iz slavine), pri čemu su vidljive ogromne regionalne razlike. Dvostruko više plastičnih čestica nalazi se u vodi u SAD-u i Indiji u odnosu na Evropu i Indoneziju. Neki od prehrambenih proizvoda sa najvišom stopom plastičnih čestica su školjke, so i pivo [2].

3. MATERIJAL I METOD

Za potrebe istraživanja u okviru master rada korišćena je metoda utvrđena prilikom proučavanja i laboratorijskog rada sprovedenog kroz grant NOAA Marine Debris programa na Univerzitetu u Vašingtonu (Takoma), koja je prilagođena uslovima i očekivanim rezultatima.

Ciljevi projekta bili su usmereni na pojednostavljenje terminologije i tehnika koje se koriste za procenu koncentracija čestica mikroplastike u uzorcima vode iz morskih sredine, za razvoj laboratorijskih procedura za kvantifikaciju mikroplastičnih čestica u morskim površinskim vodama i sedimentima, kao i u proizvodima za ličnu higijenu [6].

Eksperiment je realizovan u akreditovanoj „Laboratoriji za monitoring životne i radne sredine“ Departmana za inženjerstvo zaštite životne sredine i zaštite na radu, Fakulteta tehničkih nauka, Univerziteta u Novom Sadu, pod nadzorom laboranta i uz sve mere predostrožnosti.

3.1. Opis uzorkovanja i laboratorijske analize

Uzorkovanje je sprovedeno na dve lokacije:

- Regionalna sanitarna deponija „Eko-dep“ u Bijeljini (Bosna i Hercegovina);
- Gradska deponija komunalnog otpada u Novom Sadu (Srbija).

Uzorkovanje na sanitarnoj deponiji u Bijeljini sprovedeno je na kontrolnom otvoru prihvatnog bazena (Slika 1) procedne deponijske vode. Zbog nemogućnosti uzorkovanja procedne vode sa cevi koja dovodi vodu u prihvatni bazen, uzorkovanje je realizovano tako što je naknadno ubačena pumpa ispumavala vodu iz bazena i

preko creva ubačenog u planktonsku mrežicu, vraćala vodu u bazen. Planktonska mrežica je provučena kroz otvor metalne rešetke postavljene iznad otvora prihvatnog bazena.



Slika 1. Mesto uzorkovanja na deponiji u Bijeljini

Kolektovano je 5 uzoraka u periodu od 9 do 14 časova. Svaki uzorak uzet je u duplikatu, odnosno izvršeno je dva uzorkovanja tokom sat vremena, sa pauzom od 30 minuta između sledećeg. Svako uzorkovanje trajalo je 15 minuta.

Planktonska mrežica je nakon svakog uzorkovanja pažljivo isprana destilovanom vodom u kadicu, odakle je ta voda sa uzorkom presuta u staklenu bocu od 2,5 litara. Kadica je isprana destilovanom vodom kako bi se obezbedilo da sve čestice mikroplastike budu isprane.

Protok male pumpe (naknadno ubačene u prihvatni bazen) iznosio je 0,3125 L/s, odnosno 1,125 m³/h. Velika pumpa kojom se procedna voda sa tela deponije dovodi do bazena ima protok od 20 000 m³/h.



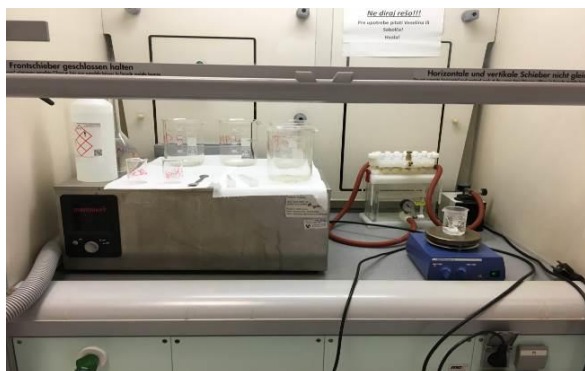
Slika 2. Mesto uzorkovanja na novosadskoj deponiji

Na deponiji komunalnog otpada u Novom Sadu (Slika 2) kolektovano je 3 uzoraka: jedan iz lagune i po jedan iz prihvatnih kanala. Uzorci su prikupljeni u staklene boce za uzorkovanje, koje su spuštane direktno u lagunu ili kanal. Sa svakog mernog mesta uzeta je procedna deponijska voda koja je naknadno u laboratoriji profiltrirana kroz planktonsku mrežicu. Zatim su planktonska mrežica i staklena boca u kojoj se nalazio uzorak pažljivo isprani destilovanom vodom nekoliko puta, kako bi se obezbedilo uklanjanje eventualno zadržanih čestica mikroplastike na mrežici i zidovima boca.

Nakon uzorkovanja, uzorci su transportovani do laboratorije. Svaki uzorak je profiltriran kroz sita poreda 2 mm, 800 µm, 500 µm, 200 µm, 16 µm i 63 µm.

Nakon filtriranja, sadržaj zadržan na svakom situ ispran je destilovanom vodom u posudu, a zatim u laboratorijsku čašu zapremine 1 L, nakon čega su pincetom skidane preostale vidljive čestice koji su takođe prebačene u čašu. Ista procedura ponovljena je za svaki uzorak. Čaše sa uzorcima postavljene su u sušnicu na 105° C tokom 24 časa, kako bi se obezbedilo izdvajanje čvrstih čestica iz uzorka, odnosno kako bi voda isparila.

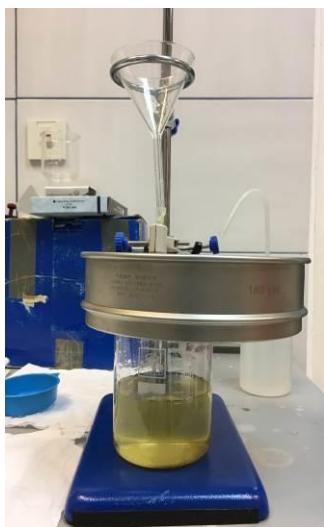
Naredni korak podrazumevao je uklanjanje organskih čestica prisutnih u uzorku pomoću vodonik-peroksida i izdvajanje čestica mikroplastike (Slika 3). U čašu sa uzorkom nakon sušenja dodato je 20 mL rastvora gvožđe-sulfata i 20 mL rastvora vodonik-peroksida. Dobijena smeša ostavljena je u digestoru par minuta da odreaguje, a zatim je čaša stavljena na magnetnu mešalicu koja je podešena da zagreje smešu do 75°C.



Slika 3. Digestor pod kojim je vršena oksidacija vodonik-peroksidom

Usledilo je dodavanje 6 g soli, kako bi se povećala gustina vodenog rastvora i smeša je zatim ponovo zagrejana na 75° C 30 minuta, kako bi se so rastvorila. Ceo postupak sproveden je pod digestorom, korišćena je zaštitna laboratorijska oprema i obezbeđena je sigurnost rukovanja uzorcima, ali i sigurnost laboranta.

Naredni zadatak bio je izdvojiti čestice mikroplastike iz smeše dobijene u prethodnom koraku. To je izvršeno tako što je stakleni levak postavljen i pričvršćen za stalak, a na njegov kraj stavljena gumena cevčica koja je pritegnuta laboratorijskom štipaljkom radi kontrole protoka (S. 4).



Slika 4. Izdvajanje čestica mikroplastike iz smeše dobijene u prethodnom koraku

Ispod cevčice postavljena je laboratorijska čaša od 50 mL, a na nju sito proreda 63 µm na kojem su se zadržale čestice mikroplastike. Tečnost u čaši ispod levka koja je nastala nakon ispiranja je odbačena, a sito na kojem su zadržane čestice mikroplastike ostavljeno je preko noći da se osuši pokriveno aluminijumskom folijom.

Čestice mikroplastike sakupljene na situ, prebačene su u petrijevu posudu pomoću pincete i špatule. Masa petrijeve posude izmerena je pre i posle dodavanja čestica mikroplastike, a oduzimanjem ove dve vrednosti dobijena je masa mikroplastike u uzorcima. Isti postupak ponovljen je za sve uzorke. Dobijeni rezultati prikazani su u Tabeli 1 i Tabeli 2.

Usledilo je posmatranje uzoraka pod mikroskopom (slika 5) pod uvećanjem od 40 i 80 puta, kako bi se uočile čestice mikroplastike.



Slika 5. Pregled uzoraka pod mikroskopom

Na Slici 6 može se videti mikroskopski snimak detektovanih čestica mikroplastike u jednom od uzoraka.



Slika 6. Prikaz čestica mikroplastike pod uvećanjem od 40 puta

3.2 Rezultati i tumačenja

Za potrebe ovog rada, na osnovu izvršenih laboratorijskih analiza utvrđeno je prisustvo čestica mikroplastike u uzorcima procedne vode sa oba deponijska lokaliteta.

Uzorak broj 1 u tabeli 1. predstavlja uzorak kolektovan iz lagune na gradskoj deponiji u Novom Sadu, dok su uzorak broj 2 i 3 kolektovani iz prvog i drugog prihvatnog kanala, respektivno.

U tabelama 1 i 2 oznaka (g) označava masu prazne petrijeve posude, (d) masu petrijeve posude sa česticama mikroplastike i (d) prikazuje masu čestica mikroplastike u uzorcima.

Tabela 1. Prikaz dobijenih rezultata o količinama mikroplastike u uzorcima sa deponije u Bijeljini

Masa [g]	Uzorak 1	Uzorak 2	Uzorak 3	Uzorak 4	Uzorak 5
g	54,4668	54,2855	52,2398	56,1661	55,7843
d	54,5429	54,2862	52,2454	56,1708	55,7870
đ	0,0761	0,0007	0,0056	0,0047	0,0027

Tabela 2. Prikaz dobijenih rezultata o količinama mikroplastike u uzorcima sa deponije u Novom Sadu

Masa [g]	Uzorak 1	Uzorak 2	Uzorak 3
g ₁	46,9178	45,1559	47,8234
d ₂	46,9194	45,4594	47,8278
đ ₃	0,0016	0,0035	0,0044

Dobijeni rezultati pokazuju približno iste vrednosti količina mikroplastike u uzorcima sa obe deponijske lokacije. Računanjem prosečne vrednosti količina mikroplastike iz tabela 1 i 2 dolazi se do koncentracija mikroplastike prisutne u predmetnim uzorcima.

Zaključeno je da koncentracija mikroplastike u uzorcima sa regionalne deponije "Eko-dep" u Bijeljini iznosi 3,425 mg u 2,5 L otpadne deponijske vode, dok u uzorcima sa deponije u Novom Sadu ona iznosi 3,1667 mg u 2,5 L.

Dobijene rezultate ne treba smatrati aposlutno tačnim i potrebno ih je razmotriti sa zadržkom, zbog toga što se radi o veoma sitnim česticama plastike koje su nevidljive golim okom, pa se smatra da postoji određen procenat gubitaka nastalih prilikom izvođenja eksperimenta.

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata dobijenih u okviru master rada, kao i brojnih istraživanja na temu plastike i plastičnog otpada, može se zaključiti da proizvodnja velike količine različitih plastičnih materijala i sve veća upotreba u različite svrhe, dovodi do velike stope odlaganja plastičnog otpada na deponije u nerazvijenim zemljama i zemljama u razvoju.

Sama činjenica da je ovim radom utvrđeno prisustvo mikroplastike u procednim vodama i nesanitarne i sanitarne deponije, govori o neadekvatnom načinu upravljanja ovom vrstom otpada, kao i o potrebi za drugačijem pristupu rešavanja ovog problema.

Ukoliko bi se zabranilo ili smanjilo deponovanje plastike, sa jedne strane mogla bi se ostvariti značajna ekonomska korist u pogledu korišćenja tog materijala za reciklažu, dok bi se sa druge strane znatno lakše dostigli zahtevi domaće i strane zakonske regulative.

Preporuke za dalja istraživanja mogle bi biti:

1. Sprovesti istraživanja na temu utvrđivanja prisustva i količine mikroplastike u otpadnim vodama sa deponija drugom metodom ili optimizacijom metode koja je korišćena tokom istraživanja;
2. Ispitati moguće prisustvo i koncentracije mikroplastike u drugim tekućim i stajaćim vodama (npr. reke, jezera), ali i vodama za piće;
3. Sprovesti istraživanje u vezi sa uticajem mikroplastike na živi svet;
4. Utvrditi koncentracione nivo BpA u uzorcima procedne vode sa deponija.

5. LITERATURA

- [1] G. Gourmelon, „Global plastic production rises, recycling lags“, 2015.
- [2] http://www.wwf.rs/nasa_planeta/ne_plastici/ (pristupljeno u avgustu 2018.)
- [3] <https://www.nedeljnik.rs/moguće-je-zamisliti-nasu-zemlju-bez-otpadne-plastike-izazovi-pred-srbijom-u-procesu-evropskih-integracija/> (pristupljeno u avgustu 2018.)
- [4] S. Estahbani, N.L. Fahrendfeld, "Influence of wastewater treatment plant discharges on microplastics concentrations in surface water", 2016.
- [5] K. Magusson, K. Eliasson, A. Fråne, K. Haikonen, J. Hultén, M. Olshammar, J. Stadmark, A. Voisi "Swedish sources and pathways for microplastics to the marine environment", Mart 2016.
- [6] J. Masura, J. Baker, G. Foster, C. Arthur, "Laboratory methods for the analysis of microplastics in the marine environment: recommendations for quantifying synthetic particles in waters and sediments", NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-48, 2015.

Kratka biografija:



Aleksandra Narevski rođena je u Novom Sadu 1995. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Inženjerstvo zaštite životne sredine odbranila je 2019. god.

kontakt: aleksandranarevski@uns.ac.rs



Goran Vujić rođen je u Zrenjaninu 1972. god. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2007. god., a od 2017. god. je u zvanju redovni profesor. Oblast interesovanja su upravljanje otpadom.

**ANALIZA MOGUĆNOSTI NASTANKA POŽARA U OBJEKTIMA ZA SKLADIŠTENJE
OPASNOG OTPADA – PRIMER DOO HIGIA U SREMSKOJ MITROVICI****ANALYSIS OF THE POSSIBILITY OF FIRE OCCURRENCE IN HAZARDOUS WASTE
STORAGE FACILITIES – THE EXAMPLE OF LTD HIGIA IN SREMSKA MITROVICA**

Jovana Vojinović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – INŽENJERSTVO ZAŠTITE ŽIVOTNE
SREDINE**

Kratak sadržaj – Predmet ovog rada predstavlja analizu mogućnosti nastanka požara u objektima za skladištenje opasnog otpada na primeru skladišta Higia doo u Sremskoj Mitrovici. Utvrđivanje požarnog rizika vrši se izradom Plana zaštite od požara i procenom rizika od požara. Procena rizika od požara ima za cilj sprečavanja nastanka požara i spasavanja ljudi i materijalnih dobara kojim se utvrđuje organizacija, mere i poslovi u vezi unapređenja zaštite od požara u objektu. Na osnovu izvršene procene rizika daje se predlog mera za eliminaciju ili smanjenje rizika na prihvatljivi nivo.

Ključne reči: Požar, Rizik od požara, Plan zaštite od požara, SRPS TP 19, Opasan otpad, Skladišta, Evakuacija, Statistika požara

Abstract – The subject of this paper is the analysis of the possibility of fire occurrence in hazardous waste storage facilities on the example of a Higia ltd hazardous waste storage facility in Sremska Mitrovica. Determination of fire risk is done by developing a Fire Protection Plan and assessing the fire risk. The fire risk assessment is aimed at preventing the occurrence of fires and saving people and material assets, it determines the organization, measures and activities related to the improvement of fire protection in the facility. Based on the risk assesment, a proposal is made for measures to eliminate or reduce the risk to an acceptable level.

Keywords: Fire, Fire risk, Fire protection plan, SRPS TP 19, Hazardous waste, Warehouses, Evacuation, Fire statistics

1. UVOD

Problemi zaštite od požara u oblasti upravljanja otpadom su veoma složeni, sa obzirom na činjenicu da postoje velike opasnosti od moguće pojave požara, dok su s druge strane materijalne štete koje požari nanose u ovoj oblasti po pravilu veoma velike, naročito ako se uzme u obzir potencijano negativan uticaj na životnu sredinu. Skladišta su po pravilu mesta realizacije i koncentracije niza skladišnih, transportnih,

pretovarnih i manipulativnih operacija sa različitom robom, što sa sobom nosi i određeni rizik od nastanka požara. Takođe, sa aspekta protivpožarne zaštite problem predstavlja i to je skladišni sistem prema svojoj osnovnoj funkciji mesto gde su jednovremeno smeštene najveće količine robe. Ukoliko je, uz to, uskladištena roba zapaljiva i/ili eksplozivna, ili takva da tokom sagorevanja stvara toksične produkte, jasno je kakve su moguće posledice požara ili eksplozije, kako po zaposlene, ljude u okruženju, tako i po materijalna dobra i životnu sredinu.

2. TEORIJSKA RAZMATRANJA

Zaštita od požara i eksplozija predstavlja skup mera i aktivnosti preventivnog i represivnog karaktera. Da bi se zaštita od požara i eksplozije efikasno sprovedla svoje učešće i doprinos mora dati celokupna društvena zajednica, jer svaki kompromis može koštati onog što je najdragocnije – života. Subjekti zaštite od požara dužni su da angažovanjem raspoloživih ljudskih i materijalnih resursa učestvuju u gašenju požara i spasavanju ljudi i imovine ugroženih požarom, ako to mogu da učine bez opasnosti za sebe ili drugoga [2].

2.1. Rizik od požara

Kako bi se mogao bliže objasniti pojam požara i opasnost od požara neophodno je prvo definisati termine opasnosti i rizika. Opasnost se može definisati kao pretnja koja može da se manifestuje kao stvaran štetan događaj. Rizik predstavlja verovatnoću nastanka nekog događaja štetnog efekta za ljude, materijalna dobra ili za životnu sredinu. Opasnost je konkretna situacija koja uslovljava nastanak štetnog događaja. Dakle, rizik predstavlja proizvod verovatnoće događaja i posledica koje mogu nastati i može se predstaviti na sledeći način:

$$Rizik = Verovatnoća \times Posledice (gubici) \quad (1)$$

Spoznati rizik znači:

- Identifikovati opasnosti i štetnosti
- Utvrditi verovatnoću nastanka neželjenog događaja
- Proceniti posledicu (štetu) njegovom pojavom

Ne mogu se poistovetiti pojmovi opasnost i rizik. Opasnost je kvalitativan pojam, a rizik je kvantitativno iskazana mogućnost da nakon izloženosti dođe do povrede ili oštećenja zdravlja.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Slobodan Krnjetin, red. prof.

Tokom tehničko/tehnološkog postupka da bi se moglo pravilno i blagovremeno reagovati, te upravljati rizikom, neophodno je poznavanje konkretne situacije i to:

- šta se radi (detaljan opis tehnologije),
- sa čime se radi (karakter, fizičko-hemijske osobine materija),
- kako se radi (opis rada i operacija, odnosno alata),
- gde se radi (opis radnih prostorija),
- ko radi (obučen, priučen, kvalifikovan),
- pod kojim uslovima se radi (ventilacija, grejanje itd.),
- stanje instalacija i uređaja (dotrajnost, održavanje itd.),
- mere zaštite (tehničke i organizacione).

2.2. Požarna analiza prema SRPS – ISO TP 19 (standardi i požarna analiza otpornosti za industrijske objekte)

Ovu tehničku preporuku je pripremila komisija za standarde iz oblasti građevinskih tehničkih mera zaštite od požara, na osnovu nacrt standarda DIN 18230, deo 1, iz 1987. godine. Ova preporuka se primenjuje za objekte (ili delove objekata) koji su predviđeni za proizvodne pogone ili skladišta (industrijski objekti). Ova preporuka omogućava jednostavno protivpožarno dimenzionisanje industrijskih objekata sa požarnim opterećenjem koje može da se proceni, u odnosu na proračunsko trajanje otpornosti prema požaru njihovih građevinskih konstrukcija.

Uz uvažavanje faktora za ocenu i faktora sigurnosti za svaki požarni sektor koji se odnosi na odgovarajuće požarno opterećenje, određuju se potrebne otpornosti prema požaru, iz čega može da se odredi klasa otpornosti prema požaru [1].

Promena požarnog opterećenja prema veličini i rasporedu, koje bi prema odredbama ove preporuke dovele do strožih zahteva, mogu da se pokažu potrebnim u pogledu građevinskih zahteva. Projektant pri tome već u fazi planiranja može da uzme u obzir izmene u smislu eksploatacije ili građenja, koje bi dovele do veće otpornosti prema požaru. Dalje treba ukazati na to da korisnik objekta treba da ima mehanizme pomoću kojih će pratiti eventualne promene požarnog opterećenja koje ne smeju da dovedu do prekoračenja najvećeg dozvoljenog ocenjenog požarnog opterećenja, dimenzionisanog u skladu sa ovom preporukom [1]. Ova preporuka služi za određivanje proračunske potrebne otpornosti prema požaru građevinske konstrukcije (erf t_F) jednog požarnog sektora. Pri tome se polazi od pretpostavke da u slučaju velike verovatnoće za nastanak požara ne dolazi do otkazivanja pojedinih delova građevinske konstrukcija, odnosno do rušenja noseće konstrukcije (noseći elementi konstrukcije, konstrukcija u celini) i da sistem za gašenje požara u objektu može da se aktivira u predviđenom vremenu.

3. ANALIZA MOGUĆNOSTI NASTANKA POŽARA NA PRIMERU SKLADIŠTA DOO HIGIA

U ovom delu rada će biti analizirana mogućnost nastanka požara na primeru objekta skladišta opasnog otpada kompanije Higia doo u Sremskoj Mitrovici, a sa obzirom

na veličinu objekta za skladištenje ispitivani požarni sektor predstavlja i jedini požarni sektor u sklopu objekta i u njemu se vrši skladištenje opasnog i neopasnog otpada. Skladište opasnog otpada Higia doo se nalazi na ulazu u Sremsku Mitrovicu, na parceli koja se nalazi na samom ulazu u naselje iz pravca Rume i Vognja, sa leve strane puta za Rumu, koji je Higia d.o.o. uzela u zakup. Položaj objekta sa gledišta zaštite od požara u odnosu na mogućnost ugrožavanja od strane susednih objekata je povoljan. Objekat je izgrađen na zadovoljavajućem rastojanju od susednih objekata, tako da u slučaju požara ne postoji mogućnost međusobnog direktnog ugrožavanja. Najbliži stambeni objekti u Sremskoj Mitrovici nalaze se na udaljenosti od oko 1,4 km prema zapadu. U neposrednoj blizini nalazi se veći broj privrednih objekata različite namene.

Položaj objekta u odnosu na vatrogasno - spasilačku jedinicu Sremska Mitrovica je zadovoljavajući. Od sedišta vatrogasno - spasilačke jedinice Sremska Mitrovica, objekat je udaljen oko 1,7 km.

3.1 Mikrolokacija

U neposrednoj blizini objekta nalazi se nekoliko privrednih objekata različite namene, dok se najbliži stambeni objekti u Sremskoj Mitrovici nalaze se na udaljenosti od oko 1,4 km prema zapadu. Od Save je objekat udaljen oko 1,6 km. Prilaz objektu je kolski sa puta Sremska Mitrovica - Ruma, a pristup predmetnoj lokaciji obezbeđen je preko lokalnog kolovoza koji je delimično nasut tucanikom, i delimično izbetoniran. Postojećim saobraćajnicama je omogućen dolazak vatrogasnih vozila, dok je pristup samom objektu omogućen internim saobraćajnicama oko samog objekta sa dve strane.

3.2 Opšti podaci o preduzeću

Higia d.o.o. je osnovana 2004. godine sa sedištem u Pančevu i od samog početka osnovna delatnost je industrijsko čišćenje. Nedugo nakon osnivanja Higia doo seli operativni centar u Novi Sad, dok administrativni deo ostaje u Pančevu. Preseljenjem u Novi Sad Higia d.o.o. proširuje svoju delatnost i na upravljanje otpadom, tj. na zbrinjavanje opasnog i neopasnog otpada – sakupljanje, transport, kao i na konsalting iz oblasti zaštite životne sredine i upravljanja otpadom, bezbednosti u transportu opasnog tereta u drumskom i železničkom saobraćaju i iz oblasti upravljanja hemikalijama i biocidnim proizvodima. Stavljanjem u rad skladišta opasnog i neopasnog otpada u Sremskoj Mitrovici Higia doo počinje sa radom na još jednoj lokaciji u Srbiji i time proširuje svoju delatnost i na skladištenje opasnog i neopasnog otpada.

3.3 Građevinske karakteristike skladišta

Ukupna površina iznajmljenog poslovnog prostora (magacin broj 5), koji se nalazi u središnjem delu objekta je ukupne neto površine od 992 m² i sastoji se od skladišnog prostora, kancelarije i mokrog čvora (prostorije sa toaletom i umivaonikom) u prizemlju i skladišnog prostora i kancelarije na galeriji, povezanog stepeništem sa prizemnim delom. U magacinu površina prizemlja je 540 m², od čega kancelarija i mokri čvor zauzimaju 20,5 m², galerija (sprat) zauzima površinu od

452m², od čega 2,4 m² zauzima kancelarija. Konstrukcija objekta je metalna sa rasponom od 31,00 m, ukupna dužina hale je 150,56 m, a skladište za otpad zauzima deo od 17,80 m, i odvojen je od ostalog dela objekta zidovima od siporeksa. Ramovi čelične konstrukcije su na razmaku od 6 m. Fasada objekta je ozidana siporeks panelima oslonjenim na metalne papuče na stubovima ramova. Međuspratne konstrukcije su od metalnih nosača preko kojih su armirano-betonski paneli debljine 15 cm. Na skladištu postoje kolska ulazna vrata, koja su sa kliznim mehanizmom. Pod je vodonepropusan. Objekat je izgrađen kao prizemlje plus sprat (galerija), od materijala standardnog kvaliteta. Prozori su kopilit u metalnom ramu, a unutrašnja stolarija je drvena. Krovna konstrukcija je kosa, čelična rešetka, a krovni pokrivač je TR lim.

3.4 Proces rada skladišta opasnog i neopasnog otpada Higia doo

Sakupljanje otpada operater Higia doo vrši u cilju njegovog konačnog zbrinjavanja, odnosno predaje operaterima koji ga tretiraju u Republici Srbiji, privremeno skladište do tretmana ili izvoza u skladu sa izvoznim dozvolama koje poseduju. Higia d.o.o., Pančevo privremeno skladišti opasan i neopasan otpad sa ciljem pravilne pripreme i čuvanja opasnog i neopasnog otpada u skladištu do pronalaženja konačnog rešenja za trajno zbrinjavanje otpada ili transporta prema operaterima koji imaju dozvolu za tretman ili reciklažu.

Radni kapacitet postrojenja je projektovan da se u njemu pripremi i skladišti oko 8.400 t opasnog otpada, odnosno 2.500 t neopasnog otpada godišnje. Maksimalni dnevni ulaz neopasnog otpada je 30t/dan, a opasnog otpada 50t/dan. U analiziranom skladištu vrši se isključivo skladištenje navedenih vrsta i količina otpada za koje je Higia doo kao operater ishodovala neophodnu dozvolu za rad u skladu sa Zakonom o upravljaju otpadom. U navedenom objektu obavljaju se sledeći poslovi, odnosno tehnološki procesi rada:

- Prijem i istovar opasnog otpada
- Skladištenje opasnog otpada
- Otprema i utovar opasnog otpada
- Pravilno obeležavanje otpada

U skladištu je obezbeđeno odvojeno skladištenje čvrstog i tečnog otpada, kao i opasnog i neopasnog otpada, s obzirom da je objekat podeljen na dva sprata. U prizemlju se skladišti opasan otpad, a na galeriji neopasan otpad. U skladištu se skladišti otpad koji je već propisno upakovan i obeležen na lokaciji generatora otpada i transportovan do skladišta. Na lokaciji skladišta se ne vrše nikakve druge radnje sa otpadom osim slaganja na predviđeno mesto, bez otvaranja i prepakivanja otpada. Od manipulativnih radnji vrši se samo sortiranje po klasama i vrstama otpada, istovar i utovar otpada. Prilikom istovara otpada koristi se viljuškar, a manipulacija unutar skladišta vrši se paletnim ručnim viljuškarem. Od ostale opreme koristi se vaga i pribor za čišćenje i održavanje skladišta.

3.5 Procena ugroženosti od požara požarnog sektora sektora u skladu sa SRPS TP 19

Uzimajući u obzir veličinu objekta za skladištenje ispitivani požarni sektor, koji će se u ovom radu dalje

posebno ispitivati, predstavlja i jedini požarni sektor u sklopu objekta i u njemu se vrši skladištenje opasnog i neopasnog otpada. Analizira se vanredni rad skladišta, a na osnovu informacija dobijenih od zaposlenih u skladištu tj. situacija da iz skladišta nije otpreman otpad neko vreme usled vremenskih nepogoda. U ovom slučaju otpad se u skladištu zadržava u većim količinama nego u redovnom radu, jer nije dolazilo do otpreme otpada operaterima, tako da možemo posmatrati situaciju da u skladištu imamo količine otpada dovoljne za 7 tura šleper kamionom, maksimalne nosivosti od 24t, što iznosi ukupno 168t.

Nakon primene odgovarajućih jednačina dobija se vrednost proračunski potrebne otpornosti prema požaru

Za klasu SK_b3:

$$erf t_f = t_a \gamma_1 \gamma_2 = 87,48 min \quad (2)$$

Za klasu SK_b32:

$$erf t_f = t_a \gamma_1 \gamma_2 = 56,86 min \quad (3)$$

Za klasu SK_b1:

$$erf t_f = t_a \gamma_1 \gamma_2 = 48,11 min \quad (4)$$

Predmetni objekat treba da zadovolji vatrootpornost konstruktivnih elemenata po klasi otpornosti F90 za noseće elemente konstrukcije (zidovi i stubovi), dok za međuspratnu konstrukciju F60 minuta.

3.6 Procena potrebnog broja aparata za gašenje požara

Procena potrebnog broja aparata za gašenje požara se računa prema za to određenoj formuli. Primenjujući je za ovaj konkretan slučaj dobija se da je za celo skladište potrebno postaviti 7 ručnih aparata za gašenje požara

3.7 Proračun vremena evakuacije iz skladišta

U objektima u kojima boravi veći broj ljudi, jedna od najvažnijih „primarnih“ mera zaštite od požara jeste pravilno izvođenje evakuacionih puteva. Ona podrazumeva projektovanje dovoljnog broja evakuacionih izlaza i dobro dimenzionisane i raspoređene evakuacione puteve. Uzimajući u obzir sve osobenosti prinudne evakuacije, objekat mora biti projektovan tako da svi ljudi mogu biti dovedeni do sigurnih prostora pre nastanka kritičnih uslova. Proračun evakuacije je raden za najnepovoljniji slučaj, a to je da se radnik sa galerije evakuiše preko glavnog evakuacionog izlaza. Ukupno projektovano vreme za napuštanje predmetnog objekta je 24,15 s. Za izračunato vreme evakuacije, nastali požar i njegovi produkti sagorevanja ne mogu ugroziti vitalne funkcije ljudi, a svi konstruktivni elementi objekta ostaju stabilni za ovo vreme.

3.8 Preventivne mere

Merama požarne preventive postiže se da verovatnoća izbijanja požara bude što manja, a protivpožarnim sistemom se onemogućava širenje požara, a time se i moguće štete svode na najmanju meru.

U cilju smanjenja rizika od požara u analiziranom objektu, trebalo bi primeniti sledeće mere zaštite od požara, a u skladu sa nekim preporukama Pravilnika o

tehničkim normativima za zaštitu skladišta od požara i eksplozija:

1. Pošto u skladu sa Pravilnikom o tehničkim normativima za zaštitu skladišta od požara i eksplozija se skladište svrstava u mala skladišta, potrebno je osigurati prilaz za vatrogasna vozila najmanje sa jedne strane;
2. Skladišta sa požarnim opterećenjem višim od 1.000 MJ/m² u koje posmatrano skladište spada, moraju imati najmanje dva izlaza za evakuaciju, postavljena tako da se prostorija skladišta može bezbedno napustiti, bez obzira na to sa koje strane je započeo požar, [3] te je potrebno držati oboje vrata prohodnim.
3. Noseće čelične konstrukcije moraju se zaštititi negorivim materijalom ili vatrootpornim premazom tako da se poveća njihova vatrootpornost na FP90.
4. Postaviti požarni zid koji mora da nadvisuje krov skladišnog objekta najmanje za 50 cm, a ako je krov od gorivog materijala, na obe strane, po 160 cm od zida, ugrađuje se i deo krova od negorivog materijala [3].
5. Omogućiti da prilazni putevi, ulazi/izlazi, u objekat budu uvek slobodni za nesmetan prolaz zabranom parkiranja neposredno uz izlaz objekta;
6. Obzirom na blizinu susednih objekata, činjenice da su prozori na objektima međusobno veoma blizu, te postoji mogućnosti širenja požara na susedne objekte, potrebno je postaviti požani prepust između prozora na susednim objektima minimalne širine 40 cm.
7. Skladišta se moraju prirodno provetravati, a gde to nije dozvoljeno mora se obezbediti i veštacko provetravanje.
8. Obučiti radnike za rukovanje i upotrebu aparata za gašenje požara;
9. Električne, gromobranske, kanalizacione i druge instalacije i uređaji u objektu, kontrolisati i održavati u ispravnom stanju;
10. Otpad se mora redovno otpremati kako bi u svakom momentu požarno opterećenje bilo svedeno na najmanju moguću meru;
11. Otpadna ulja i maziva unutar objekta čuvati i rukovati sa njima na propisan način;
12. Osoblje mora biti detaljno upoznato sa osobinama svih materija koje se nalaze u skladištu, načinu sprovođenja preventivnih mera zaštite od požara i upotrebom uređaja, opreme i sredstava za gašenje požara.

4. ZAKLJUČAK

Materijalna šteta koja nastaje u požarima dostiže zabrinjavajući nivo i poslednjih godina se stalno povećava. Požari se u potpunosti ne mogu ukloniti, a najefikasniji način zaštite dobara i smanjenja materijalne štete je preduzimanje odgovarajućih mera zaštite. Da bi se preduzele adekvatne mere zaštite moraju se znati uzroci požara i požarne opasnosti. Pravilnim identifikovanjem, analizom, procenom rizika i adekvatnim Planom zaštite od požara; postiže se željeni cilj.

U ovom radu je pored osnovnih teorijskih pojmova vezanih za procenu rizika od požara dat i prokomentaran Plan zaštite od požara za skladišni objekat i to za objekta za skladištenje opasnog i neopasnog otpada. Urađena je požarna analiza objekta za skladištenje otpada kompanije Higia doo, na lokaciji u Sremskoj Mitrovici. Uzimajući u obzir konstrukciju objekta, on nije podeljen na požarne sektore, te se posmatra kao celina. . U skladištu se nalaze uglavnom gorivi materijali kao što su otpadne krpe, filterski materijali, otpadna kontaminirana kartonska, najlonska ambalaža i druga prazna ambalaža, kao i otpadna ulja, te se mogu očekivati požari klase A (požari čvrstih materija/drvena i kartonska ambalaža); B (požari tečnih materija/lako zapaljiva ulja, mazuti).

Stepen otpornosti elemenata konstrukcije na požar ima II kategoriju. Na osnovu specifičnog požarnog opterećenja, kategoriše u kategoriju srednjeg požarnog opterećenja za vrednosti u rasponu od 1 do 2 GJ/m².

U radu je pokazano da proračunska potrebna otpornost prema požaru t_F za objekat skladišta pri vanrednim uslovima rada iznosi 87,48 min, te je potrebna klasa otpornosti F90. Ukupno vreme za evakuaciju sa najnepovoljnijeg mesta u skladištu iznosi 24,15s i zadovoljava kriterijume za industrijske objekte. Primenom predloženih korektivnih mera dodatno se smanjuje rizik od požara, a u slučaju njegovog izbijanja se smanjuje rizik širenja na druge povezane objekte.

5. LITERATURA

[1] Anonim. 1997. SRPS TP 19 - Tehnička preporuka za građevinske tehničke mere zaštite od požara, zaštita od požara industrijskih objekata, proračunska potrebna otpornost prema požaru. Savezni zavod za standardizaciju, Beograd.

[2] Anonim. 2018. Zakon o zaštiti od požara. Službeni glasnik RS br. 111/2009, 20/2015, 87/2018 i 87/2018 - dr. zakoni, Beograd.

[3] Anonim. 1987. Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu skladišta od požara i eksplozija. Službeni list SFRJ br. 24/87, Beograd.

Kratka biografija:



Jovana Vojinović rođena je u Zrenjaninu 1983. Osnovne studije završila na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu; a potom i diplomske-master studije na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu iz oblasti inženjerstva zaštite životne sredine 2019. godine.

KOMPARACIJA TEHNOLOŠKOG PROCESA RECIKLAŽE ELEKTRONSKOG OTPADA – STUDIJE SLUČAJA POSTROJENJA U NIŠU I VERONI (ITALIJA)**COMPARISON OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF ELECTRONIC WASTE RECYCLING – CASE STUDIES OF PLANTS IN NIŠ AND VERONA (ITALY)**

Isidora Berezni, Bojan Batinić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – INŽENJERSTVO ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE

Kratak sadržaj – Tema rada je prikaz trenutnog stanja sistema upravljanja električnim i elektronskim otpadom u Republici Srbiji, od sistema sakupljanja, zakonske regulative, postojeće tehnologije za tretman do finalne dispozicije. Date su osnovne definicije elektronskog otpada, količina, sastav i značaj reciklaže istog. Obuhvaćene su i zakonske regulative u Evropskoj Uniji i Srbiji. Opisan je trenutni sistem sakupljanja ovog toka otpada u Srbiji i Italiji. Glavni deo rada predstavlja prikaz tehnologije tretmana elektronskog i električnog otpada u postrojenjima u Nišu i Veroni sa prikazom masenih tokova materijala ovih procesa. Na kraju rada, na osnovu poređenja i izvršene analize date su preporuke za poboljšanje trenutnog sistema upravljanja otpadom u Republici Srbiji.

Ključne reči: e-otpada, reciklaža, sistem upravljanja e-otpada, analiza tokova materijala

Abstract – The topic of the paper is to present the current state of the electrical and electronic waste management system in the Republic of Serbia, from the collection system, legal regulations, and existing treatment technology to the final disposal. Basic definitions of electronic waste, quantity, composition and importance of recycling are given. Legislation in the European Union and Serbia is also covered. The current system for collecting this waste stream in Serbia and Italy is described. The main part of the paper is the presentation of the technology of treatment of electronic and electrical waste in the plants in Niš and Verona with the presentation of mass flows of materials of these processes. At the end of the paper, recommendations for improving the current waste management system in the Republic of Serbia are made on the basis of comparisons and analysis.

Keywords: e-waste, recycling, e-waste management system, mass flow analysis

1. UVOD

Brz napredak u nauci o materijalima, proizvodnim procesima i elektronskim proizvodima stvorio je globalno tržište sa rapidnim širenjem tehnologije na potrošače. Poslednjih godina, napredak u telekomunikacionim i informacionim tehnologijama povećao je globalizaciju, omo-

gućavajući na taj način razvoj tržišta za nove proizvode na nivoima većim nego ranije, u smislu prikupljanja podataka, širenja proizvoda, primene tehnologije, ponašanja potrošača i prodora na tržište. Povećanje proizvodnje potrošačkih proizvoda i njihova distribucija na globalno tržište u kombinaciji sa njihovom pristupačnošću, stvorilo je izazove u upravljanju čvrstim komunalnim otpadom, posebno za sve veće količine elektronskih i električnih proizvoda

Posmatrajući sastav elektronskog i električnog otpada, njegovo odlaganje na deponije predstavlja izuzetno opasnu aktivnost imajući u vidu ograničenu biorazgradivost polimera, velike gubitke metala i toksičnost pojedinih delova elektronske opreme, kao što su baterije i druge skladišne jedinice. Evropska Unija je kroz Direktive poput 2012/19/EU i RoHS 2002/95/EC, kao i produženom odgovornošću proizvođača stavila naglasak na poboljšanje sistema upravljanja ovim tokom otpada. Međutim, brojni izazovi su se pojavili sa implementacijom ovih regulativa, kao što su problemi u sakupljanju, kategorizaciji otpada, procedurama sortiranja, upravljanju informacijama itd. Za rešavanje ovih problema potrebna je podrška relevantnih institucija na državnom nivou, kao i nove inovacije u tehnologiji. Situacija nije mnogo drugačija i u zemljama van EU, poput Srbije, gde se takođe javljaju slični izazovi u upravljanju otpadom, čak i kompleksniji u pojedinim slučajevima, usled slabije ekonomske razvijenosti same države i nedovoljne podrške sistema.

2. OPŠTE KARAKTERISTIKE E-OTPADA

Elektronski otpad je, u opštem slučaju, definisan kao svaka oprema čiji normalan rad zavisi od električne struje, uključujući i uređaje za generisanje, merenje i prenos [1]. Ukratko, e-otpada je opšti izraz za električnu i elektronsku opremu koja je prestala da ima bilo kakvu vrednost za svoje vlasnike, odnosno potrošače. Kako ova grupa obuhvata veoma širok spektar uređaja, ne postoji standardna definicija e-otpada.

Generalno, ovu vrstu otpada čini veoma širok spektar uređaja različitih namena. Prema direktivi Evropskog Parlamenta od 15. Avgusta 2018. godine važi podela na 6 kategorija:

1. Oprema za razmenu toplote
2. Ekrani i monitori
3. Lampe
4. Veliki uređaji
5. Mali uređaji
6. Mali IT i telekomunikacioni uređaji

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Bojan Batinić.

Od 2005. godine godišnja stopa rasta e-otpada na globalnom nivou iznosila je 5 % , što dovodi do ukupnog iznosa od 40 miliona tona ove vrste otpada u 2014. godini [2,3,4]. Evropska Unija je drugi najveći generator elektronskog i električnog otpada, posle Azije, sa trenutnom količinom od 11,6 miliona tona godišnje [5]. Najopštije procene ukazuju na to da se u svetu godišnje generiše 30-50 miliona tona novonastalog e-otpada, pri čemu samo na teritorijama najrazvijenijih zemalja sveta, kao što su Evropska Unija, Sjedinjene Američke Države i Australija, preko 25 miliona tona godišnje [6].

Što se tiče sastava elektronskog i električnog otpada, u opštem smislu on predstavlja kombinaciju metala, plastike i manjeg procenta drugih materijala poput keramike i stakla. U proseku 60% celokupnog otpada čine metali, kao što su retki zemljani metali (lantan, cerijum, praezodijum, neodijum, gadolinijum, disprozijum), plemeniti metali (zlato, srebro, paladijum) i drugi vredni metali (bakar, aluminijum, gvožđe); 15% plastika i staklo [5,7].

Pored toga što sadrži vredne materijale, u e-otpadu sadržane su i značajne količine toksičnih i opasnih materija poput žive, olova, hroma, pa je ekološki aspekt definitivno najznačajniji neposredan uticaj koji ukazuje na to da je reciklaža i adekvatno zbrinjavanje ove vrste otpada neophodno. Reciklažom se direktno utiče na smanjenje količine otpada na deponiji, a samim tim smanjuje se mogućnost narušavanja ljudskog zdravlja i zagađenje životne sredine.

Što se tiče ekonomskog aspekta reciklaže, struktura i hemijski sastav e-otpada stvara dodatan benefit na reciklažu. Sadržaj metala u otpadu, u odnosu na koncentracije u primarnim sirovinama su mnogostruko uvećane, pa ovaj tok čine vrednim koncentratom za dobijanje istih. Primera radi, posmatrajući sadržaj metala u generisanoj količini e-otpada samo u 2014. godini procenjena vrednost iznosi preko 48 milijardi evra [8].

3. ZAKONODAVNI OKVIR U EU I SRBIJI

Od posebnog značaja za elektronski i električni otpad jesu Direktiva 2002/96/EC o otpadnoj električnoj i elektronskoj opremi (WEEE – Waste Electrical and Electronic Equipment) i Direktiva 2002/95/EC o ograničenju količine potencijalno opasnih materijala sadržanih u elektronskim i električnim aparatima (RoHS).

WEEE Direktiva za cilj ima promociju reciklaže, opravka i ponovne upotrebe elektronskog otpada kako bi se smanjila njegova količina koja se odlaze na deponije. U ovu svrhu, glavni elementi koji su uvedeni Direktivom jesu princip produžene odgovornosti proizvođača (EPR – Extended Producer Responsibility) koji nameće proizvođačima odgovornost da finansiraju upravljanje e-otpadom i princip „Jedan za jedan“ koji omogućava potrošačima da besplatno dostave otpad ukoliko kupe ekvivalentni elektronski uređaj. Takođe, definisana je stopa sakupljanja elektronskog otpada od 4 kg/stan/god do 2008. godine. Direktiva je izmenjena 2012. godine (2012/96/EU) povećanjem naknada i uvođenjem zahtevnijih ciljeva za sakupljanje kao što je obaveza država članica da sakupe 45% (8 kg/stan) ukupne količine elektronskog i električnog otpada, definisane kao prosečna količina elektronske i električne opreme stavljenе na tržište do 2016. i 65% (12 kg/stan) do 2019.

Pored ovoga, 2017. godine Evropska Komisija objavila je Paket Cirkularne Ekonomije, koji dodatno podstiče razvoj lanca snabdevanja od potrošača do proizvođača, gde EPR sistem igra ključnu ulogu za ostvarivanje definisanih kvantitativnih ciljeva.[9]

RoHS Direktiva usmerena je na fazu dizajniranja produkata i ograničenju u korišćenju, u procentima težine, šest specifičnih materijala: olova, žive, kadmijuma, šestovalentnog hroma, polibromovanih bifenila (PBB) i polibromovanih difenil etara (PBDE).[10]

Srbija je uskladila svoje propise sa direktivama EU primenom odgovarajućih zakona, pravilnika i uredbi. Prema Zakonu o upravljanju otpadom ("Sl. glasnik RS", br. 36/2009 i 88/2010) e-otpad se svrstava u posebne tokove otpada, ima karakter opasnog otpada i ne može se mešati sa drugim vrstama otpada. Prema Direktivi 2012/19/EC i domaćem Pravilniku ("Sl. glasnik RS", br. 99/2010), definisana je lista električnih i elektronskih proizvoda razvrstanih na 10 razreda e-opreme

U Italiji Direktiva 2002/96/EU primenjena je kroz Uredbu Zakona 2005/151 i Uredbu Ministarstva 185/2007 koja je regulisala upravljanje elektronskim otpadom promovisanjem reciklaže, opravka i ponovne upotrebe i ograničavanjem upotrebe određenih opasnih supstanci sadržanih u elektronskoj opremi. Konkretno, prva uredba regulisala je upravljanje sistemom sakupljanja e-otpada usvajanjem „Clearing House“ modela kao sopstvenog nacionalnog sistema, dok se druga uredba fokusira na same aktere sistema za sakupljanje e-otpada. „Clearing House“ je nacionalni sistem, dok su proizvođači grupisani u takozvani Kolektivni sistem koji je odgovoran za celokupni sistem upravljanja e-otpadom. Akteri ovog kolektivnog sistema sarađuju sa različitim operaterima i organizacijama (logistički centri, reciklažni centri, sakupljački sistemi itd.) kako bi pružili usluge upravljanja elektronskim otpadom u celosti. Vlada nadgleda rad ovih sistema kroz Koordinacioni centar [10].

4. TRENUTNI SISTEM SAKUPLJANJA E-OTPADU U SRBIJI I ITALIJI

Šeme sakupljanja e-otpada u Srbiji su i dalje nerazvijene. Iako je odlaganje e-otpada bez prethodnog primarnog tretmana ilegalno, većina otpada, pretežno onog iz domaćinstva, se i dalje meša sa komunalnim otpadom na deponijama. Trenutni sistem sakupljanja baziran je na produženoj odgovornosti proizvođača, gde su proizvođači i uvoznici elektronske i električne opreme u obavezi da plaćaju određenu naknadu (zavisno od tipa proizvoda), za obezbeđivanje adekvatnog upravljanja e-otpadom. Reciklažne i druge kompanije se onda subvencionišu od strane Ministarstva Zaštite Životne Sredine sa 108 do 900 e/t tretiranog e-otpada. (Službeni Glasnik RS br.81/14). Stoga, kompanije koje se bave reciklažom i tretmanom e-otpada imaju ulogu i kolektora.[11] Što se tiče sistema praćenja, postupak evidentiranja i proces izveštavanja definisan je Zakonom o upravljanju otpadom (Službeni Glasnik RS br. 36/09, 88/10 i 14/16), kao i drugim podzakonskim aktima. Sve informacije vezane za e-otpad prikupljaju se i obrađuju u Nacionalnom Registru Zagađivača koji je uspostavila Agencija za Zaštitu Životne Sredine (SEPA).

U Italiji, upravljanje e-otpadom, uključujući transport, tretman, reciklažu i odlaganje odvija se od strane operatera koje angažuju proizvođači. Svi operateri dužni su da podnose izveštaj nacionalnoj agenciji (koordinacionom centru) za upravljanje elektronskim i električnim otpadom nazvanoj „Coordination Centre for WEEE“ (CdCRAEE). Nacionalna agencija osnovana je kako bi se regulisale i koordinisale aktivnosti operatera i uspostavili jednaki i homogeni uslovi između njih. Koordinacioni centar za e-otpad 2008. potpisao je dva opšta sporazuma: Sporazum o planiranju koji reguliše uslove za sakupljanje i upravljanje električnim i elektronskim otpadom (ANCI), koji predstavlja opštine i proceduru koja omogućava preuzimanje kolektivnih šema objekata za sakupljanje. Tokom 2018. godine kolektivni sistem sakupljanja sakupio je i poslao na tretman više od 310.000 tona elektronskog otpada, što je za 5% više nego prethodne godine. Ovo pokazuje pozitivan trend započeo 2014. i pozitivne efekte preduzimanja akcija za povećanje stope sakupljanja od strane organizacija koje su potpisale sporazum definisan članovima 15 i 16 Zakona 49/2014. Sakupljen otpad u Italijanskim reciklažnim centrima razdvaja se u pet grupa:

1. R1 – Rashladni uređaji
2. R2 – Veliki kućni aparati
3. R3 – Televizori i monitori
4. R4 – Mali kućni aparati
5. R5 – Oprema za osvetljenje

Sakupljanje e-otpada vrši se od strane različitih reciklažnih centara, koji omogućavaju sakupljanje istrošene elektronske i električne opreme od strane različitih korisnika. Prema izveštaju Koordinacionog Centra iz 2018. godine broj postojećih postrojenja i centara koji čine mrežu sakupljanja činio je: 4212 Namenskih postrojenja za sakupljanje (osnovana i upravljana od strane lokalnih vlasti i ovlašćenih kompanija za upravljanje e-otpadom), 277 Sakupljačkih centara distributera (programi “Jedan za jedan” ili “Jedan za nulu”), 6 Velikih korisnika (javni ili privatni objekti koji generišu velike količine e-otpada iz kategorija R4 i R5), 18 Individualnih sakupljakih centara (postavljeni od strane proizvođača), 370 Instalatera (postavljeni od strane kolektivnih operatera) 2852 Mesta u okviru distribucije i tehničkih centara, 1258 Postrojenja za tretman i 59 Sertifikovanih postrojenja [12]. Za poboljšanje i nadogradnju infrastrukture ovih sistema isplaćuju se naknade za efikasnost. Naknade za efikasnost su novčani iznosi isplaćivani od strane proizvođača kroz kolektivni sistem lokalnim sakupljačkim centrima, proizvodnim centrima distributera i individualnim sakupljačkim centrima u skladu sa količinama sakupljenog e-otpada. U 2018. godini, za sve kategorije e-otpada, isplaćeno je 16.928.244 €, prema izveštaju Koordinacionog centra [12].

5. PRIKAZ POSTOJEĆE TEHNOLOGIJE TRETMANA U SRBIJI

U Republici Srbiji postoje svega četiri operatera koja vrše organizovano sakupljanje i reciklažu elektronskog otpada, a prema poslednjim procenama reciklira se između 15 i 20 hiljada tona, što čini 20% od ukupne generisane količine ove vrste otpada.

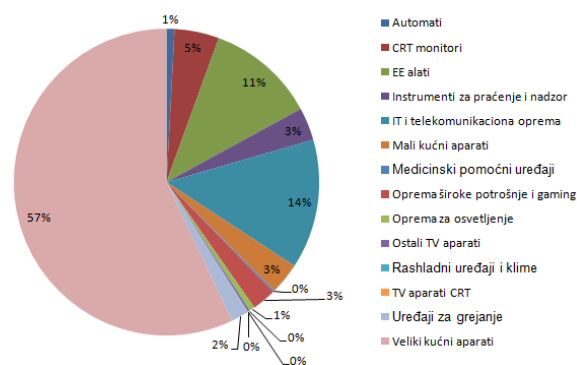
Tretman električnog otpada u Srbiji u najvećoj meri zasniva se na sortiranju otpada po kategorijama i manuelnoj separaciji komponenti koje je moguće odvojiti. Nakon toga se, komponente poput matičnih ploča, katodnih cevi, baterija i slično, izvoze u inostranstvo na dalju preradu. Mehanički procesi, koji podrazumevaju usitnjavanje na šrederu, mlevenje u mlinovima, izdvajanje metala, magnetne i druge vrste separatora, uglavnom nisu zastupljeni. Postoji svega par postrojenja koja poseduju liniju za mehanički tretman rashladnih uređaja, gde se vrši izdvajanje freona i dobijanje sekundarnih sirovina poput gvožđa, plastike, aluminijuma i bakra.

“E-reciklaža” Niš

Kao studija slučaja za prikaz tretmana elektronskog otpada uzeta je kompanija E-reciklaža sa sedištem u Nišu, kao vodeći operater za sakupljanje i reciklažu ove vrste otpada u Republici Srbiji. Osnovana 2010. godine, sa dozvolom za reciklažu od 14 hiljada tona e-otpada godišnje, do 2016. godine reciklirano je 70 hiljada tona elektronske i električne opreme i 500 hiljada rashladnih uređaja, dok je izvezeno 70t freona i zbrinuto 3 500 t opasnog stakla.

Tretman u kompaniji podrazumeva ručnu separaciju i mehanički tretman u MeWa postrojenju. Televizori i monitori sa katodnim cevima (CRT) podležu samo ručnoj separaciji, pri čemu se izdvajaju finije komponente, a staklo se lomi, deli na opasno i neopasno i dalje izvozi, dok je MeWa postrojenje dizajnirano za tretman rashladnih uređaja i električne i elektronske opreme.

Godišnje, u proseku, kompanija sakupi i reciklira 13 hiljada tona električnog i elektronskog otpada, što čini 60% ukupne reciklirane količine u Republici Srbiji.



Slika 1 Procenat sakupljenih i recikliranih količina e-otpada po kategorijama

Ako pogledamo količine po kategorijama videćemo da najveći procenat sakupljenih i recikliranih količina čini grupa velikih kućnih aparata, zatim rashladnih uređaja i TV/CRT aparata.

Prilikom tretmana e-otpada dolazi do izdvajanja različitih komponenti i sirovina, kao i razdvajanja opasnih od neopasnih supstanci, čime se omogućava dalje pravilno upravljanje istim, smanjivanje količine otpada koja odlazi na deponiju i samim tim zaštite životne sredine i zdravlja ljudi.

Tokom procesa u postrojenju, ručnom separacijom izdvajaju se materijali poput drveta, stakla, gume,

različitih elektronskih komponenti, kablova, baterija i slično, dok su glavni izlazi mehaničkog tretmana metali: bakar, aluminijum, gvožđe i čelik i pur pena kao nusprodukt. Značajna činjenica je da ništa od sirovina koje izlaze iz postrojenja ne odlaze se na deponije. Sirovine poput aluminijuma, bakra, gvožđa, drveta i jedan deo plastike prodaju se kao sekundarne sirovine kompanijama u Srbiji, dok se ostale komponente izdvojene u procesu tretmana poput baterija, freona i drugih prodaju ili izvoze u inostranstvo na dalji tretman zbog nedostatka tehnologije u samoj državi.

6. PRIKAZ POSTOJEĆE TEHNOLOGIJE TRETMANA U ITALIJI

U Italiji za sakupljanje i reciklažu elektronskog i električnog otpada odgovorno je 15 operatera, a prema poslednjim procenama godišnje se reciklira 300 000 tona ove vrste otpada.

Tretman električnog i elektronskog otpada obuhvata sortiranje otpada na 5 kategorija, manuelnu separaciju komponenti koje je moguće odvojiti i mehaničkom tretmanu. U postrojenjima za pred-tretman, komponente koje su ručno izdvojene, poput baterija, katodnih cevi, matičnih ploča i slično, u zavisnosti od postojećih kapaciteta, šalju se u postrojenja za sekundarni tretman u Italiji ili se izvoze u inostranstvo radi dalje obrade. U postrojenjima u Italiji zastupljeni su mehanički tretmani poput usitnjavanja na šrederu, mlevenja u mlinovima, magnetni i druge vrste separatora, a postrojenja koja obavljaju tretman rashladnih uređaja takođe poseduju liniju za izdvajanje freona. Prema izveštaju Koordinacionog centra iz 2018. godine 59 postrojenja je ovlašćeno za tretman e-otpada, od čega je 14 akreditovano za tretman rashladnih uređaja, 47 za tretman velikih kućnih aparata, 19 za tretman televizora i monitora, 37 za tretman malih kućnih aparata i 11 za tretman opreme za osvetljenje.

“Stenatechnoworld” Verona

Kompanija Stena Technoworld obavlja tretman električnog i elektronskog otpada u skladu sa i prema modelima predviđenim Evropskom Direktivom 2002/96/CE i Zakonom od 49/14, na industrijskoj lokaciji u opštini Agnari (Verona). Aktivnosti koje se sprovode u kompleksu postrojenja obuhvataju linije tretmana:

- Linije za tretman e-otpada iz kategorije R1 (rashladni uređaji i klime)
- Linije za tretman e-otpada iz kategorije R2 (veliki kućni aparati)
- Linije za tretman e-otpada iz kategorije R3 (Tv i monitori)
- Linije za tretman e-otpada iz kategorije R4 (malikućni aparati)
- Linije za tretman e-otpada iz kategorije R5 (oprema za osvetljenje)
- Linije za separaciju baterija i tonera
- Linije za čišćenje i vatrogasnih aparata i rezervoara
- Linije za separaciju mlevenjem, granulacijom, aerauličnim i vlažnim odvajanjem u cilju koncentrisanja najviše iskorišćenih frakcija u homogenu i jasno definisanu klasu.

Svrha tretmana je prerada e-otpada sa ciljem njegovog raščlanjivanja na komponente pogodne za dalju direktnu ili indirektnu reciklažu izdvojenih materijala (metala, stakla, plastike, motora i dr.).

Količine dobijenih frakcija zavise od količine otpada iz kategorije rashladnih uređaja koja stigne u postrojenje. Sakupljanje se vrši sistemima „B2B“ pri čemu postrojenje dobija otpad iz preko 100 kompanija i „B2C“ gde postoji desetak glavnih kolektora od kojih postrojenje prima otpad. U narednoj tabeli prikazane su sakupljene količine svih kategorija otpada u 2018. godini.

Tabela 1 Sakupljene količine svih 5 kategorija e-otpada u 2018. godini

Kategorija otpada	Sakupljene količine [kg]
R1	7 109 065
R2	7 668 520
R3	3 931 447
R4	8 714 843
R5	452 024

Analizom masenog bilansa procesa tretmana pokazano je da pri tretmanu R1 kategorije otpada najveći procenat dobijenih frakcija čini gvožđe sa 45,5%, kompresori sa 14%, zatim plastika i PUR pena sa 13%. Najveći procenat izlaznih frakcija pri tretmanu R2 i R4 kategorije otpada čine metali koji se, nakon izlaska iz procesne linije, sakupljaju i pakuju u odgovarajuće kontejnere odakle se šalju u eksterna postrojenja na dalju obradu, dok glavni produkt procesnih linija R3 i R5 predstavlja staklo, sa kojim se nakon izlaska i procesne linije postupka kao E.O.W. (end of waste), pakuje se u odgovarajuće kontejnere i šalje u druga postrojenja na dalju reciklažu.

7. NEDOSTACI U SISTEMU UPRAVLJANJA I PREPORUKE ZA POBOLJŠANJE

Problemi koji su identifikovani kao glavni u sistemu upravljanja OEE u Srbiji mogu se podeliti na one koji se odnose na infrastrukturu sistema, zakonski okvir i sistem izveštavanja i prikupljanja podataka.

Nedostaci koji se odnose na infrastrukturu pre svega jesu i dalje nerazvijene šeme za sakupljanje otpada, zatim nedovoljan broj reciklažnih dvorišta, sakupljačkih centara za e-otpada, kao i postrojenja za tretman. Potrošači, čak i na mestima gde postoje, ne odlaze e-otpada na adekvatan način, nego on biva u najvećmeripomešan i odlagan sa komunalnim otpadom. Isto tako, prodavci električne i elektronske opreme ne žele uvek da prime e-otpada od potrošača. Postrojenja za pred-tretman e-otpada u Srbiji suočavaju se sa problemom profitabilnosti i nedostatka kapaciteta za tretman opasnih komponenti iz otpada.

Što se tiče zakonskog okvira, glavni problem je nepostojanje nacionalnog koordinacionog tela koje bi bilo odgovorno za ispunjavanje svih ciljeva datih u zakonskim uredbama i implementacije produžene odgovornosti proizvođača u potpunosti.

Značajan broj uvoznika i proizvođača elektronske i električne opreme ne poštuje obaveze o izveštavanju o količinama opreme stavljene na tržište ili ne prijavljuju adekvatne količine, čime se otežava monitoring i planiranje sistema upravljanja. Informacije od kompanija koje vrše tretman ovog toka otpada suviše su opšte i često

nisu konzistentne, a podaci o pred-tretmanu, reciklaži, izlaznim tokovima takođe nedostaju.

Preporuke za poboljšanje

Srbija bi trebala da u kratkoročnom i dugoročnom periodu prilagodi i izmeni svoj sistem upravljanja elektronskim i električnim otpadom u smislu pravnog i logističkog okvira, kako bi sustigla države članice EU. Kratkoročno, Srbija bi trebala da se fokusira na unapređenje postojećeg sistema za prikupljanje elektronskog otpada, odnosno da uspostavi mrežu sabirnih centara na opštinskom nivou, što može da uključuje javne zgrade, prodavnice e-opreme, tržne centre i druge komercijalne ustanove. Zatim, srednjoročno, zakonodavni sistem koji uključuje definisanje nagrada/kaznenih politika, trebao bi biti usvojen. Kada se uzmu u obzir trenutne cene sirovina na globalnom tržištu i trenutni kapacitet obrade e-otpada, jasno je da se Srbija suočava sa problemom profitabilnosti postrojenja za tretman, stoga ih je potrebno dodatno subvencionisati za tretiranje opasnih komponenti, kako bi bili u mogućnosti za uvođenje novijih i adekvatnijih tehnologija. Takođe, kako cene na tržištu vremenom variraju, preporučljivo je razmotriti uvođenje depozitnog sistema. U dugoročnom periodu, uvođenje nacionalnog operatera, koji bi nadgledao i koordinisao aktivnosti između aktera u vezi sa uspostavljanjem sistema produžene odgovornosti proizvođača i postizanja ciljeva Drekative 2012/19, je ključno za poboljšanje trenutnog sistema upravljanja OEE.

8. ZAKLJUČAK

Sistem sakupljanja u Srbiji je, u poređenju sa Italijom, dosta nerazvijen. Glavni razlog jeste nedostatak reciklažnih dvorišta, sabirnih centara za odlaganje e-otpada, kao i postrojenja za tretman. U Italiji postoji jasno definisana strategija za pravilno postupanje elektronskim otpadom, shodno postojanju i razvoju postrojenja za reciklažu i sakupljačkih centara za odlaganje otpada u urbanim sredinama i na nivoima svih opština i regiona u državi. Postoji čitava mreža različitih reciklažnih centara i operatera, a čitav sistem upravljanja nadgledan je i kontrolisan od strane nacionalne agencije u kojoj su registrovane sve opštine države i na taj način usaglašene njihove aktivnosti.

Nedostatak i nepouzdanost raspoloživih podataka predstavlja jedan od značajnijih problema u sistemu upravljanja e-otpadom u Srbiji koji je potrebno rešiti, kako bi se omogućilo postizanje ciljeva propisanih Evropskim direktivama, a koje je nacionalno zakonodavstvo usvojilo.

Kako bi unapredila postojeći sistem upravljanja e-otpadom, Srbija bi trebala da uspostavi mrežu sabirnih centara na opštinskom nivou radi učinkovitijeg sakupljanja, zatim da usvoji zakonodavni sistem koji će uključivati definisanje nagrada/kaznenih politika. Takođe, potrebno je dodatno subvencionisati postrojenja za tretman, kako bi bila u mogućnosti za uvođenje novijih i adekvatnijih tehnologija. Na kraju, za poboljšanje sistema upravljanja ovom vrstom otpada, ključno je uvođenje nacionalnog operatera, čija bi uloga bila nadgledanje i koordinisanje aktivnosti između aktera u vezi sa uspostavljanjem sistema produžene odgovornosti proizvođača i postizanja ciljeva Drekative 2012/19.

9. LITERATURA

- [1] Schafer, T., van Looy, E., Weingart, A. & Pretz T. 2003. Automatic separation devices in mechanical recycling processes. In: Proc. International Electronics Recycling Congress, 13–15 January
- [2] Duygan, M., Meylan, G., 2015. Strategic management of WEEE in Switzerland— combining material flow analysis with structural analysis. *Resour. Conserv. Recycl.* 103, 98–109.
- [3] Cucchiella, F., D'Adamo, I., Koh, S.C.L., Rosa, P., 2015. Recycling of WEEEs: an economic assessment of present and future e-waste streams. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 51, 263–272.
- [4] Cao, J., Chen, Y., Shi, B., Lu, B., Zhang, X., Ye, X., Zhai, G., Zhu, C., Zhou, G., 2016. WEEE recycling in Zhejiang Province, China: generation, treatment, and public awareness. *J. Cleaner Prod.* 127, 311–324.
- [5] GWMO – Global Waste Management Outlook. United Nations Environment Programme, 2015
- [6] B. H. Robinson, E-waste: An assessment of global production and environmental impacts, *Science of The Total Environment*, 408 (2), 183-191, 2009
- [7] Zhang, S. & Forssberg, E. (1997) Mechanical separation-oriented characterization of electronic scrap. *Resources, Conservation and Recycling*, 21, 247–269.
- [8] Baldé, C.P., Wang, F., Kuehr, R., Huisman, J. The global e-waste monitor – 2014, United Nations University, IAS – SCYCLE, Bonn, Germany, 2015, p. 80
- [9] European Commission. Report from the Commission to the European Parliament and the Council on the New WEEE Directive; European Commission: Brussels, Belgium, 2017
- [10] R. Isernia, R. Passaro, I. Quinto, A. Thomas - The Reverse Supply Chain of the E-Waste Management Processes in a Circular Economy Framework: Evidence from Italy; April 2019
- [11] Batinić B., Stanisavljević N., Marinković T., Berežni I., Current state and challenges in WEEE recycling industry in Serbia – case study, International Conference on Environmental Science and Technology, Rhodes, Greece, 2019.
- [12] CdCRAEE (WEEE Coordination Centre): Annual Report 2018, Collection and treatment of waste electrical and electronic equipment in Italy., 12-24.

Kratka biografija:



Isidora Berežni rođena je 6. aprila 1996. godine u Sremskoj Mitrovici. Osnovnu školu završila je u Sremskoj Mitrovici, kao i srednju medicinsku školu „Draginja Nikšić“, farmaceutski tehničar, 2014. godine. Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, smer inženjerstvo zaštite životne sredine upisala je 2014. godine, isti smer i diplomirala 2018. godine. Master studije na Fakultetu tehničkih nauka, takođe smer inženjerstvo zaštite životne sredine upisala je 2018. godine.



Bojan Batinić rođen je 1981. godine u Zagrebu. Master studije na studijskom programu inženjerstvo zaštite životne sredine na Fakultetu tehničkih nauka iz Novog Sada je završio 2008. godine. Doktorirao je 2015. godine na Fakultetu tehničkih nauka i iste godine izabran je u zvanje docenta.

IZBOR OPTIMALNOG METODA KOMPOSTIRANJA U USLOVIMA NERAZVIJENIH SISTEMA UPRAVLJANJA OTPADOM**DETERMINATION OF THE MOST OPTIMAL METHOD FOR COMPOSTING IN UNDERDEVELOPED WASTE MANAGEMENT**Boško Lazić, Dejan Ubavin, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – INŽENJERSTVO ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE**

Kratak sadržaj – Radom je definisan i opisan čitav proces kompostiranja, navedeni su najznačajniji parametri koji utiču na odvijanje procesa. Takođe, opisane su tehnologije kompostiranja, način sprovođenja eksperimenta, analiza rezultata, kao i preporuke za buduća istraživanja.

Ključne reči: Kompostiranje, Upravljanje otpadom

Abstract – The paper defines and describes the entire composting process, outlines the most important parameters that influence the process. It also describes composting technologies, how experiments are conducted, results analysis, and recommendations for future research.

Keywords: Composting, Waste management

1. UVOD

Biorazgradivi otpad (bio otpad) jeste otpad iz bašti, parkova, od hrane, kuhinjski otpad iz domaćinstva, restorana, ugostiteljstva i maloprodajnih objekata i sličan otpad iz proizvodnje prehrambenih proizvoda [1]. Visok udeo biorazgradivog otpada u mešanom komunalnom otpadu je odlika ekonomski nerazvijenih ili srednje razvijenih zemalja. Kada je reč o Republici Srbiji, biorazgradiv otpad predstavlja veoma značajan problem u pogledu zaštite životne sredine jer se adekvatni tretmani ove vrste otpada izuzetno retko praktikuju ili ne praktikuju uopšte. Usled izostanka sistema koji podrazumeva razdvajanje otpada na mestu nastanka, najčešći tretman ili rešenje za ovu vrstu otpada je deponovanje, kako na smetlišta tako i na sanitarne deponije. Obzirom na Direktivu o deponijama Evropske unije i zabranu odlaganja biorazgradivog otpada na deponije, kompostiranje je prepoznato kao veoma značajno rešenje za tretman biorazgradivog otpada [2].

Procesi fermentacije i dekompozicije organskih materija dešavaju se u prirodi kontinualno i jednostavno bez ljudske pomoći. Odvijaju se na takav način da mnoge vrste crva i mikroorganizama poput bakterija i gljiva razgrađuju sav organski materijal na zemlji.

Dakle, kompostiranje je postupak koji se odvija uz pomoć

čoveka, u cilju razgradnje organske materije, u prisustvu kiseonika i relativno brzo, da bi se kontaminirani otpad efikasno preveo u organsko đubrivo bez biljnih bolesti i semena korova [3].

Kompost, kao takav, poboljšava stanje tla, smanjuje eroziju i pomaže u suzbijanju biljnih bolesti [4].

2. PROCES KOMPOSTIRANJA

Kompostiranje predstavlja prirodni proces biološko-hemijske razgradnje organske materije uz pomoć mikroorganizama u kontrolisanim uslovima. Bliže posmatrano, predstavlja biološki tretman tokom kojeg aerobni mezofilni i termofilni mikroorganizmi transformišu organsku materiju u vodu (H_2O), ugljen-dioksid (CO_2), amonijak (NH_3) i kompost [5].

2.1. Faktori koji utiču na proces kompostiranja

Pošto je kompostiranje biološki proces koji vrše mikroorganizmi, treba uzeti u obzir parametre koji utiču na njihov rast i razmnožavanje. Svi parametri koji su značajni za odvijanje samog procesa moraju biti pod stalnim nadzorom kako bi se uvek nalazili u optimalnom opsegu [6].

Efikasnost procesa kompostiranja zavisi od velikog broja faktora, a najvažniji od njih su: odnos ugljenika i azota, veličina čestica, temperatura, koncentracija kiseonika, nivo vlažnosti i pH vrednost [7].

2.2. Sakupljanje i priprema sirovine

Većina ekonomskih pokazatelja, kao i pokazatelja efikasnosti metode kompostiranja veoma zavisi od izabranog metoda sakupljanja kompostne sirovine. Sakupljanje se može organizovati tako da se se odvojeno ili zajedno sakupljaju baštenski otpad i biorazgradivi otpad iz komunalnog otpada, takozvani kuhinjski otpad. Sakupljanje se može vršiti po domaćinstvima prilikom čega se sprovodi direktno sakupljanje materijala iz domaćinstava, ili na deponijama gde proizvođači ove vrste otpada ostavljaju te materijale na predviđenom mestu.

Pre samog formiranja kompostnih gomila, u kojima će se odvijati proces razgradnje organske materije, potrebno je pripremiti sirovinu, na način koji će obezbediti optimalnu veličinu frakcija sirovine, kao i zastupljenost različitih materijala sa različitim osobinama (sadržaj vlage, odnos ugljenika i azota, kiselost/baznost).

Optimalna veličina frakcija postiže se usitnjavanjem sirovine koja je predviđena za kompostiranje. Glavni

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dejan Ubavin, van. prof.

razlog zbog kojeg se vrši usitnjavanje jeste povećanje površine u odnosu na zapreminu sirovinskog materijala. Na ovaj način se znatno ubrzava razgradnja kompostnih materijala, što je posledica povećane površine na koju mogu da deluju različite vrste mikroorganizama.

2.3. Tehnologija kompostiranja

Proces kompostiranja može se izvesti u jednostavnim okruženjima (podložno spoljašnjim uticajima, kao i u znatno složenijim sistemima, odnosno strogo kontrolisanim uslovima. Metode kompostiranja, koje se najčešće koriste (pobrojane po kompleksnosti) su:

1. pasivne gomile,
2. gomile u vrsti,
3. statične gomile sa prinudnom aeracijom i
4. zatvoreni sistemi [4].

2.4. Faza sušenja

Po završetku procesa kompostiranja potrebno je sprovesti poslednju fazu, odnosno fazu sušenja. Sušenje treba započeti kada materijali unutar kompostne gomile postanu dovoljno stabilni.

Faza sušenja služi za stabilizaciju komposta, dok se preostali slobodni nutrijenti razgrađuju pod uticajem preostalih mikroorganizama. Tokom trajanja ove faze mikrobiološka aktivnost opada kako se troše nutrijenti, kao i tokom čitavog procesa kompostiranja.

2.5. IZVOĐENJE EKSPERIMENTA

Metod kojim je sproveden eksperiment kompostiranja jeste metod gomila u vrsti. Izabran je pre svega zbog jednostavnosti načina obezbeđivanja optimalnog nivoa kiseonika tokom procesa kompostiranja. Glavni razlog izbora ovog metoda jeste interesovanje za ispitivanjem najjednostavnijeg sistema koji bi mogao biti primenjiv u najvećem broju slučajeva.

Eksperiment je sproveden iz dva dela, i to u različitim vremenskim intervalima, ali sa približno sličnim sirovinama. Oba dela eksperimenta, na samom početku svakih od njih, pratilo je prikupljanje neophodnih sirovina za formiranje kompostne gomile. Prikupljene su sirovine koje su sačinjene od „braon“ (bogatih ugljenikom) i „zelenih“ (bogatih azotom) delova.

Kada je reč o drugom delu eksperimenta, „braon“ deo takođe činilo je sakupljeno otpadno granje, lišće i slama, dok je „zeleni“ deo činio otpadni mulj organskog porekla, koji je nastao kao produkt u procesu prečišćavanja otpadnih voda iz postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda u Šapcu.

Za prvi deo eksperimenta gomilu koja je formirana sačinjavalo je 12 tona materijala, i to: 6 tona „zelene“ (trava) i 6 tona „braon“ (granje, lišće i slama) frakcije. Visina formirane gomile iznosila je oko 0,75 metara, te se na taj način omogućila pravilna izolacija kompostnog materijala, te se na taj način sprečilo oslobađanje viška toplote, što je u slučaju prvog dela eksperimenta bilo od izuzetne važnosti jer se odvijao u uslovima srednje niskih temperatura. Širina kompostne gomile iznosila je oko 1,75 metara, a ona najviše zavisi od mehanizacije koja se koristi za prevrtanje i najčešće je jednaka visini gomile puta dva. Dužina gomile ima mali uticaj na kompostni

proces, a nakon formiranja gomile za prvi deo eksperimenta iznosila je oko 16 metara.

Drugi deo eksperimenta, nakon prikupljanja i pripreme sirovina, otpočeo je formiranjem kompostne gomile koju je sačinjavalo 6 tona „zelenog“ (otpadni mulj) i 6 tona „braon“ dela (otpadno granje, lišće i slama). Visina formirane gomile iznosila je oko 0,70 metara, širina 1,50 metara, a dužina oko 13 metara.

Obezbeđivanje optimalnog nivoa vlažnosti tokom eksperimenta vršeno je na takav način da su se jednom nedeljno uzimali reprezentativni uzorci iz gomila, a zatim laboratorijski određivala vlažnost unutar iste i proračunavala potrebna količina vode za uspostavljanje optimalnih uslova.

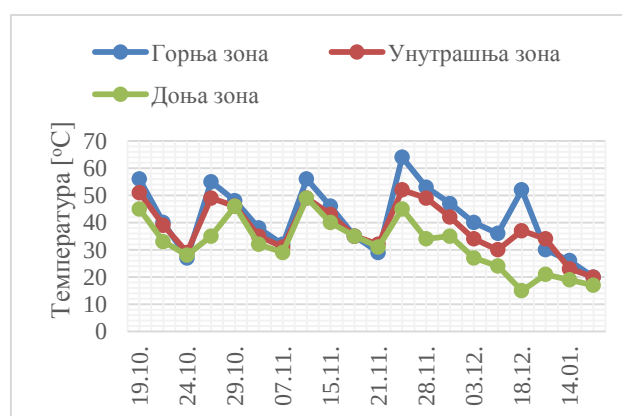
U cilju obezbeđivanja optimalnog nivoa kiseonika unutar kompostne gomile, pristupalo se prevrtanju uz pomoć traktora i priključne mašine, tačnije prevrtača. Prevrtanjem je, osim nivoa kiseonika, vršeno regulisanje temperatura unutar kompostne gomile. Parametri koji su praćeni tokom čitavog eksperimenta bili su temperatura i vlažnost, a pored njih periodično su proveravane pH vrednost kao i koncentracija kiseonika.

2.4. REZULTATI I NJIHOVA ANALIZA

Kao što je u prethodnom delu rada napomenuto, temperatura je ključan parametar koji se koristi za praćenje procesa kompostiranja jer direktno ukazuje na mikrobiološku aktivnost.

U prvom delu eksperimenta nivoi temperatura su mereni periodično u tromesečnom vremenskom intervalu. Zbog prevelikog obima podataka na Grafiku 1. dat je prikaz temperatura u preseku A1, za merenje inteziteta dva do tri puta u toku nedelje, tokom čitavog tromesečnog praćenja. Rezultatima su obuhvaćena merenja za sve tri zone ovog preseka, za tačno dvadeset merenja sprovedenih tokom odvijanja procesa.

Grafik 1. Raspored temperature u jednom od mernih preseka



Kao što se sa grafika može zaključiti, intenzivni deo procesa kompostiranja trajao je tri meseca, te je nakon toga kompostna sirovina ostavljena da se suši. Takođe, sa prethodnih grafika, može se primetiti da se eksperiment odvijao u uslovima srednje niskih temperatura, ali i pored toga prikaz temperatura ukazuje na izuzetno intenzivnu aktivnost mikroorganizama odnosno veoma efikasnu razgradnju organske materije. Na Slici 1. može se videti

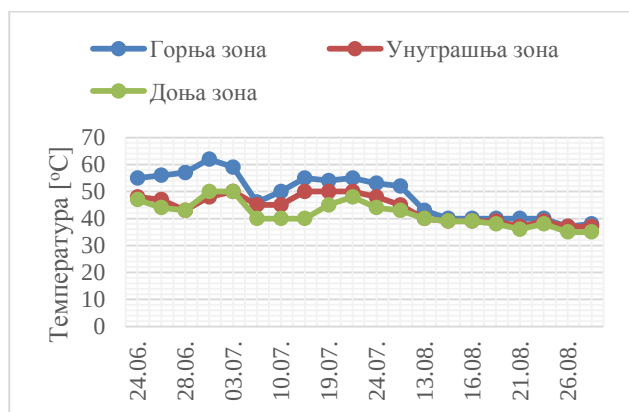
izled kompostne gomile po završetku intenzivnog dela kompostiranja.



Slika 1. Izgled kompostne gomile po završetku prvog dela eksperimenta

Kada je reč o drugom delu eksperimenta, nivoi temperature su mereni periodično u dvomesečnom vremenskom intervalu. Takođe, zbog prevelikog obima podataka na Grafiku 2. može se videti raspored temperatura u preseku A1, tokom čega je intezitet merenja takođe iznosio dva do tri puta nedeljno. Grafikom je dat prikaz dvadeset merenja koja su sprovedena tokom čitavog dvomesečnog praćenja procesa, a čime su obuhvaćena merenja za sve tri zone ovog preseka.

Grafik 2. Raspored temperature u jednom od mernih preseka (drugi deo eksperimenta)



Analizom rezultata prikazanih na prethodnom grafiku, zaključuje se da je intenzivni deo procesa kompostiranja trajao dva meseca, nakon čega je kompostni materijal ostavljen da se suši, odnosno zri. Visoke temperature tokom odvijanja ovog dela eksperimenta ukazuju na veoma intenzivnu biološku razgradnju, te na uspešno završenu prvu fazu ovog dela eksperimenta. Na Slici 2. može se videti izgled kompostne gomile, drugog dela eksperimenta, po završetku intenzivne faze kompostiranja.

Iako je kompostiranje u oba dela eksperimenta vršeno istom metodom, može se primetiti značajna razlika u vremenskom intervalu u kojem su delovi završeni, odnosno u za koje vreme je proces kompostiranja u oba slučaja završen. Kao što je u prethodno navedeno, prvi deo eksperimenta trajao je 3 meseca, nakon čega je kompost ostavljen da zri, dok je u drugom delu eksperimenta trajao 2 meseca, što predstavlja značajnu razliku.



Slika 2. Izgled kompostne gomile po završetku drugog dela eksperimenta

Osim razlike u vremenu odvijanja procesa, značajno je pomenuti i razlike u samom upravljanju procesom. Naime, kada je reč o prvom delu eksperimenta, prevrtanje kompostne gomile je bilo potrebno sprovoditi svakih 7 do 10 dana, dok se za drugi deo isti postupak morao sprovoditi svakih 7 dana. Potreba za češćim prevrtanjem može se protumačiti kao brža potrošnja kiseonika unutar kompostne gomile, u slučaju drugog dela eksperimenta, što je na kraju, uz obezbeđivanje svih optimalnih uslova pravovremeno, dovelo do znatno kraćeg vremenskog intervala odvijanja pomenutog procesa.

Kada je reč o obezbeđivanju optimalnog nivoa vlažnosti unutar gomila, gomilu u prvom delu eksperimenta bilo je potrebno zalivati (dodavati vodu) jednom u 7 dana, dok je za drugi deo karakteristično to da zalivanje nije bilo potrebno. Iako se, u drugom delu eksperimenta, radi o obezvodnjenom mulju koji sadrži više od 70 % vlage u sebi, kod takve vrste otpadnog mulja, nastalog iz procesa prečišćavanja otpadnih voda, radi se o takozvanoj vezanoj vlazi koja je teško uklonjiva. Drugim delom eksperimenta pokazano je da je takva vrsta materijala veoma pogodna za kompostiranje, ali treba imati u vidu da se eksperiment sa takvim materijalima mora izvoditi uz sve mere predostrožnosti, zaštitne opreme i uz jasno postavljanje cilja u odnosu na kvalitet finalnog proizvoda jer se u takvim muljevima nalazi značajna količina patogenih mikroorganizama, teških metala, farmaceutika i drugih supstanci koje su i mogu biti štetne po ljudsko zdravlje [8].

3. ZAKLJUČAK

Uticaj kompostiranja na životnu sredinu može biti zanemarljivo mali ukoliko se čitavim procesom upravlja na adekvatan način. Sa druge strane, ukoliko se procesom upravlja na neadekvatan način može doći do emitovanja raznih supstanci u sve medijume životne sredine (vazduh, vodu i zemljište). Zbog sve prethodno navedenog, kompostiranje je prepoznato kao veoma jednostavno, ali efikasno rešenje za zbrinjavanje kako velikih tako i malih količina biorazgradivog otpada.

Kompostiranje pruža čitav niz tehnologija, od veoma jednostavnih i ekonomski pristupačnih velikom broju ljudi, preduzeća, gradova i država, sve do izuzetno skupih sistema, koji podrazumevaju upotrebu visoke tehnologije za tretman specifičnih vrsta biorazgradivog otpada.

Ovim radom je pokazano da i prva kategorija prethodno pomenutih tehnologija, jeste jedna od onih koje mogu biti najzastupljenije u najvećem broju slučajeva, odnosno može biti izuzetno efikasna pri zbrinjavanju otpada organskog porekla.

Ukoliko bi se šire uvela primena ove tehnologije tretmana otpada, ciljevi ispunjenosti zahteva zakonske regulative koji se odnose na smanjenje odlaganja organskog otpada na deponije bili bi znatno lakše ispunjeni. Sa jedne strane to se odrazilo na povećanje troškova upravljanja otpadom, dok bi sa druge strane i rezultovalo smanjenje troškova zbog smanjenih količina otpada koji završava na deponijama.

Šira primena ove tehnologije takođe bi značajno smanjila negativan uticaj na životnu sredinu i zdravlje ljudi, do kojeg dolazi usled nepostojanja adekvatnog sistema za tretman biorazgradivog otpada.

U slučaju uspostavljanja tržišta, ovom tehnologijom obezbedio bi se proizvod koji svoju primenu može pronaći u poljoprivredi, hortikulturi, nasipanju zemljišta i sličnim aktivnostima.

Osnovni preduslovi za uspešno odvijanje procesa kompostiranja su:

1. Obezbeđivanje podataka o raspoloživim sirovinama i njihovom kvalitetu,
2. izbor adekvatne metode u realnim uslovima,
3. priprema sirovina,
4. formiranje gomila adekvatne proporcije ulaznih sirovina,
5. kontinualno praćenje i učestvovanje u podsticanju odvijanja procesa,
6. obezbeđivanje adekvatnog vremenskog intervala za fazu sušenja (zrenja),
7. prosejavanje zrelog komposta,
8. distribuciju kompostnog materijala do krajnjih korisnika.

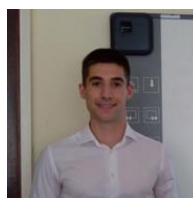
Preporuke za naredna istraživanja date su u nastavku:

1. Sprovođenje procesa kompostiranja vrstama i količinama sirovina istovetnim iz ovog eksperimenta, nekom od preostalih metoda, te dalje utvrđivanje efikasnosti procesa kompostiranja, odnosno brzine i vremenskog perioda u kome se proces odigrao,
2. sprovođenje procesa kompostiranja gomilama u vrsti, ali korišćenjem sirovine kao što je biorazgradiv otpad iz mešanog komunalnog otpada, odnosno otpad od hrane, zajedno sa biljnim otpadom,
3. ispitati uticaje na životnu sredinu svih metoda za kompostiranje, kao i uticaj na čoveka,
4. sprovesti istraživanje na temu zaštite na radu prilikom čitavog procesa kompostiranja, od prikupljanja sirovine do pakovanja finalnog proizvoda,
5. ispitati ekonomske aspekte svih metoda kompostiranja u cilju pronalaženja ekonomski najpovoljnije, a prihvatljivo efikasne metode.

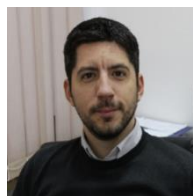
4. LITERATURA

- [1] Zakon o upravljanju otpadom (Službeni glasnik Republike Srbije, broj 36/2009 i 88/2010)
- [2] Goran Vujić, Izazovi transfera novih tehnologija u zemlje u razvoju u oblasti upravljanja otpadom, Novi Sad, Fakultet tehničkih nauka, 2017.
- [3] Roula Fares, Elie Fares & Federico De Nardo, Composting from A to Z, 2011.
- [4] US Environmental Protection Agency, Composting of yard trimmings and municipal solid waste, 1994.
- [5] D. Kučić & F. Briški, Emission of Gases During Composting of Solid Waste, 2017.
- [6] Pilar Roman, Maria M. Martinez & Alberto Pantoja, Farmers Compost Handbook, Experiences in Latin America, Food and Agriculture Organization of the UN, Santiago, 2015.
- [7] R. Oveido-Ocana, L. F. Marmolejo-Rebellon, P. Tores-lozata & others, Effect of adding bulking materials over the composting proces of municipal solid biowastes, 2015.
- [8] P. Kosobucki, A.Chmarzynski & B. Buszevski, Sewage Sludge Composting, 2000.

Kratka biografija:



Boško Lazić rođen je u Šapcu 1994. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Upravljanje otpadom – Izbor optimalnog metoda kompostiranja u uslovima nerazvijenih sistema upravljanja otpadom odbranio je 2019.god.
kontakt: boskolazic@uns.ac.rs



Dejan Ubavin rođen je u Novom Sadu 1980. godine. Doktorirao je 2012. godine na Fakultetu tehničkih nauka, u zvanju vanredni profesor je od 2017. godine, direktor je departmana za inženjerstvo zaštite životne sredine i zaštite na radu od 2015. godine.

**ANALIZA AKTIVNOG SPOJLERA SPORTSKOG AUTOMOBILA PRIMENOM
RAČUNARSKE DINAMIKE FLUIDA****SPORTS CAR ACTIVE SPOILER ANALYSIS BY USING COMPUTATIONAL FLUID
DYNAMICS**Denis Rapić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – MEHATRONIKA**

Kratak sadržaj – U radu su opisana poglavlja koja ukazuju na specifične efekte po pitanju upravljivosti, usled generisanja aerodinamičnih sila i momenata primenom zadnjeg dvosegmentnog aktivnog spojlera na primeru sportskog automobila. Cilj je bio izvršiti detaljnu CFD analizu fluidnog modela aktivnog spojlera, i u skladu sa tako dobijenim rezultatima formirati prihvatljivu upravljačku logiku, kako bi se tokom vožnje posredstvom njega uticalo na brojne faktore od interesa u skladu sa trenutnim predefinisanim režimima vožnje. Svi priloženi dijagramski prikazi karaktera promena relevantnih parametara omogućuju izvođenje određenih zaključaka po pitanju upravljivosti i ekonomičnosti, između ostalog.

Ključne reči: Vozilo, Performanse, Aerodinamika, CFD, Spojleri, Upravljanje

Abstract – In this paper we can see the chapters which indicate specific effects in terms of vehicle handling, due to the generation of aerodynamic forces and momentums by using rear two-segment active spoiler on sport car example. The goal was actually to do the detailed CFD analysis of the fluid model of the active spoiler, and to form an acceptable control logic in accordance with the generated results. This way, we can influence important factors of interests in accordance with the currently predefined driving modes. The accompanying diagrams of the changes in the relevant parameters allows the execution of certain conclusions which refers to the sport vehicle handling and economy, inter alia.

Keywords: Vehicle, Performance, Aerodynamics, CFD, Spoilers, Control

1. UVOD

Kod većine drumskih motornih vozila koja su danas u primeni gotovo da nema značajnijih pomaka po pitanju iskorišćenja svih prednosti koje aktivna aerodinamika kao takva nudi. Na račun generisanih aerodinamičnih sila i momenata o kojima će se govoriti u narednom tekstu, moguće je u prilično dobroj meri uticati na upravljivost i ekonomičnost, koji generalno predstavljaju najvažnije performanske pokazatelje jednog savremenog automobila.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dragan Ružić.

Relativno strogi uvedeni *standardi* po pitanju prethodno pomenutih korisničkih zahteva se u glavnom očekuju kod projektovanja trkačkih sportskih automobila. Upravo zbog toga, elementi aktivne aerodinamike često nisu prisutni kod klasičnih drumskih vozila za potrebe svakodnevne vožnje, ali se u pojedinim slučajevima pasivni spojleri primenjuju čisto iz estetskih razloga kako bi vozilo dobilo svoju sportsku notu.

U radu će se prvenstveno na detaljnom nivou razmotriti primer konstruktivnog rešenja zadnjeg dvosegmentnog aktivnog spojlera aeroprofilnog poprečnog preseka u oznaci NACA 4412. Nakon toga će se izvršiti neophodne CFD (*Computational Fluid Dynamics*) simulacije u softverskom okruženju *Star-CCM+* proizvođača *Siemens*, i potom kao krajnji rezultat svega formirati odgovarajuća upravljačka logika. Na taj način će se uvođenjem jednog ovako koncipiranog rešenja uticati na podupravljenost, nadupravljenost, delimičnu redukciju radijusa krivine, smanjenje traga kočenja, i na odnos aerodinamičnih sila.

Aktivan spojler se može primeniti kao dodatno rešenje uz primenu sistema ESP (*Electronic Stability Program*), a ideja za rad je proistekla iz jednog već realizovanog aktivnog sistema ove vrste - ALA (*Active Lamborghini Aerodynamics*) [1].

2. AEROPROFIL AKTIVNOG SPOJLERA**2.1. Izvor dimenzionih parametara usvojenog profila**

Prema dostupnim podacima u arhivi Departmana za aero-inženjering (*Department of Aerospace Engineering*) na web sajtu [2], navedenim od strane organizacije *UIUC Applied Aerodynamics Group*, odlučeno je da se usvoje ravanske koordinate aeroprofila oznake NACA 4412.

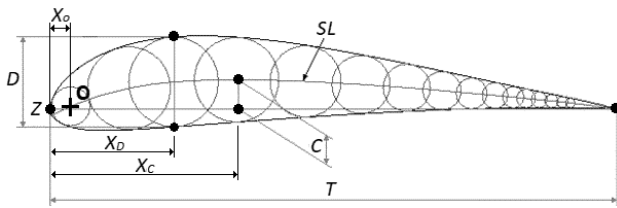
UIUC raspolaže velikim brojem izvedbi aeroprofilnih oblika NACA i drugih, sa obzirom da se organizacija bavi eksperimentalnom analizom aerodinamičnih elemenata pimenjenih kako u vazduhoplovstvu tako i u drugim oblastima (pumpna radna kola, elise vetrogeneratora, itd.).

2.2. Dimenzioni parametri navedeni u oznaci profila

Značenja brojeanih oznaka aeroprofila NACA 4412 sa usvojenom dužinom tetive od $T = 200$ mm su sledeća:

- 4 - maksimalna krivina profila, $C = 4 \cdot \frac{T}{100}$,
- 4 - položaj maksimalne krivine, $X_c = 40 \cdot \frac{T}{100}$,
- 12 - maksimalna debljina profila, $D = 12 \cdot \frac{T}{100}$.

Važna dimenziona i geometrijska obeležja *asimetričnog* aeroprofila sa središnjom linijom *SL* i tačkom centra nosa u oznaci *O* (geometrijska osa), predstavljena su na slici 1.



Slika 1. Dimenzioni i geometrijski parametri asimetričnog aeroprofila

Pored prethodno zadatih dimenzija $C = 8\text{mm}$, $X_c = 80\text{mm}$, $D = 24\text{mm}$, usvojena je i ukupna širina jednog segmenta, $a = 700\text{mm}$. Masa spojlera se *neće* uzimati u obzir.

2.3. Značaj koeficijenta otpora oblika c_D i sile F_D

Čeona površina aeroprofila NACA 4412 u oznaci A_a ima direktan uticaj na vrednost bezdimenzionog koeficijenta otpora oblika, c_D (*Drag Coefficient*). Kako je navedeno od strane autora *T. Gillespie* u knjizi [3], koeficijent c_D za jedan primer simetričnog aeroprofila je svega oko 0,007. To i jeste zapravo pravi pokazatelj da se profil bez nekog većeg otpora kreće kroz prostor - „lakše seče vazduh”. Povećanjem A_a , vrednost koeficijenta c_D takođe raste.

Sopstveno izvedenim CFD analizama za slučaj samo jednog NACA 4412 segmenta dvodelnog aeroprofilnog aktivnog spojlera u softveru *Star-CCM+* (v. 8.04.007) je ustanovljeno da je vrednost koeficijenta c_D za relativni ugao vazdušne struje *AOA* - *Angle of Attack* od 0° , brzinu strujanja vazduha v od 100 km/h ($27,77\text{ m/s}$), Reynoldsov broj Re od oko $3,5786 \cdot 10^5$ i čeonu površinu profila A_a od $0,0178\text{ m}^2$, čak $0,2174$. Napominje se da ovako dobijeni rezultati važe za profil okrenut oko svoje geometrijske ose za ugao od 180° iz želje za povećanjem sile $F_{NA\ DOLE}$.

Bez obzira na trenutni položaj aeroprofila, vazdušna struja je usmerena tako da strujnice prvo „naleću” na zaustavnu tačku, *Z* (slika 1).

Koeficijent otpora oblika se analitički može izračunati na osnovu sledećeg obrasca prema izvoru [3]:

$$c_D = \frac{2 F_D}{A_a \rho v^2} (-), \quad (1)$$

gde su:

F_D – eksperimentalno određena sila otpora oblika u N,

A_a – čeona površina aeroprofila u m^2 (zavisi od *AOA*),

ρ – gustina vazduha u $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ (na $T = 25^\circ\text{C}$ je $\rho = 1,184 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$),

v – brzina strujanja fluida – vazduha u $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ (brzina vozila).

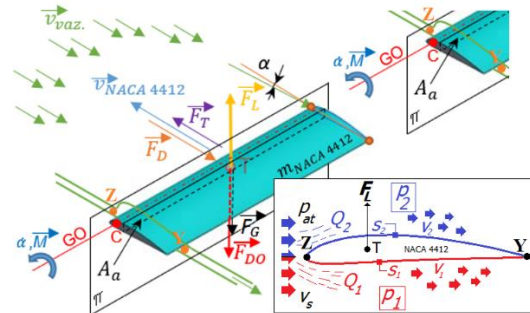
Procentualno izražen doprinos generisanju aerodinamične sile otpora kretanju F_D je [4]:

- $\approx 90\%$ – uticaj oblika tela koje se kreće (oblika aktivne površine izložene strujanju, A_a),
- $\approx 10\%$ – uticaj viskoznog trenja (između strujnica i kontaktne površine profila).

Zbog relativno malog udela uticaja trenja na generisanje sile F_D usvojiće se da je površina aeroprofila „idealno glatka”, zanemarujući tako njenu površinsku hrapavost.

2.4. Sila izdizanja i njen koeficijent, F_L i c_L

Kada se aeroprofil počne kretati kroz prostor, jasno je da će pojedine strujnice vazdušne struje (*eng. Streamlines*) najpre sa profilom ostvariti kontakt u zaustavnoj tački *Z*. U njoj će one početi da se granaju u dva strujna toka Q_1 i Q_2 kako je prikazano na slici 2.



Slika 2. Šematski prikaz parametara radnog medija i generisanih sila tokom strujanja vazduha duž i oko čvrstog tela aeroprofilnog poprečnog preseka

Pre neposrednog kontakta, na određenoj udaljenosti od profila, strujnice su okarakterisane svojom *uniformnom* raspodelom. To ukazuje da sve one u zoni atmosferskog pritiska p_{at} imaju isti (paralelan) pravac, smer i konstantnu brzinu v_s (nestišljivo stanje vazduha ($M < 0,3$)). Konkretno: $p_{at} = 1,01325\text{ Pa}$, $v_s = 27,77\text{ m/s}$. Naravno, brzina će se menjati sve do $69,44\text{ m/s}$ (250 km/h).

Napominje se da je u softveru *Star-CCM+* aeroprofil bio stacionaran, dok se brzina saopštavala vazdušnoj struji.

Neminovno je da će strujnice u tokovima Q_1 i Q_2 različitim brzinama v_1 i v_2 prelaziti puteve različitih dužina, s_1 i s_2 . Na taj način će u skladu sa *Bernulijevom jednačinom* formirati zone visokog i niskog pritiska respektivno, kako navodi relacija [3]:

$$s_1 < s_2 \Rightarrow p_1 > p_2, \quad (2)$$

gde su:

s_1 i s_2 – dužine pređenih puteva od tačke *Z* do tačke *Y* različitim putanjama u m,

p_1 i p_2 – nadpritisak (p_{nad}) i podpritisak (p_{pod}) u bar.

Zbog povišenog pritiska p_1 u zoni ispod donje površine profila, u težišnoj tački *T* se generiše sila izdizanja F_{IZ} (N). U literaturi se najčešće predstavlja kao F_L – *Lift Force*. Ona svojim učešćem delujući vertikalno naviše formira *uzgon*.

Za postizanje uzgona je dovoljno samo obezbediti razliku između pritisaka p_1 i p_2 . Dakle p_2 ne mora biti striktno podpritisak.

Koeficijent sile izdizanja se analitički može izračunati na osnovu sledećeg obrasca prema izvoru [5]:

$$c_L = \frac{F_L}{\frac{1}{2} \rho v^2 A_a} (-). \quad (3)$$

Svi parametri obrasca su definisani u prethodnom tekstu.

Imajući u vidu da je u prvom planu bio cilj ostvariti što bolji kontakt pneumatika sa podlogom, analizirana je sila izdizanja suprotnog smera, predstavljena kao sila potiska na dole, $-F_L = F_{NA\ DOLE} = F_{DO}$ (*eng. Downforce*) u N.

3. POSTUPNI KORACI CFD ANALIZE

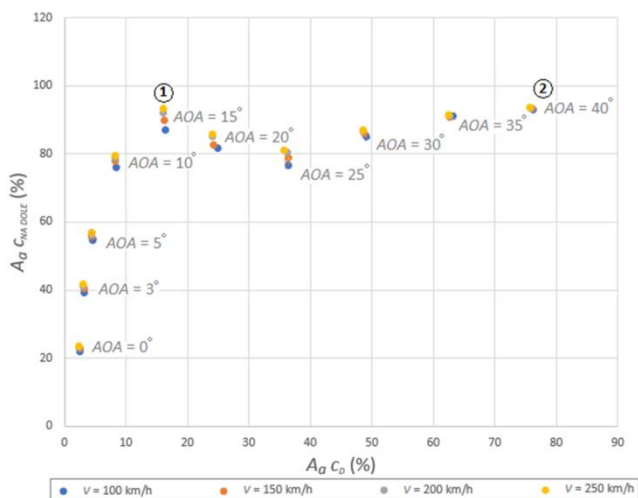
Da bi se dobili validni rezultati CFD analize, potrebno je bilo ispravno podesiti *softverske* parametre numeričkog modela i proći kroz:

- formiranje domena simulacije (vazdušnog tunela),
- kreiranje fluidnog modela aeroprofila NACA 4412,
- definisanje regiona / ograničenja za ulaz, izlaz i zid tunela,
- podešavanje parametara fizike problema (radnog medija),
- generisanje diskretne interpretacije domena tj. mreže (gustina mreže na ulazu i izlazu tunela je 300 % reda u odnosu na gustinu koju definiše veličina baze konačne zapremine B_s kao softverski parametar (*eng. Base Size*)),
- definisanje parametara *solvera* (broja iteracija i dr.),
- proveru zadovoljenja kriterijuma konvergencije gubitaka ($v_x, v_y, v_z, p, TKE, TED, T$ - ako se koristi *Heat Transfer*),
- postprocesiranje i vizuelizaciju (*scena*: skalar ili vektor),
- formiranje *ISOSURFACE* prikaza karaktera strujanja,
- pokretanje CFD simulacije i analizu dobijenih rezultata.

4. DIJAGRAMSKI PRIKAZ REZULTATA

4.1. Izvođenje zaključaka

Nakon mnogobrojnih CFD simulacija formiran je dijagram predstavljen ispod. Referenca: 0,0015 = 1 %.



Slika 3. Odnosi proizvoda čeonih površina aeroprofila A_a i pripadajućih aerodinamičnih koeficijenata c_D i $c_{NA DOLE}$ dobijeni CFD analizom

Ukoliko se posmatraju slučajevi za interval uglova AOA od 0 do 15° (poz. 1), vidi se da se malom promenom ugla utiče na drastično povećanje intenziteta sile $F_{NA DOLE}$ dok se otpor kretanju (sila F_D) toliko ne menja, i relativno je mali.

Najveći intenzitet sile $F_{NA DOLE}$, ali istovremeno i najmanja vrednost sile otpora kretanju F_D uočena je za ugao AOA od oko 15° ($F_D = 68,7$ N dok je $F_{NA DOLE} = 399,3$ N). Proizvod $A_a c_D$ u ovoj tački iznosi 16,2 %, dok je $A_a c_{NA DOLE}$ čak 93,4 %. Posmatraju se brzine $v = v_{vaz.}$ od 100 i 150 km/h.

Kada se premaši ugao od 15°, otpor kretanju F_D nastavlja da raste sve vreme. Sila potiska $F_{NA DOLE}$ opada do nekih 25°, nakon čega je prisutan ponovo njen trend rasta.

Kada AOA dostigne svoju krajnju vrednost od 40°, sile F_D i $F_{NA DOLE}$ se po intenzitetu ne razlikuju *mnogo* (poz. 2). Konkretno: $A_a c_{NA DOLE} = 93,4$ % (kao u slučaju u poz. 1) i $A_a c_D = 75,8$ %. Svi rezultati se odnose na jedan segment spojlera!

Od konkretnog predefinisano *režima vožnje* zavisi koji će se deo dijagrama sa slike 3 koristiti za potrebe formiranja upravljačke logike zadnjeg aktivnog spojlera.

5. UPRAVLJAČKA LOGIKA AKTIVNOG SISTEMA

Na brzinama vozila manjim od 100 km/h nema potrebe za korišćenjem aktivnog spojlera zbog činjenice da su generisane aerodinamične sile prilično malih intenziteta. Spojler će se *aktivirati* tek nakon dostizanja ove brzine. U svom referentnom položaju se nalazi pod uglom AOA 0°.

Tabela 1. Parametri spojlera u referentnom položaju

Uslov	AOA u °	$v_{vaz.}$ u $\frac{km}{h}$	F_D u N	$F_{NA DOLE}$ u N
referentni položaj	0	< 27,77	< 1,8	< 15,1
Govori se o položaju oba segmenta dvodelnog spojlera.				

Tokom ubrzanja ili održavanja konstantne brzine teži se smanjenju otpora kretanju (lakše kretanje kroz prostor), ali i što je moguće većem povećanju sile $F_{NA DOLE}$. Zakreću se oba segmenta. U tabeli 2. su navedene konkretne vrednosti.

Tabela 2. Parametri za konstantnu brzinu ili ubrzanje

AOA u °	$v_{vaz.}$ u $\frac{km}{h}$	F_D u N	$F_{NA DOLE} (F_{ND})$ u N
0	$v < 100$	< 1,8	< 15,1
3	$100 \leq v < 110$	$2,2 \leq F_D < 3,7$	$26,9 \leq F_{ND} < 45,3$
5	$110 \leq v < 120$	$3,7 \leq F_D < 8,2$	$45,3 \leq F_{ND} < 76,0$
10	$120 \leq v < 130$	$8,2 \leq F_D < 18,8$	$76,0 \leq F_{ND} < 102,5$
15	$130 \leq v \leq 150$	$18,8 \leq F_D < 24,9$	$102,5 \leq F_{ND} < 138,5$
Za kretanje vozila isključivo po pravolinijskoj deonici puta!			

Za potrebe kočenja je odlučeno da se iskoristi slučaj kada su aerodinamične sile F_D i $F_{NA DOLE}$ maksimalne. Taj uslov je ispunjen za relativni ugao vazdušne struje AOA 40°. Oba segmenta se zakreću u slučaju pravolinijske deonice puta.

Tabela 3. Parametri spojlera za slučaj kočenja

AOA u °	$v_{vaz.}$ u $\frac{km}{h}$	F_D u N	$F_{NA DOLE}$ u N
40	ceo opseg	$52,2 \div 117,1$	$63,6 \div 143,7$

Poslednji, četvrti uslov se odnosi na kretanje vozila po krivolinijskoj deonici. U ovom slučaju će se svaki segment spojlera pojedinačno zakretati, saopštavajući istovremeno spoljašnjem (S) i unutrašnjem paru tačkova (U) potrebne odnose aerodinamičnih sila tokom vožnje automobila.

Tabela 4. Uslovi na krivolinijskoj deonici puta

Slučaj	Par točkova	AOA u °	F_D	$F_{NA\ DOLE}$	$v_{vaz.}$
skretanje uz kočenje ili skretanje uz ubrzanje	U	40	max.	max.	ceo opseg
	S	25	max.	min.	
Cilj je formirati kontra moment momentu valjanja - sprečiti prevrtanje vozila!					

6. EFEKTI POSTIGNUTI UPOTREBOM SPOJLERA

Upotrebom prethodno opisanog rešenja aktivnog spojlera uticalo se na postizanje sledećih efekata:

- na nešto bolje prijanjanje pneumatika na podlozi generisanjem potisne sile $F_{NA DOLE}$. Ključni su parametri:
 - a. mikroprofil podloge,
 - b. koeficijent trenja μ_p i
 - c. vremenski uslovi,
- smanjenje puta kočenja formiranjem većeg otpora kretanju silom F_D . Ostvaruje se kraći zaustavni put s_z i kraće zaustavno vreme t_z ,
- potisnom silom $F_{NA DOLE}$ povećava se moguća bočna sila zbog povećanog prijanjanja. Drugim rečima, smanjuje se povodjenje. Dvodelnim spojlerom se formira kontra moment M_k nastalom momentu valjanja M_v što smanjuje mogućnost prevrtanja vozila, i to naročito na krivolinijskim deonicama. Različiti su intenziteti reakcija veza unutrašnjih U, odnosno spoljašnjih pneumatika S,
- generisanjem aerodinamičnih sila se povećava stabilnost i upravljivost. Time se utiče na faktor bezbednosti učesnika u saobraćaju,
- aktivnim dvodelnim spojlerom se smanjuje odstupanje kretanja vozila od prvobitne željene trajektorije. Kontrolom tzv. ugla zanošenja β sprečava se pojava podupravljenosti / nadupravljenosti,
- ukoliko se NACA aeroprofil zakreće oko svoje geometrijske ose u negativnom matematičkom smeru, umesto sile $F_{NA DOLE}$ generiše se sila F_L koja može da ima ulogu statičkog osovinskog rasterećenja ukoliko za tako nešto postoji potreba. U ovom radu uticaj sile izdizanja nije analiziran.

7. ZAKLJUČAK

Primena aktivnih spojlera na vozilima tokom svakodnevnog vožnje nema posebnog efekta sa obzirom da su brzine kretanja veoma male. Rešenje obrađeno u ovom radu bi moglo da se upotrebi na jednom trkačkom vozilu gde su brzine svakako veće od 150 km/h.

Ideja o korišćenju zadnjeg aktivnog dvodelnog spojlera je proistekla iz jednog već realizovanog aktivnog sistema ove vrste, ALA - *Active Lamborghini Aerodynamics*. Osnovni cilj je bio sprečiti prevrtanje vozila u krivini, ili drugačije rečeno, redukovati generisani moment valjanja M_v .

Ravanske koordinate aeroprofila oznake NACA 4412 su usvojene zbog mogućnosti postizanja prihvatljivog odnosa aerodinamičnih koeficijenata c_D i c_L kod ovog tipa profila.

Za slučajeve da se aeroprofil nalazi u svom *normalnom* položaju - nije preokrenut, CFD analizama je utvrđeno da je sila F_L prisutna sve do AOA od oko 4°. Tek nakon toga se generiše aerodinamična sila $F_{NA DOLE}$ ($-F_L$), i postepeno raste sa povećanjem ugla vazdušne struje AOA.

U slučaju preokrenutog aeroprofila, sila $F_{NA DOLE}$ je prisutna za sve vrednosti uglova AOA do maksimalnih 40°.

Najvažniji faktor CFD analize koji direktno utiče na tačnost dobijenih rezultata jeste postupak generisanja mrežnog modela. Kroz projekat je ustanovljeno da se najveći deo utrošenog vremena odnosi na formiranje mreže. Kod ozbiljnijih projekata je prema rečima Mouffouk M. [6] to čak i do oko 70% u odnosu na ukupno vreme utrošeno u CFD analizu. Korišćen je softver *Star-CCM+*.

Da bi se u što većoj meri sprečio turbulentni karakter strujanja u zonama oko bočnih površina aeroprofila, uz pretpostavku da je faktor razmere blokade dobro definisan, preporučuje se uvođenje jedne konstruktivne modifikacije tj. primena bočnih zakrilaca (eng. *Winglets or Wingtips*). Faktor razmere blokade je: $\Theta = 9,86 < \Theta_{gr}$.

Za potrebe modifikacije već definisane upravljačke logike moguće je uvesti još neke uticajne parametre. Time bi se između ostalog dobilo na univerzalnosti sistema.

8. LITERATURA

- [1] <https://edgaredaily.com/articles/lamborghini-huracan-performante-ala> (pristupljeno u martu 2019.).
- [2] UIUC Applied Aerodynamics Group, <https://m-selig.ae.illinois.edu> (pristupljeno u martu 2019.).
- [3] Gillespie T. 1992. Road Loads. In: Fundamentals of Vehicle Dynamics, ed. Gillespie T, ch. 4, 79-124. University of Michigan.
- [4] Stojić B. 2012a. Predavanja iz predmeta Teorija kretanja drumskih vozila – Osnovi aerodinamike drumskih vozila, <https://tkdv.files.wordpress.com/2012/03/p02-aerodinamika.pdf> (pristupljeno u januaru 2019.).
- [5] Cakir M. 2012. CFD study on aerodynamic effects of a rear wing/spoiler on a passenger vehicle. Santa Clara University, California.
- [6] Mouffouk M. 2013. Aerodynamic Development of the Seguracing F1-R01 Prototype Using CFD. University H. L., Batna Algeria.
- [7] <https://www.autodesk.com/products/cfd/overview> (pristupljeno u junu 2019.).

Kratka biografija:



Denis Rapić rođen je u Subotici 1994. god. Osnovne studije studijskog programa Mehatronika na Fakultetu tehničkih nauka, završio je 2018. godine. Master rad je odbranio na istom usmerenju godine 2019. kontakt: rapicdenis@gmail.com

FUNCIONALNOSTI LIMITA U GEOSENZORSKIM MREŽAMA**FUNCTIONALITY OF LIMITS IN GEOSENSOR NETWORKS**

Nedeljka Čupić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GEODEZIJA I GEOMATIKA

Kratak sadržaj – U radu je opisana primjena permanentnog monitoringa u okviru geosenzorskih mreža. Objašnjen je postupak realizacije geosenzorske mreže kao i podešavanja parametara pri detekciji alarma u procesu praćenja deformacija objekata. Eksperimentalni dio rada odnosi se na mjerenja pomoću geodetskih i geotehničkih senzora sa ciljem ispitivanja alarmnog sistema u softveru Leica GeoMos.

Ključne reči: *permanentni monitoring, geosenzorska mreža, limiti, detekcija alarma, Leica GeoMos*

Abstract – This paper describes process of permanent monitoring and geosensor networks. The process of realization of the geosensor network is explained, as well as parameter adjustments in the detection of alarms in the process of monitoring deformation of objects. The experimental part refers to measurements using geodetic and geotechnical sensors with the aim of testing the alarm system in the Leica GeoMos software.

Keywords: *permanent monitoring, geosensor networks, limits, Alarm detection, Leica GeoMos*

1. UVOD

Na stabilnost i funkcionalnost svakog izgrađenog objekta utiče mnogo faktora kao što su: greške u projektovanju, propusti u izgradnji i održavanju, atmosferski uticaji, fizički uticaji okoline u kojoj se objekat nalazi i slično. Međutim, uloga objekata kao što su brane, mostovi i tuneli je presudna za normalno funkcionisanje društva u cjelini, te je neophodno osigurati njihovu sigurnost korištenja, upotrebljivost i trajnost. Da bi se ispunili ovi zahtjevi, inženjeri se bave održavanjem objekata u vidu periodičnog ili stalnog osmatranja deformacija i opšteg stanja navedenih objekata. Monitoring ili praćenje objekata u svrhu pravovremenog otkrivanja deformacija i pomjeraja predstavlja jedno cijelo polje aktivnosti i izazova u savremenoj inženjerskoj geodeziji. Tradicionalne metode osmatranja sa vremenom se sve manje koriste zbog činjenice da je za evidentiranje kretanja ovakvih objekata potrebno vršiti stalna mjerenja, i dugoročna praćenja vanjskih i unutrašnjih uticaja. Takođe, neophodno je stalno evidentiranje i analiziranje svih uticaja kako bi se nakon određenog perioda moglo razlikovati tipično i netipično ponašanje u svrhu otkrivanja slabljenja konstrukcija i mogućeg izbjegavanja većih oštećenja. S toga, se danas realizuje novi i savremeni pristup monitoringu, odnosno permanentni monitoring.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Aleksandar Ristić.

Sistem permanentnog monitoringa omogućava praćenje stanja i deformacija objekata u realnom vremenu uz funkciju detekcije alarma. Granične vrijednosti (*Limits*) čine zadate vrijednosti ključnih parametara od strane korisnika, čijim prekoračenjem se uključuje alarm, ili šalje obavještenje za određenu lokaciju. Definisanje parametara pri detekciji alarma se vrši u okviru softvera za permanentni monitoring. Jedan takav softver namijenjen za praćenje i analizu deformacija objekta jeste LeicaGeoMos.

Laboratorijske i teoretske analize u okviru rada izvedene su u svrhu ispitivanja funkcionalnosti detekcije alarma u sistemu permanentnog monitoringa primjenom softverskog paketa Leica GeoMos. Na osnovu eksperimentalnih mjerenja u laboratoriji definisane su dobre i loše osobine ovakvog načina osmatranja objekta.

2. DEFORMACIONI MONITORING

Vibracije i deformacije građevina su uzrokovane vjetrom, pomjeranjem zemljišta, i drugim vanjskim faktorima. Prevelik broj deformacija može ugroziti normalno funkcionisanje ali i oštetiti ili uništiti građevinu. [1].

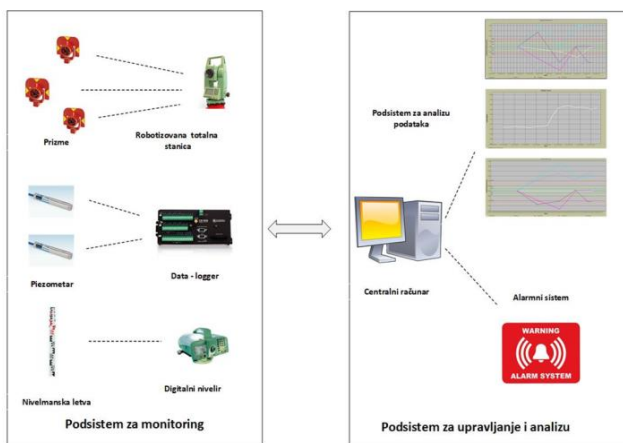
2.1. Tradicionalni pristup deformacionog monitoringa

Tradicionalni pristup u monitoringu deformacija podrazumjeva mjerenje položaja tačaka koje najefikasnije predstavljaju objekat u određenim vremenskim intervalima, sa ciljem praćenja vremenske evolucije pokreta same konstrukcije [2]. Praćenje objekata se obavlja bez dublje analize uzroka nastanka deformacije objekta.

2.2. Savremeni pristup deformacionog monitoringa

Kod savremenog pristupa monitoringa deformacija, svaki objekat se posmatra kao jedan dinamički sistem koji pod uticajem spoljašnjih sila mjenja svoju geometrijsku strukturu i položaju u prostoru [1,2]. S toga je potrebno ne samo utvrditi veličinu pomjeraja nego i odrediti uzrok nastanka deformacija. Fizičke veličine koje se osmatraju u navedenim sistemima su najčešće sila (naprezanje), pritisak, vlaga, temperatura, promena pozicije karakterističnih tačaka itd.

Da bi se izveo adekvatan zaključak o stanju objekta neophodno je, u procesu stalnog praćenja navedenih parametara izvršiti korelaciju rezultata mjerenja u realnom vremenu. Sistem geosenzorske mreže sastoji se od dva podsistema (Slika br 1): podsistem za monitoring u okviru kog se vrši prikupljanje podataka sa mjernih uređaja i podsistem za upravljanje i analizu podataka u okviru kog se vrše analize izmjerenih podataka.



Slika 1. Sistem senzorske mreže

3. SENZORSKE MREŽE

3.1. Bežične senzorske mreže

Bežična senzorska mreža (*Wireless Sensor Network*) predstavlja sistem koji se sastoji od prostorno raspoređenih uređaja (senzora) koji prate stanje nekog određenog procesa ili fizičkog objekta. Informacije koje se prikupljaju zavise od namjene bežične senzorske mreže kao i od vrste senzora (npr. pritisak, temperatura, zvuk, sila...) [3].

3.2. Geosenzorske mreže

Geosenzorske mreže predstavljaju primjenu bežičnih (ili žičnih) senzorskih mreža u svrhu praćenja geoprostornih podataka [3]. Primjenom ovih mreža možemo da pratimo kretanje objekata na mnogo većim površinama i udaljenostima (saobraćaj, klišta). Ključna mogućnost ovih mreža je praćenje prirodnih fenomena koji egzistiraju na širem području, njihovih karakteristika u vremenu i prostoru, obrada podataka u samoj mreži u realnom vremenu, programiranje u mreži u svrhu efikasnijeg i jeftinijeg prikupljanja podataka, adaptacija i samoorganizovanje mreže u zavisnosti od događaja.

3.3. Primjena senzora u geosenzorskim mrežama

Sa ciljem kvalitetnijeg i bržeg prikupljanja podataka u geosenzorskim mrežama se povezuje više vrsta senzora u jednu cijelinu. Osim pažljivog odabira vrste senzora potrebno je i voditi računa o načinu ugradnje senzora na objekat koji se osmatra. Senzori koji se koriste u sistemima za permanentni monitoring se dijele u tri grupe [3]:

- Geodetski senzori;
- Geotehnički senzori;
- Ostali senzori.

Odabir vrste senzora zavisi u mnogome od karakteristike objekta/površine koja se prati. Geodetski senzori omogućuju praćenje trodimenzionalnih pomjeraja, dok geotehnički i ostali senzori omogućuju praćenje dvodimenzionalnih pomjeraja. Kombinacija ovih senzora ugrađenih na strateške lokacije pružaju osnovu za deformacioni monitoring. U grupu geodetskih senzora spadaju elektronski geodetski senzori koji se priključuju na spoljno napajanje ili posjeduju sopstveno napajanje. Većina ovih senzora daje trodimenzionalne podatke o nekoj pojavi, tj. imaju mogućnost mjerenja u tri ose (totalna stanica, GNSS prijemnici). U sistemima za permanentni monitoring

koriste se isključivo instrumenti koji mogu obavljati mjerenja samostalno, bez prisustva stručnog lica. U geodetske senzore spadaju: robotizovane totalne stanice, GNSS prijemnici, digitalni niveliri, terestrički laserski skeneri. U grupu geotehničkih senzora spadaju: inklinometri, piezometri, ekstenzometri, mjerne trake/mjerne ćelije, krekmetri, termistori. Osnovna karakteristika upotrebe ovih senzora je što su u mogućnosti da se postave na nepristupačna mjesta (unutar samog objekta, ispod površine zemlje), velika preciznost mjerenja i učestalost mjerenja.

U grupu ostalih senzora spadaju meteorološki senzori, senzori vazduha, senzori pokreta, elektronski brojači, kamere itd [3]. Većina ovih senzora se koristi u kombinaciji sa nekim drugim senzorom, tj. kao pomoć u radu ostalih senzora, a sve za potrebe pribavljanja što detaljnih mjerenja.

3.4. Realizacija sistema za deformacioni monitoring

Za branu Sermo koja se nalazi na ostrvu Java i koja je pretrpjela deformacije uzrokovane zemljotresom, je kao jedan od najsigurnijih sistema za osmatranje odabran sistem permanentnog monitoringa upotrebom više vrsta senzora ugrađenih u blizini i na tjele brane [5]. Dizajn sistema je postavljen tako da postoje dvije bazne stanice koje se nalaze van zone deformacija, i sa kojih se konstantno osmatraju tačke stabilizovane na brani. U bazne stanice su ugrađeni: GPS prijemnik, totalna stanica i automatski mjerač nivoa vode (Slika 3). Sva mjerenja prosleđuju se u baznu stanicu, u kojoj se u realnom vremenu vrši analiza mjerenja i izrada izvještaja o trenutnom stanju.



Slika 3. Dizajn bazne stanice-brana Sermo [5].

4. MEHANIZAM DETEKCIJE ALARMA (LIMITS)

Primjena sistema za monitoring sa integrisanim alarmnim sistemom (mehanizam limita) omogućava pravovremenu detekciju i sanaciju kritičnih događaja. Sistem za monitoring deformacija funkcioniše u okviru više faza koje su međusobno povezane određenim relacijama. Svaki sistem za monitoring realizuje se u nekoliko osnovnih koraka;

- izvršavanje mjerenja na senzorima;
- transfer mjerenih podataka u bazu;
- obrada i analiza mjerenih podataka;
- ispitivanje limita/graničnih vrijednosti
- slanje izvještaja.

Mehanizmom limita (detekcijom nedozvoljenih odstupanja) u mnogom se povećava pouzdanost i kvalitet sistema za monitoring, a samim tim i sigurnost čovjeka, prirode, građevina i drugih objekata. Jedan od softvera za monitoring deformacija koji omogućava funkciju mehanizma limita jeste Leica GeoMos.

4.1. Leica GeoMos

Leica GeoMos (Geodetic MONitoring Sistem) predstavlja automatizovani sistem namjenjen za praćenje i analizu deformacija na objektima kao što su visoke zgrade, brane i klizišta [3,6]. Sistem ima mogućnost poređenja mjerenih veličina sa unapred definisanim veličinama na osnovu čega obavještava korisnika o stanju na objektu i eventualnom prekoračenju razlike između mjerenih veličina odnosno postavljenih limita.

4.2. Limiti u GeoMos-u

Sistem za monitoring Leica GeoMos upotrebom mjerenja sa više vrsta senzora koji su raspoređeni na određenim tačkama na objektu omogućava alarmni sistem koji predstavlja detektor kritičnih događaja.

Indikatori za uključivanje alarma mogu da budu relativna promjena položaja, promjena pritiska, povećanje temperature, nivoa vode itd., u zavisnosti od osobina objekta koji se osmatra.

Ukoliko vrijednost mjerenja prelazi definisanu toleranciju limita, pojavljuje se upozorenje/alarm u vidu SMS poruke, email-a, signalnog svjetla i dr [6]. Sistem takođe, ima mogućnost testiranja četiri klase limita u tri nivoa. Klase limita su:

- Apsolutni (razlika trenutnog i nultog mjerenja);
- *Short-time* (razlika trenutnog i prethodnog mjerenja);
- *Long-time* (razlika trenutnog i jednog od prethodnih mjerenja);
- *Regression* (odstupanja trenutnog mjerenja od očekivane vrijednosti).

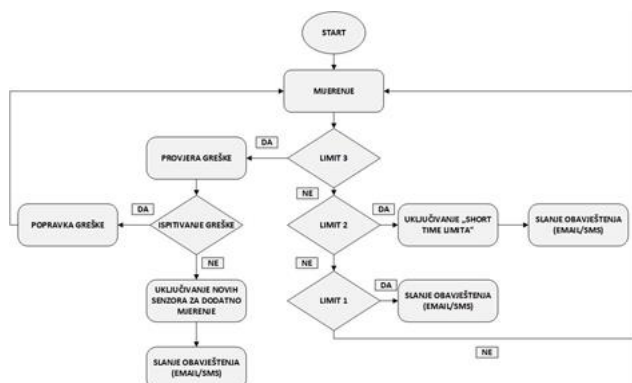
Svako od ove četiri klase mogu se pridružiti i vrijednosti u tri nivoa limita (od manje ka većoj) što predstavlja dodatni element upozorenja korisniku.

4.3. Model postavke limita

Za definisanje modela limita potrebno je prije svega izvršiti detaljnu analizu objekta koji se osmatra kao i faktora koji utiču na stanje objekta.

Međutim, može se definisati osnovni model postavke sistema limita u nekoliko faza: analiza konstrukcije i spoljašnosti objekta koji se osmatra, selekcija i odabir lokacije za ugradnju senzora, definisanje mjerenih veličina i vremenskog intervala, instalacija senzora i početno mjerenje.

Primjer postavke modela limita koji omogućava provjeru greške u mjerenju, samnjenje vremenskog intervala nakon detekcije nedozvoljenog mjerenja, kombinacije više klasa limita, te obavještavanje korisnika putem sms/email poruke prikazan je na Slici 4.



Slika 4. Model postavke sistema limita

5. EKSPERIMENT ISPITIVANJA MEHANIZMA LIMITA U PROGRAMU GEOMOS

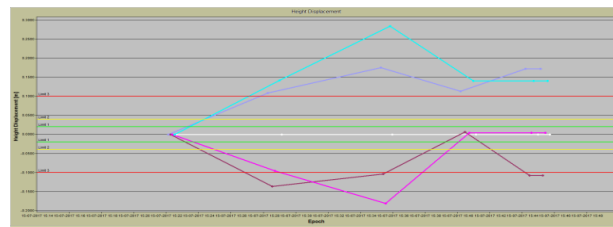
U cilju ispitivanja mehanizma limita u okviru programskog paketa GeoMos izvršena su mjerenja sa tri grupe senzora: geodetskih, geotehničkih i temperaturnih. Sva mjerenja su rađena u laboratorijskim uslovima. Postavljanjem senzora i povezivanjem na softver formirana je geosenzorska mreža u svrhu testiranja alarmnog sistema na većem broju različitih senzora.

5.1. Postavka eksperimenta

Robotizovana totalna stanica stanica *Leica TCRP 1201+* je postavljena na stativ i povezivana na COM server Moxa koji predstavlja spregu senzora sa računarom. Totalnom stanicom osmatrana je grupa prizmi u šest serija. Nakon svake serije mjerenja, fizički su pomjerane prizme u svrhu izazivanja pojave graničnih vrednosti merenih veličina. Digitalni nivelir *Leica DNA 03* je postavljen na stativ i povezan na COM server Moxa. Ispred nivelira je postavljena bar-kod letva koja je postupno visinski pomjerana. Za mjerenje malih vrijednosti nagiba, odnosno otklona pravca od vertikale u dva upravna smjera korišten je biaksijalni inklinometar *Tilt 6160* proizvođača Geokon. Inklinometar je postepeno pomjeran u dvije ose, kako bih se dobila vrijednost otklona od vertikale. U svrhu dobijanja mjerenih podataka o pritisku vode piezometar je uronjen u kofu sa vodom. Temperatura u prostoriji je mjerena sa tri senzora: termopar, meteo senzor i virtualni senzor. Virtualni senzor određuje veličinu koja je direktno nemjerljiva, u ovom slučaju virtualnim senzorom mjerena je razlika temperature izmjerena termoparom i meteo senzorom.

5.2. Analiza rezultati mjerenja.

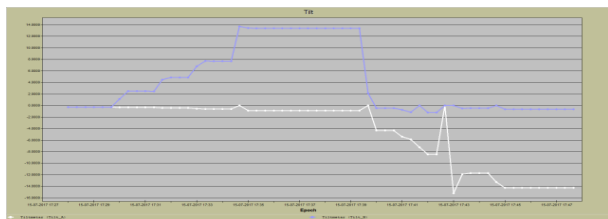
Nakon završenih mjerenja, u okviru modula GeoMos Analyzer koji služi za analizu mjerenih podataka formiran je grafički prikaz rezultata mjerenja senzorima. Za mjerenja totalnom stanicom prikazani su pomjeraji svih 5 prizmi u tro-osnom koordinatnom sistemu (Easting, Northing i Height), i vrijednost pomjeraja po sve tri ose u odnosu na prvo mjerenje - Absolute limits (Long, Transv, Height Disp.) (Grafik 1). Analizom poruka obavještenja, program nije bio u mogućnosti da izračuna sve četiri klase limita zbog nedovoljnog broja mjerenja i malog vremenskog intervala, te je slao poruke obavještenja samo za prelazak dvije klase limita. (Absolute i Shorttime limit). Da bih se izračunao regresion limit i longtime limit, potrebno je da prođe najmanje 24h od početka mjerenja.



Grafik 1. Prikaz poprečnog pomjeraja prizmi.

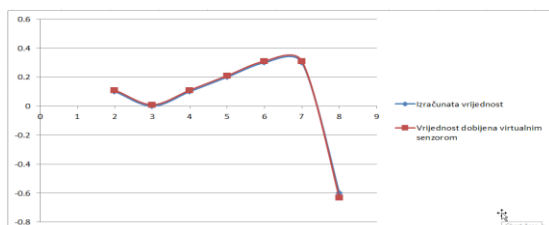
Analizom mjerenja izvršenim biaksijalnim inklinometrom u cilju ispitivanja mehanizma limita u GeoMosu, pokazala su da je program pravovremeno obavještavao o prelasku definisanog nivoa limita. Na Grafiku 2 se vidi da se nagib prvo mjenjao u pozitivnom smjeru B-ose do vrijednosti od 14°. U toku promjene otklona u pravcu B-ose, otklon u

pravcu A-ose nije imao značajne promjene, do trenutka kada je on počeo da se povećava u negativnom smjeru do vrijednosti od 14°.



Grafik 2. Prikaz vrijednosti mjerenja inklinometrom

Temperatura vazduha je mjerena upotrebom tri senzora (termopar, metosenzor i virtualni senzor) za koja su definisani različiti nivoi limita. Analizom izmjerenih podataka i grafika zaključuje se da mjerenja temperature termo parom nisu veća od definisanih granica te program nije prijavio promjene. Radi kontrole mjerenja, upoređena je vrijednost dobijena virtualnim senzorom sa vrijednošću izračunatom iz direktnih mjerenja. Na grafiku se vidi da su te dvije vrijednosti iste, odnosno, da su virtualnim senzorom ispravno određene vrijednosti razlike temperature.



Grafik 3. Razlika izračunate i vrijednosti dobijene virtualnim senzorom

Poređenjem mjerenja nivoa vode upotrebom piezometra sa grafičkim prikazom kao i mjerenih vrijednosti sa porukama obavještenja nisu pronađena neslaganja u obavještenjima. Analizom poruka obavještenja za mjerenja vršena upotrebom digitalnog nivelira, utvrđeno je da je program istovremeno reagovao na prelazke limita, i slao poruke obavještenja.

5.2. Diskusija rezultata eksperimenta.

U okviru eksperimenta izvršeni su svi koraci u realizaciji alarmnog sistema u svrhu ispitivanja funkcionalnosti limita u toku monitoringa objekta. Na osnovu rezultata eksperimenta, može se zaključiti da je softver u kom je realizovan sistem limita reagovao na sva mjerenja čije su vrijednosti prelazile dozvoljenu graničnu vrijednost. Odnosno, za svako kritično mjerenje stiglo je obavještenja o prelasku određenog nivoa limita. Obavještenja o prelasku limita, prekidu mjerenja, nemogućnosti slanja poruke na definisanu email adresu i sl. su stizala u vidu poruke na kartici „Messages“ u okviru softvera. U porukama obavještenja osim poruka o prelasku određenog nivoa limita, sistem je i obavješćavao o nemogućnosti računanja longtime i regression limita zbog nedostatka vremena koje je potrebno za određivanje te vrste limita. Jedine nepravilnosti u funkcionisanju sistema u okviru eksperimenta jesu nastale zbog nedostatka mjerenja u veoma kratkom vremenskom periodu. Eksperimentom je utvrđeno da sistem limita može da izvršava sve definisane uslove, i kao takav može da se koristi u realnim projektima.

6. ZAKLJUČAK

Kod velikih građevina veoma je važna informacija o stanju u samom tijelu konstrukcije, konstantno praćenje određenih parametara, pravovremena obavještenja o nastalim deformacijama, kao i dodatna analiza u pogledu previđanja stanja konstrukcije. Na sve ove zahtjeve može da odgovori primjena permanentnog monitoringa sa integrisanim alarmnim sistemom upotrebom limita. Osnovna svrha limita je da na vrijeme i na što jednostavniji način obavjesti korisnika o izmjerenim vrednostima kao i mogućim kritičnim i alarmantnim situacijama. Mogućnost definisanja četiri klase limita u tri nivoa, omogućava širok spektar praćenja stanja na objektima kao i pravovremeno obavještenje o nastanku deformacija. Na osnovu analize izmjerenih vrijednosti i ponašanja sofvera zaključuje se da je softver realizovao sve definisane uslove, odnosno obezbjedio sva mjerenja u unapred definisanim rokovima.

Iz svega opisanog može se zaključiti da sistem za permanentni monitoring u kombinaciji sa alarmnim sistemom ima prednosti u odnosu na tradicionalne metode osmatranja: široka mogućnost postavljanja zahtjeva i načina alarmiranja u više nivoa, detekcija alarma sa vizuelnom i zvučnom indikacijom alarma, mogućnost skladištenja podataka i pregled istorije alarmiranja kao predviđanje ponašanja objekta, prezentacija podataka grafički, vođenje dnevnika o događajima i alarmima, mogućnost definisanja načina obavještenja, i prije svega pravovremena detekcija određenih stanja koja bi mogla dovesti do kritičnih situacija.

7. LITERATURA

- [1] Slobodan Ašanin, Branko Božić, “*Dinamičko praćenje deformacionih struktura u realnom vremenu*”, Građevinski fakultet Beograd.
- [2] Toša Ninkov, Zoran Sušić, Marko Marković, Đorđe Ninkov, Petar Maksimović, “*Tradicionalni i savremeni pristup geodetskog osmatranja inženjerskih objekata*”.
- [3] dr Aleksandar Ristić, “*Geosenzorske mreže: Materijal za predavanja iz predmeta Geosenzorske mreže*”, Novi Sad 2017.
- [4] Mladen Šarić, “*Kontinuirano praćenje mostova*”, Zagreb 2016.
- [5] Sunantyo Tarsisius, “*Design and installation for Dam Monitoring Using Multi sensors: A Case Study at Sermo Dam*”, Indonesia
- [6] <https://softrock.com.au/download/46/-software.geomos/1547/geomos-manual-v5-1.pdf>, (Datum pristupa 10.07.2017)

Kratka biografija:



Nedeljka Čupić rođena je u Banja Luci 1992. god. Diplomski rad na temu „Održavanje premjera i katastra nepokretnosti“ na Arhitektonsko-građevinsko - geodetskom fakultetu u Banja Luci odbranila je 2016.godine.

kontakt: nedeljka.cupic@gmail.com

MIKROMREŽA TUNELA "STRAŽEVICA" U RESNIKU (BEOGRAD) GEODETIC NETWORK FOR TUNEL "STRAŽEVICA" IN RESNIK (BEOGRAD)

Slobodan Isailović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GEODEZIJA I GEOMATIKA

Kratak sadržaj – Tunel je najčešće saobraćajni ili hidrotehnički objekat koji se nalazi u zemljištu, na jednom ili oba kraja izlazi na površinu, ili uopšte ne izlazi na površinu. U radu je opisan projekat i realizacija projekta mikromreže za tunel "Straževica" u Beogradu.

Abstract – The tunnel is most often a traffic or hydratechnical facility located in the land of the hill, on one or both ends it comes to the surface or does not reach the surface. This paper describes the project and realization of the geodetic network project for the tunnel "Straževica" in Belgrade.

Ključne reči: mikromreža, realizacija projekta

1. UVOD

Osnovni zadatak mikromreža kod inženjerskih objekata je da omogući prostorno pozicioniranje i ostvarivanje geometrije objekta u granicama tolerancije građenja. Kvalitetna mikromreža je prvi uslov da će neki inženjerski objekat biti dobro izveden i urađen u zadatim tolerancijama. Mikromreža za tunele treba da je udaljena od vertikalne ose tunela i na stabilnom tlu da ne bi došlo do pomeranja u toku gradnje. Merenja u mikromreži mogu se izvršiti na klasičan način (mereći pravce i dužine) i GNSS uređajima mereći vektore između tačaka. Visine tačaka treba odrediti geometrijskim nivelmanom. Ovo su precizna merenja pa treba koristiti instrumente odgovarajuće tačnosti, kao i pribor i softvere za obradu merenih podataka. Merenja na tunelu "Straževica" su realizovana totalnom stanicom Wild TC2000 (merenje pravaca i dužina) i nivelirom Koni 007 (visinske razlike).

2. GEODETSKA MREŽA OBJEKTA

Na tunelu Straževica planirana su klasična merenja pa je bilo potrebno definisati metodu merenja, broj girusa kao i raspored i način izvođenja merenja. Standardno odstupanje pravca iznosi 0.5", dok je standardno odstupanje dužina $2 + 2 \text{ ppm [mm]}$, kada se radi o instrumentu WILD T2000, kod koga je domet merenja do prizme 2.5 km.

Merenja u geometrijskom nivelmanu realizovana instrumentom Koni 007 (slika 1, desno) sa invarskim letvama. Standardno odstupanje merene visinske razlike je 0,7 mm/km.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Zoran Sušić, docent.



Slika 1. Korišćeni instrumenti

2.1. Specifičnosti geodetske mreže na tunelu Straževica

Tunel Straževica je dugačak 745 m i uglavnom je u stenovitom delu brda. Deo je Koridora 10, obilaznice oko Beograda. Specifičnost tunela Straževica jeste da se nalazi ispod naselja Resnik i da geodetska mreža mora biti prilagođena toj situaciji, tako da se mreža ne nalazi iznad tunela već je pomerena u stranu. Realizovanu mikromrežu čini sistem trouglova koji su povezani sa po 2 date tačke u blizini ulaznog i izlaznog portala.

2.2. Rekognosciranje i stabilizacija tačaka

Kod izvođenja radova na ovako značajnim objektima veoma je važno dobro postaviti i stabilizovati geodetske tačke mikromreže. Najbolje rešenje su stubovi za prisilno centrisanje, ali kada to nije moguće, koriste se i dobro stabilizovane belege, jer ova mreža treba da se koristi za izvođenje, kao i za kasniji monitoring tunela.

3. PROJEKTOVANJE I REALIZACIJA GEODETSKIH MREŽA

Geodetsku mrežu čini skup geodetskih tačaka/repera, datih tako i traženih, sa skupom $l_1, l_2, \dots, l_n$ merenih veličina i ako se između tih n merenih veličina može naći q ($q \leq u \leq n$) nezavisnih, koje su neophodne, tako da bilo koji element u mreži, čija vrsta je merena veličina, može da se izrazi preko q veličina. Geodetske mreže delimo na : jednodimenzionalne (H), dvodimenzionalne (yx) i trodimenzionalne mreže (xyz). U zavisnosti od teritorije koju pokrivaju mreže mogu biti državne i lokalne. Metode koje se koriste za određivanje mreža su još jedna podela i mreže mogu biti određene:

- terestrička – merenja površi Zemlje se vrše triangulacijom, trilateracijom ili nivelmanskom metodom;
- satelitska – merenja se vrše GNSS(GPS) uređajima;
- kombinacijom prethodne dve metode.

U zavisnosti kako vršimo definisanje datuma mreže, mreže mogu biti slobodne (date veličine se biraju proizvoljno) i neslobodne (postojeće geodetske mreže) [2].

3.1. Lokalne geodetske mreže

Lokalne geodetske mreže su skup tačaka istog reda koje formiraju geometrijske figure (trouglove, četvorouglove, kombinovano trouglovi i četvorouglovi). Ovakve mreže nazivamo još i geodetskim mikro-mrežama ili geodetskim mrežama objekata. Lokalne mreže su namenjene za određene objekte i služe za pozicioniranje objekta u prostoru, obeležavanje karakterističnih tačaka, linija i površi, kao i kontrolu geometrije objekta i monitoring u toku opterećenja i kasnije eksplo-atacije objekta. Model mreže zavisi od objekta koji se gradi i konfiguracije terena na kom se objekat nalazi, uz uslove da mora da zadovolji i geometriju mreže [2].

3.2. Uspostavljanje lokalne geodetske mreže

Uspostavljanje geodetske mreže ima više faza i vrši se kroz projekat mreže gde definišemo oblik i broj tačaka mreže, veličine, i sa kojom tačnošću se mere, zatim ide postupak realizacije mreže koji podrazumeva rekognosciranje, stabilizaciju i merenje na terenu, kao i obradu i analizu geodetske mreže (tačnost merenja i tačnost nepoznatih parametara (koordinata i visina) [2].

4. MATEMATIČKI MODELI IZRAVNANJA GEODETSKIH MREŽA

Prvo treba eliminisati sistematske i grube greške da bi smo prešli na izravnjanje geodetske mreže. Za jednoznačne ocene koordinata tačaka, merenih veličina i ocene tačnosti iz suvišnih merenja, vrši se izravnjanje mreže po metodi najmanjih kvadrata (MNK) [3,4].

4.1. Metod najmanjih kvadrata

Izravnjanje geodetskih mreža se zasniva na metodi najmanjih kvadrata. Primenom metode najmanjih kvadrata omogućava se jednoznačnost ocene koordinata tačaka geodetske mreže. Svaka metoda izravnjanja ima komponente:

- Merene veličine
- Stohastički model
- Funkcionalni model
- Algoritam izravnjanja
- Ocena parametara i njihova tačnost
- Kontrola kvaliteta

Linearni funkcionalni model : $\mathbf{v} = \mathbf{A} \cdot \hat{\mathbf{x}} + \mathbf{f}$

Stohastički model $\mathbf{K}_f = \sigma_o^2 \mathbf{Q}_f$

Primenom metode najmanjih kvadrata dobijamo:

Normalne jednačine: $\mathbf{N}\hat{\mathbf{x}} + \mathbf{n} = 0$;

Matrica koeficijenata normalnih jednačina : $\mathbf{N} = \mathbf{A}^T \mathbf{P}_f \mathbf{A}$

Vektor koeficijenata slobodnih članova normalnih jednačina: $\mathbf{n} = \mathbf{A}^T \mathbf{P}_f \mathbf{f}$;

Vektor ocene nepoznatih parametara : $\hat{\mathbf{x}} = -\mathbf{N}^{-1} \mathbf{n} = -\mathbf{Q}_x \mathbf{n}$.

Defekt geodetske mreže je nedostajući broj parametara potreban za definisanje datuma geodetske mreže i u zavisnosti je od merenih veličina. Minimalni broj parametara za definisanje mreže u prostoru ili definisanje relativnog položaja mreže u odnosu na neki ranije definisan sistem nazivamo datum mreže. Svaki datum mreže

definiše koordinatni sistem određen koordinatnim početkom, orijentacijom koordinatnih osa i razmerom. Na osnovu datumskih parametara mreže sledi da se parametri mreže odnose na translaciju po koordinatnim osama, rotacije koordinatnih osa i faktor razmere. Postoji još varijanti definisanja datuma ali najčešći su klasično definisan datum ili datum definisan minimalnim tragom kovarijacione matrice na sve tačke ili na deo tačaka mreže [3].

4.2. Analiza tačnosti lokalnih 3D mreža

Eksperimentalna standardna devijacija jedinice težine je globalna mera koja daje ocenu tačnosti merenih veličina nakon izravnjanja geodetskih mreža [3]:

$$s_o = \sqrt{\frac{\mathbf{v}^T \mathbf{Q}_f^{-1} \mathbf{v}}{\text{trag} \mathbf{Q}_f^{-1} \mathbf{Q}_v}} \quad (1)$$

Eksperimentalna standardna devijacija ocena merenih veličina je:

$$s_{l_i} = s_o \cdot \sqrt{Q_{l_i l_i}} \quad (2)$$

Ocena tačnosti nepoznatih parametara nakon izravnjanja daju eksperimentalne standardne devijacije nepoznatih parametara:

$$s_{x_i} = s_o \cdot \sqrt{Q_{x_i x_i}} \quad (3)$$

4.3. Analiza pouzdanosti

Pouzdanost daje mogućnost otkrivanja grubih grešaka unutar samih merenja (unutrašnja pouzdanost) ili utvrđivanje njihovog uticaja na ocene nepoznatih parametara ukoliko nisu otkrivene grube greške (spoljašna pouzdanost).

4.3.1. Unutrašnja pouzdanost

Uticaj rezultata merenih veličina i njihovih grešaka na vektor popravaka $\mathbf{v}$ ostvaruje se preko matrice koeficijenata $\mathbf{R}$ [3]:

$$\mathbf{R} = \mathbf{Q}_v \mathbf{P} = (\mathbf{P}^{-1} - \mathbf{A} \mathbf{Q}_x \mathbf{A}^T) \quad (4)$$

Članovi r_{ij} predstavljaju udeo grešaka j -tog opažanja na ocenu i -te popravke. Koeficijenti r_{ii} su lokalna mera unutrašnje pouzdanosti, pri čemu je: $0 \leq r_{ii} \leq 1$. Ako je $r_{ii} > 0.3$, smatra se da postoji dobra kontrola unutar samih merenja.

4.3.2. Metode identifikacije grubih grešaka

U konvencionalne metode otkrivanja grubih grešaka spadaju *Data Snooping* test [6] i τ test (Pope, 1976). Ove metode su bazirane na pretpostavci da je samo jedno opažanje opterećeno grubom greškom.

Za uspešno otkrivanje eventualnih grubih grešaka u merenim veličinama kod geodetskih mreža primenjuju se globalni i lokalni statistički testovi. Oblik globalnog testa statistike je [3]:

$$T = \frac{\mathbf{v}^T \mathbf{P} \mathbf{v}}{r \sigma_o^2} = \frac{s_o^2}{\sigma_o^2} \sim F_{r, \infty} \left(\cong \frac{\chi_r^2}{r} \right) \quad (5)$$

Ako je globalna test statistika manja od kvantila Fišerovog ili χ^2 rasporeda, neophodno je proveriti da li postoje grube greške i da li je uzeta odgovarajuća tačnost opažanja kao i odgovarajući funkcionalni model opažanja.

Za lokalni test na grube greške koristimo iterativni *Data snooping* test. [6]:

Data snooping test statistika je oblika:

$$\omega_i = \frac{-v_i}{\sigma_{v_i}} = \frac{-v_i}{\sigma_o \sqrt{Q_{v_i v_i}}} = \frac{-v_i}{\sigma_{l_i} \cdot \sqrt{r_{ii}}} \quad (6)$$

Ukoliko je neko merenje ω_i veće od kvantila standardizovane normalne raspodele, to merenje je odskačuće i izbacuje se samo ono merenje koje najviše odstupa, a ceo algoritam izravnjanja se ponavlja.

4.4. Kriterijumi osetljivosti geodetskih mreža

Osetljivost u kontrolnim geodetskim mrežama je određivanje najmanjeg inteziteta pomeranja, koji se primenom testova o podudarnosti mreža u metodama određivanja pomeranja, za dati nivo značajnosti α i moć kriterijuma $1-\beta$, može otkriti. Ako se parametar necentralnosti λ izjednači sa teorijskom vrednošću $\lambda_0 = f(h, \alpha_0, \beta_0)$, može se odrediti najmanja vrednost pomeranja u pravcu zadatog vektora g [1]:

$$a_{min} = \sigma_0 \sqrt{\frac{\lambda_0}{g^T Q_d^+ g}} \quad (7)$$

Tabela 1. Najmanji intenzitet pomeranja koji se može otkriti u pravcu velike poluose ($1-\alpha=0.95$, $1-\beta=0.80$)

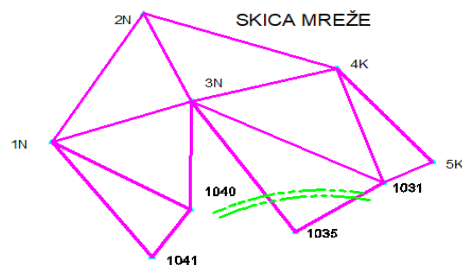
Br.	dy [mm]	dx [mm]	d [mm]	σd[mm]
1	6.451	11.152	12.883	4.151
2	15.046	6.718	16.478	5.308
3	9.358	4.316	10.306	3.320
4	11.953	0.288	11.957	3.852
5	9.228	5.879	10.942	3.525
1031	8.295	2.893	8.785	2.830
1035	10.007	0.202	10.009	3.225
1040	6.819	2.602	7.298	2.351
1041	10.875	1.407	10.966	3.533

5. MERENJA GEODETSKE MREŽE ZA TUNEL STRAŽEVICA

Tunel Straževica je prvi put počeo da se radi 1991. godine i tada je urađeno oko 100 m tunela da bi radovi bili konzervirani do 2004 godine, kada se ponovo krenulo sa radovima. Prva mikromreža je urađena 1989 god. a kasnije (2004. godine) je obnovljena-dopunjena i ponovo je izvršeno merenje u okviru mreže. Rekognosciranje tačaka mikromreže je izvršeno sa ortofoto snimaka i direktno na terenu, a stabilizacija mreže je izvršena stubovima za prisilno centrisanje i betonskim belegama. Mreža za ovaj objekat ima 4 date tačke i 5 novih tačaka.

5.1. Merenje pravaca i dužina

Realizacija merenja u okviru mikromreže na tunelu Straževica podrazumevala je merenje pravaca i dužina koji su mereni totalnom stanicom Wild TC 2000 uglovne tačnosti (H_z i V) je $0,5''$ a tačnost dužina je $2 \text{ mm} + 2 \text{ ppm}$ i jednom prizmom se može meriti do $2,5 \text{ km}$. Uglovi su mereni u 3 girusa. Mreža (slika 2) je izravnata kao lokalna.



Slika 2. Skica geodetske mreže tunela

5.2. Merenje visinskih razlika

Visine tačaka su određene u postupku obrade merenja metodom geometrijskog nivelmana, pri čemu je korišćen instrument Koni 007 sa invarskim letvama. Visinske razlike su određene merenjima napred-nazad. Tačnost nivelira je $0,7 \text{ mm/km}$. Određene su visine repera kao i ploča na stubovima za prisilno centrisanje.

5.3. Računanje položajnih koordinata (X,Y)

Sva merenja koja smo izvršili treba obraditi da bi došli do koordinata (X,Y) tačaka geodetske mreže. Pošto je trebalo odrediti položajne koordinate izvršeno je izravnjanje 2D mreže u programu *Netxpert*. Prethodno je u okviru obrazaca TO1 i TO18e izvršena obrada rezultata merenja i kontrola merenih podataka [5].

Tabela 2. Elementi apsolutnih elipsi gresaka ($\alpha = 0.05$)

Broj tačke	A[mm]	B[mm]	Θ [°]	[']	["]
1	7.184	4.093	30	2	55.79
2	9.188	4.578	65	56	23.15
3	5.747	3.191	65	14	22.72
4	6.667	3.867	88	37	4.633
5	6.101	4.158	57	29	55.43
1031	4.898	1.777	70	46	19.46
1035	5.581	3.312	88	50	27.45
1040	4.07	2.364	69	6	33.76
1041	6.115	1.913	82	37	47.06

5.4. Računanje visina tačaka geodetske mreže (H)

Kod 1D geodetskih mreža nepoznati parametri u izravnjanju su visine tačaka, a preko izravnjanja se određuju empirijske standardne devijacije koje nam pokazuju tačnost izravnatih vrednosti visina tačaka.

Osnovne komponente metode izravnjanja su: merene veličine, stohastički model, funkcionalni model, algoritam izravnjanja, ocene parametara, ocene tačnosti i kontrola kvaliteta. Kod izravnjanja geodetskih mreža najčešće se koriste metode izravnjanja po modelu posrednih merenja i po modelu uslovnih merenja.

Podaci merenja (za tunel Straževica) u geometrijskom nivelmanu su prvo obrađeni, uz kontrole koje su direktno realizovane na terenu, a zatim je izvršeno 1D izravnjanje u programu *Netxpert*. Visine tačaka su određene milimetarskom tačnošću [5-7]. U postupku kontrole kvaliteta merenja visinskih razlika konstatovano je da nema grubih grešaka.

6. ZAKLJUČAK

Geodetske mreže inženjerskih objekata, kao što su tuneli, moraju da imaju pokazatelje kvaliteta (tačnost i pouzdanost) koji treba da zadovolje najzahtevnije radove u postupku građenja tunela (tačnost proboja, merenje konvergencije, monitoring). Kada znamo zahtevanu tačnost obeležavanja objekta možemo da definišemo i tačnost mreže koja je neophodno da bude određena sa 3-5 puta boljom tačnošću u odnosu na tačnost obeležavanja. Mreža na tunelu "Straževica" merena je klasično (pravci i dužine) dok su visine određene geometrijskim nivelmanom, gde je merenje izvršeno optičkim instrumentom Koni 007. Na oblik mreže je uticala blizina naselja tako da su tačke postavljene dalje od objekta koji se izvodi. Merenja (pravaca i dužina) su vršena u ranim jutarnjim satima da bi se postigli što bolji uslovi opažanja. Tunel Straževica je predviđen za drumski saobraćaj i deo je Koridora 10 – obilaznice oko Beograda. Dužina desne tunelske cevi je 745 m, dok je površina poprečnog preseka tunela 110 m^2 . Leva cev je u fazi izgradnje. Kroz jednu cev je predviđen prolazak 15.000 vozila dnevno. Tačnost proboja tunela je bila 5 cm. Prezentovana mikromreža je zadovoljila tražene uslove i objekat je uspešno izveden i pušten u eksploataciju.

7. LITERATURA

- [1] Ašanin S., Inženjerska geodezija 1, Ageo d.o.o, Beograd 2003., 297 str.
- [2] Ninkov T., Projektovanje geodetskih mreža u inženjerskoj geodeziji (skripta), Fakultet Tehničkih nauka, Novi Sad, 2012.
- [3] Mihailović K., Aleksić I., Koncepti mreža u geodetskom premeru, Privredno društvo za katrografiju Geokarta d.o.o, Beograd 2008.
- [4] Begović A., Inženjerska geodezija 2, Građevinski fakultet, Beograd 1990., 308 str.
- [5] Elaborat o realizaciji geodetske mreže za tunel Straževica u Beogradu 2004 god. (obilaznica oko Beograda).
- [6] Baarda, W (1968): A Testing Procedure for Use in Geodetic Networks, Publication of Geodesy, New Series 2, no.5., Netherlands Geodetic Commision, Delft.
- [7] Pope, A. (1976): The statistics of Residuals and the Detection of Outliers, NOAA Tehnical Report, NOS 65, NGS 1, Rockville, MD.

Kratka biografija:



Slobodan Isailović rođen je u Beogradu 1962 god. Diplomski rad odbranio je 2014. god. na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Geodezije i geomatike. Zaposlen i radi u preduzeću za projektovanje puteva.

IDENTIFIKACIJA POLJOPRIVREDNIH PARCELA UPOTREBOM GOOGLE EARTH ENGINE**IDENTIFICATION OF AGRICULTURAL PARCELS USING GOOGLE EARTH ENGINE**

Aleksandar Staletović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GEODEZIJA I GEOMATIKA

Kratak sadržaj – U ovom radu ispitana je upotrebljivost Google Earth Engine platforme u daljinskoj detekciji kroz analizu satelitskih snimaka. Primenom satelitskih snimaka sa Sentinel-1 i Sentinel-2 platforme izvršena je identifikacija poljoprivrednih parcela.

Ključne riječi: Daljinska detekcija, Sentinel-1, Sentinel-2, Google Earth Engine

Abstract – This paper examines the usability of the Google Earth Engine platform in remote sensing through satellite imagery analysis. Using satellite images from the Sentinel-1 and Sentinel-2 platforms, agricultural parcels were identified.

Keywords: Remote sensing, Sentinel-1, Sentinel-2, Google Earth Engine

1. UVOD

Sa prolaskom vremena i usavršavanjem tehnologija rastu mogućnosti primene rezultata inženjerskih radova a ujedno i očekivanja krajnjih korisnika. Da bi proširio područje svog istraživanja i da bi dobio nove podatke, čovek je morao da primeni nova sredstva i pronađe nove metode. Jedna od takvih metoda koja pruža mogućnosti primene u najrazličitijim oblastima jeste daljinska detekcija. Razvoj tehnologije u ovoj oblasti doveo je do toga da je ona i u oblasti poljoprivrede dostigla veoma visok nivo primene. Klasifikacija poljoprivrednih useva, ocena kvaliteta zemljišta, praćenje promena samo su neke od mogućnosti koje ova metoda pruža u oblasti poljoprivrede. Primenom najsavremenijih metoda daljinska detekcija pruža se i mogućnost identifikacije granica poljoprivrednih parcela primenom satelitskih snimaka.

Kao jedna od osnovnih metoda za detekciju granica poljoprivrednih parcela koristi se upravo daljinska detekcija. Daljinska detekcija predstavlja tehnologiju masovnog prikupljanja geoprostornih podataka putem sistema koji nisu u direktnom fizičkom kontaktu sa ispitivanom pojavom ili objektom (senzori na avionu, satelitu). Daljinska detekcija se koristi za potrebe izrade orto-foto planova i karata na osnovu generisanih satelitskih snimaka za određeno područje.

Pošto je izvorni kod programa otvoren, svako može da ga vidi, menja i prilagodi sopstvenim potrebama.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dušan Jovanović, docent.

U poljoprivredi se daljinska detekcija koristi za širok spektar istraživanja, budući da omogućava brzo prikupljanje velike količine informacija o velikom području, kao i veliki broj senzora različitih konstrukcionih karakteristika, koji omogućavaju identifikaciju, praćenje i analizu biljnih kultura, zemljišta i vodenih površina. Cilj ovog rada je demonstracija upotrebljivosti Google Earth Engine platforme za identifikaciju poljoprivrednih parcela. Opisan je postupak analize satelitskih snimaka, postupak klasifikacije i identifikacije granica poljoprivrednih parcela na području opštine Vrbas i opština u njoj okolini.

2. DALJINSKA DETEKCIJA

Daljinska detekcija predstavlja metodu prikupljanja informacija o objektu ili pojavi bez fizičkog kontakta sa njima. Metode daljinske detekcije baziraju se na analizi snimaka Zemljine površine ili pojedinih objekata.

Daljinska detekcija koristi se u mnogim oblastima, uključujući geografiju, poljoprivredu, geodeziju i većinu naučnih disciplina na Zemlji (hidrologija, ekologija, okeanografija, glaciologija, geologija). Ona takođe ima vojne, obaveštajne, komercijalne, ekonomske, planske i humanitarne primene [2,3].

2.1. Evropska svemirska agencija-ESA

Evropska svemirska agencija (European Space Agency, ESA) je međunarodna organizacija, osnovana 1975. godine, koja se bavi istraživanjem svemira.

ESA je koordinator za evropske civilne svemirske aktivnosti. Posao Evropske svemirske agencije je da koordiniše planiranjem i realizacijom evropskih svemirskih programa. Program je orijentisan ka prikupljanju što više informacija o Zemlji, njenoj neposrednoj okolini u svemiru, našem solarnom sistemu i kosmosu, kao i ka tome da razvija satelitske tehnologije i usluge i da promoviše evropsku industriju.

2.2. Sentinel-1

Sentinel-1 satelit obezbeđuje radarsko snimanje zemljišta i okeana, nezavisno od doba dana i vremenskih uslova. Prvi Sentinel-1A satelit lansirao je 3. aprila 2014. u okviru projekta ArianeSpace Soyuz.

Platforma Sentinel-1 nosi radar tipa Synthetic Aperture Radar (SAR), koji snima u C-opsegu i koji je izdvađen na osnovu SAR-sistema ESA-e i Kanadske svemirske agencije: ERS-1, ERS-2, Envisat i Radarsat. Kapacitet memorije za smeštanje podataka kod ovog satelita je 1 410 gigabajta, a brzina prenosa informacija na stanice na Zemlji je 520 Mbit/s [1].

2.3. Sentinel-2

Sentinel-2 je misija za posmatranje Zemlje koju je razvila ESA u okviru programa Copernicus za obavljanje interesnih posmatranja u cilju pružanja usluga kao što su monitoring šuma, otkrivanje promena zemljišnih pokrivača i upravljanje prirodnim katastrofama.

Sentinel-2 obezbeđuje multispektralne snimke visoke rezolucije Zemljine površine. Misija se sastoji iz dva satelita koji se nalaze u istoj orbiti na visini od 786 km i pozicionirani su za 180° jedan od drugog. Sentinel-2A je lansiran 23. juna 2015. godine, a Sentinel-2B 07. marta 2017.

Svaki od satelita Sentinel-2 misije ima optički instrument sposoban da snima u 13 spektralnih opsega: 4 benda na 10 m, 6 bendova na 20 m i 3 benda na 60 m prostorne rezolucije. Širina orbitalne trake iznosi 290 km.

3. GOOGLE EARTH ENGINE

Google Earth Engine je napredna platforma za geoprostornu obradu zasnovanu na oblaku, dizajnirana uglavnom za analizu podataka o okruženju planetarnih razmera. Kombinuje katalog satelitskog snimanja i geoprostorne skupove podataka, koji korisnicima omogućavaju vizualizaciju, manipulaciju, uređivanje i stvaranje prostornih podataka na jednostavan i brz način. Sadrži širok raspon alata za prostornu manipulaciju koji omogućavaju naučnicima, istraživačima i programerima da otkriju promene, preslikaju trendove i kvantifikuju razlike na Zemljinoj površini.

Mogućnost analize i manipulacije podacima prema potrebama korisnika razlikuju ovu aplikaciju od tradicionalne Google Earth aplikacije. Naučnici i neprofitne kompanije koriste Earth Engine za istraživanje daljinskog ispitivanja, predviđanje epidemije bolesti, upravljanje prirodnim resursima i još mnogo toga. Takođe, studenti mogu pristupiti tim podacima kako bi se pridružili raspravi i postal korisnici tih podataka.

Google Earth Engine okuplja više od 40 godina istorijskih i trenutnih globalnih satelitskih snimaka, zajedno sa alatima i računarskom snagom potrebnom za analizu i čuvanje tog ogromnog skladišta podataka. Kao planetarna platforma za analizu podataka o životnoj sredini, on je neprocenjivo sredstvo za studente da prodube svoje znanje o implikacijama klimatskih promena i puno više.

Google Earth nam omogućuje putovanje, istraživanje i učenje o svetu interakcijom s virtualnim globusom. Možemo pregledavati satelitske snimke, mape, terene, 3D zgrade i još mnogo toga. S druge strane, Earth Engine je alat za analizu geoprostornih informacija. Među mnogim drugim analizama možemo analizirati pokrivenost šuma i vode, promene u korišćenju zemljišta ili proceniti zdravlje poljoprivrednih polja.

4. METODE KLASIFIKACIJE SNIMAKA

Klasifikacija snimaka predstavlja verovatno i najvažniji korak u analizi snimaka. Klasifikacija predstavlja proces pridodavanja piksela smislenim celinama koje opisuju određene pojave na snimku. Kada govorimo o satelitskim snimcima planete Zemlje, prve pojave se manifestuju kao različiti geografski entiteti (vegetacija, voda, zemlja, izgrađeni objekti i td.). Osnovne metode klasifikovanja

snimaka bazirane na piksel paradigmi (per-pixel) dele se na: nadgledanu (supervised) klasifikaciju i nenadgledanu (unsupervised) klasifikaciju.

4.1. Nadgledana klasifikacija

Pri nadgledanoj klasifikaciji se karakteristični pikseli manuelno smeštaju u odgovarajuću klasu kao "tačni", tj. referentni pikseli. Ovo je ključni deo procesa klasifikacije jer se greške napravljene u ovoj klasifikacionoj fazi kasnije mogu jako odraziti na konačne rezultate klasifikacije. Naprosto, treba svaku klasu obučiti potpuno ispravno kako se ne bi dogodila mešanja između klasa već u baznom delu.

4.2. Nenadgledana klasifikacija

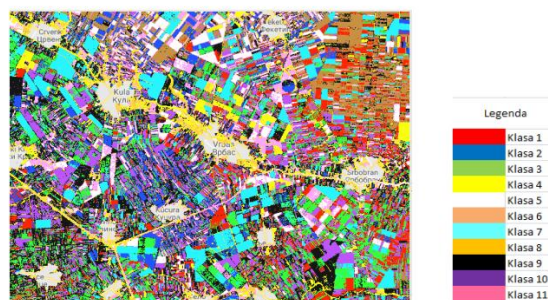
Nenadgledana klasifikacija je zasnovana na mogućnosti softvera da spaja piksele sličnih spektralnih svojstava u klaster bez da se programu dostavi obučavajući skup za bilo koju klasu. Kompjuter spaja određene piksele zavisno od odabranog algoritma rada i broja izlaznih klasa. Klasteri se formiraju na osnovu neke od metoda za formiranje klastera (sekvencijalni klastering, statistički klastering, RGB klastering, Iso Data klastering). Kod svake metode nenadgledane klasifikacije se pikseli spajaju na osnovu određenih spektralnih svojstava i predefinisanih pravila spajanja. U ovom radu primenjene su dve metode nenadgledane klasifikacije: weka KMeans klasifikacija i wekaXMeans klasifikacija.

4.3. weka KMeans

Metoda KMeans je široko korišćena tehnika klasteriranja koja nastoji da smanji prosečnu kvadratnu udaljenost između piksela u istom klasteru. Pruža dosta veliku tačnost, jednostavna je i brza i vrlo privlačna za korišćenje.

WekaKMeans je postupak nenadgledane klasifikacije snimaka zasnovan na grupisanju piksela istih ili sličnih karakteristika u odgovarajuće klasterne odnosno klase. Klasteriranje je podela podataka u slične skupove objekata. Predstavljanje podataka s manje klastera nužno gubi određene sitne detalje, ali postiže pojednostavljenje dok odaberi više klastera ce prikazati gotovo sve podatke. Postupak wekaKMeans na platform GEE ima nekoliko koraka: Definišemo ulaz, odnosno snimak na kojem pronalazimo klasetere, Postavimo parametre klasteringa, odnosno uslove odabira klastera i grupisanja u klase, Definišemo oblast koju želimo da klasifikujemo, Primenimo klaster na željenu oblast [4].

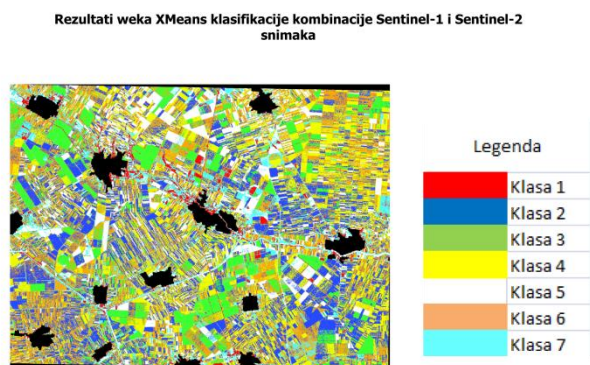
Rezultat weka KMeans klasifikacije kombinacije Sentinel-1 i Sentinel-2 snimaka



Slika 1. Rezultati weka KMeans klasifikacije

4.3. weka Xmeans

XMeans klastering je veoma sličan KMeans klasteringu. Može se reći da je XMeans u stvari KMeans sa efikasnom procenom broja klastera. Osnovna i jedina razlika između ova dva postupka nenadgledane klasifikacije je to što XMeans pruža mogućnost definisanja minimalnog i maksimalnog broja klastera, dok se kod KMeans-a može podesiti samo ukupan broj klastera. Maksimalan broj klastera u ovoj metodi je 8, dok kod metode Kmeans taj broj može biti mnogo veći [4].



Slika 2. Rezultat weka XMeans klasifikacije

5. EDGE DETECTION

Edge Detection odnosno otkrivanje ivica ili detekcija ivica uključuje različite matematičke metode koje imaju za cilj identifikovanje tačaka u digitalnoj slici kod kojih se svetlina slike oštro menja ili, formalnije, ima diskontinuitete. Tačke u kojima se svetlina slike naglo menja, obično se organizuju u skup zakrivljenih segmenata linija nazvanih ivicama.

Isti problem pronalaženja diskontinuiteta u jednodimenzionalnim signalima poznat je pod nazivom detekcija koraka, a problem pronalaženja diskontinuiteta signala tokom vremena poznat je kao detekcija promena. Otkrivanje ivica je osnovno sredstvo u obradi slike, mašinskom i računarskom učenju, posebno u područjima otkrivanja i uklanjanja granica.



Slika 3. Edge Detection [5]

Važno je napomenuti da detekcija ivica samo ukazuje da je ivica na slici blizu piksela, ali ne daje nužno tačnu procenu lokacije i orijentacije ivice. Greške u detekciji ivica su greške pogrešne klasifikacije: lažne ivice i ivice koje nedostaju. Greške u proceni ivica modelirana je distribucijom verovatnoće za lokaciju i procene orijentacije.

Otkrivanje ivica je značajan proces u računarskoj i digitalnoj obradi slike, tako da je neophodno razmotriti operatore odnosno detektore za otkrivanje ivica. Ivica je brza promena u intenzitetu piksela slike. Sastoji se od

kritične karakteristike i važne karakteristike slike. Takve brze promene otkrivaju se upotrebom derivata prvog reda i derivata drugog reda. Svi ovi derivati bazirani su upotrebi gradijenta.

Gradijent je merilo promene funkcije, i samim tim slika se može smatrati nizom uzoraka nekih kontinualnih funkcija intenziteta slike. Analogno tome, značajne promene u sivim vrednostima na slici se može otkriti upotrebom diskretne aproksimacije na gradijent.

Ivica je granica između objekta i njegove pozadine. Cilj svakog detektora je da se izbegnu lažne ivice i da otkrivene ivice budu najbliže pravim ivicama. Mnogi detektori ivica razvijeni su u poslednjih dvadeset godina. Neki od operatora za detekciju ivica su: Sobel operator, Laplasian of Gaussian operator, Prewitt operator, Robert's cross operator. Najpoznatiji i jedan on najčešće primenjenih operatora, koji daje veoma dobre rezultate i koji je primenjen u ovom radu je Canny Edge Detection operator [5].

5.5. Canny Edge Detection operator

Canny detektor ivica je operator za otkrivanje ivica koji koristi višefazni algoritam za otkrivanje širokog raspona ivica na slikama. Razvio ga je John F. Canny 1986. Među dosada razvijenim metodama otkrivanja ivica, Canny-jev algoritam za otkrivanje ivica je jedna od najstrože definisanih metoda koja omogućava dobru i pouzdanu detekciju. Zahvaljujući svojoj optimalnosti da ispuni sve kriterijuma za detekciju ivica i jednostavnosti postupka za implementaciju, postao je jedan od najpopularnijih algoritama za detekciju ivica.

Canny-ov operator dizajniran je kao optimalan detektor ivica (prema određenim kriterijumima - postoje i drugi detektori koje sam nabrojao koji su takođe optimalni u odnosu na nešto drugačije kriterijume). Kao ulaz uzima sliku, a kao izlaz stvara sliku koja prikazuje položaje praćenih diskontinuiteta intenziteta, odnosno promene vrednosti piksela na osnovu kojih se detektuju ivice u ovom slučaju granice između klasa.

Zadatak ovog rada bio je detektovanje ivica poljoprivrednih parcela upotrebom Sentinel-1 i Sentinel-2 satelitskih snimaka, ponaosob kao i kombinacijom ova da proizvoda. Da bi se došlo do željenih rezultata pre samog postupka detekcije ivica, odnosno primene algoritma Edge Detection izvršeni su koraci koji podrazumevaju neku vrstu pripreme podataka za detekciju ivica. Ceo postupak analize urađen je na cloud platformi Google Earth Engine i podaci koji su korišćeni za potrebe ovog rada, a to su Sentinel-1 i Sentinel-2 sinimci za period mart-oktobar 2017.godine preuzeti su iz biblioteke same platforme. Budući da su snimci obrađeni, odnosno da su sve metode predprocesinga izvršene na snimcima oni su bili spremni za dalje korišćenje i dalju analizu.

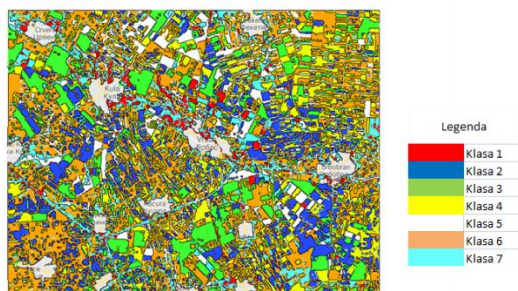
Područje analize, odnosno oblast od interesa nad kojom je sprovedena detaljna analiza u cilju detekcije i identifikacije granica poljoprivrednih parcela jeste deo oko opštine Vrbas i drugih okolnih manjih opština (Srbobran, Kula, Feketić, Mali Idoš, Temerin, deo Crvenke i mali deo naselja Stepovićevo). Ovaj deo obiluje obradivim poljoprivrednim zemljištem sa velikim brojem poljoprivrednih

parcela, pa je bio veoma pogodan za primenu algoritma da identifikaciju poljoprivrednih parcela. Cilj rada bio je detekcija granica poljoprivrednih parcela, iz razloga što je veoma čest slučaj da na jednoj katastarskoj parceli vlasnik zasađi više poljoprivrednih kultura, pa je poželjno poznavati granicu između njih.

Prvi korak ka identifikaciji poljoprivrednih parcela bio je postupak klasifikacije snimaka. Sentinel-1 i Sentinel-2 snimci klasifikovani su metodama nenadgledane klasifikacije weka KMeans i weka XMeans. Budući da područje analize obuhvata i naseljeni i gradski deo bilo je neophodno izdvojiti taj deo. To je urađeno uvođenjem maske, odnosno maskiranjem gradskog dela, jer nam taj deo nije značajan za dobijanje željenih rezultata. Kao maska korišćeni su podaci sa Corine Land Cover-a koji su takođe dostupni na Google Earth Engine-u.

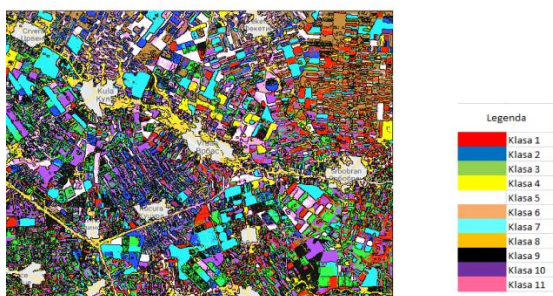
Izbor nenadgledane klasifikacije leži u tome što nisam imao nikakve ulazne podatke o kulturama na području od interesa koje bih mogao iskoristiti za kreiranje obučavajućih skupova i primenu nadgledane klasifikacije. Sa druge strane primena nenadgledane klasifikacije dala je mogućnost definisanja većeg broja klasa i identifikaciji što većeg broja poljoprivrednih parcela, a samim tim i bolju detekciju ivica, tj. granica parcela. Cilj je bio da se klasifikacijom dobiju podaci koji će omogućiti sto bolju identifikaciju parcela, jer na sirovim snimcima je to znatno teže. Nakon postupka svrstavanja piksela u klase, odnosno postupka klasifikacije, pristupilo se završnom koraku odnosno identifikaciji poljoprivrednih objekata primenom Canny Edge Detektora. Na sledećim slikama prikazani su dobijeni rezultati.

Canny Edge Detection nakon weka XMeans klasifikacije



Slika 4. Canny Edge Detection KMeans klasifikacije

Canny Edge Detection nakon weka XMeans klasifikacije



Slika 5. Canny Edge Detection XMeans klasifikacije

6. ZAKLJUČAK

Razvoj satelitskih platformi i multispektralnih skenera omogućava sistematičan i veran prikaz područja od interesa. Satelitski snimci pružaju brz i pouzdan izvor raznovrsnih informacija o proizvoljnoj oblasti, koje se koriste u raznim naučnim disciplinama. Brzina prikupljanja podataka je od naročitog značaja u poljoprivredi, šumarstvu i drugim oblastima radi pravovremenog korektivnog delovanja. Na osnovu podataka dobijenih sa satelitskih platformi, moguće je vršiti identifikovanje, praćenje stanja, analizu, klasifikaciju i definisanje odnosno otkrivanje granica poljoprivrednih parcela.

Brzina prikupljanja podataka je od naročitog značaja u poljoprivredi, šumarstvu i drugim oblastima radi pravovremenog korektivnog delovanja. Na osnovu podataka dobijenih sa satelitskih platformi, moguće je vršiti identifikovanje, praćenje stanja, analizu, klasifikaciju i definisanje odnosno identifikovanje granica poljoprivrednih parcela.

U ovom radu prikazan je jedan od načina identifikacije poljoprivrednih parcela, upotrebom satelitskih snimaka bez njihovog skidanja i predprocesinga koji oduzimaju puno vremena a i resursa računara. Pokazano je da se i na cloud platformi koja je svima dostupna mogu dobiti veoma kvalitetni rezultati.

Iako metode identifikacije poljoprivrednih parcela, opisane u ovom radu daju zadovoljavajuće rezultate, predlaže se dalje istraživanje ovih ali i drugih metoda za identifikaciju kako bi se njima postigli još bolji rezultati.

7. LITERATURA

- [1] Copernicus-Obsearving the Earth. European Space Agency, http://www.esa.int/Our_Activities/-Observing_the_Earth/Copernicus/Overview4, (datum pristupa:2017-maj-16)
- [2] <https://cyberleninka.ru/article/v/daljinska-detekcija-kao-metod-prikupljanja-podataka-o-prostoru> (pristupljeno u septembru 2018.)
- [3] Jovanović, D., Daljinska detekcija i računarska obrada slike, Senzori i platforme
- [4] wekaKMeans i XMeans : <https://www.brandidea.com/kmeans.html>
- [5] Canny Edge Detection : <https://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/HIPR2/canny.htm>

Kratka biografija:



Aleksandar Staletović rođen je u Prištini 1995. godine. Osnovne akademske studije na Fakultetu Tehničkih nauka upisao je 2014. godine a završio 2018. godine. Iste godine upisao je master studije na Fakultetu tehničkih nauka. Oblasti interesovanja su daljinska detekcija, lasersko skeniranje i fotogrametrija.
kontakt: geoaleksandar95@gmail.com

ЗОНИРАЊЕ ПОЉОПРИВРЕДНИХ ПАРЦЕЛА УПОТРЕБОМ ВЕГЕТАЦИОНИХ ИНДЕКСА

ZONING OF AGRICULTURAL FILEDS USING VEGETATION INDICES

Милан Гавриловић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ГЕОДЕЗИЈА И ГЕОМАТИКА

Кратак садржај – У овом раду описан је поступак класирања пољопривредног земљишта у класе, на основу стања вегетације. Добијени производи су затим дистрибуирани кроз трослојну GIS архитектуру и приказани на геопорталу.

Кључне речи: Даљинска детекција, Sentinel 2, GIS, визуелизација, квалитет земљишта

Abstract – In this paper, I've described the procedure of classifying agricultural land into classes depending on a state the vegetation is in. Obtained products have been then distributed through the three-tier GIS architecture and then displayed on geoportals.

Keywords: Remote sensing, Sentinel 2, GIS, visualization, quality of land

1. УВОД

Повећањем броја светског становништва јавља се потреба за повећањем пољопривредне производње што доводи до потребе за побољшањем управљања светским пољопривредним ресурсима.

Са порастом броја сателита и сензора за праћење Земље, повећане су могућности за праћење стања усева. Са тиме расте и наше знање о агрономским параметрима који прате одређену биљку. Основни принцип праћења усева је кроз различите вегетационе индексе, који се генеришу различитим комбинацијама таласних дужина одговарајућег спектра [1].

Пре сетве или садње било које биљне врсте потребно је добро упознати карактеристике изабраног земљишта. У истом земљишту могу да расту различите биљке, неке ће бити бујне, разгранате, са обиљем плодова, док ће друге остати кржљаве, слабе бујности и родности. Циљ проучавања квалитета земљишта је проналажење оптималних мера управљања ради побољшања функција земљишта.

Сателитским снимањем обезбеђују се подаци сателитских снимака различитог квалитета за примену у пољопривреди. Информације добијене правилном обрадом, анализом и екстракцијом података из сателитских снимака представљају значајан ресурс за многе системе одлучивања у привреди и науци.

НАПОМЕНА:

Овај рад је проистекао из мастер рада чији ментор је био др Душан Јовановић, доцент.

2. ДАЉИНСКА ДЕТЕКЦИЈА

Даљинска детекција (теледетекција, даљинско истраживање) је метода прикупљања информација о неком објекту или феномену у већем или мањем опсегу помоћу уређаја за снимање или истраживање у реалном времену који је бежичан или није у физичком или блиском контакту са објектом (тј. помоћу терестричких уређаја, авиона, хеликоптера, свемирске летелице, сателита или брода) [2].

Циљ даљинске детекције је брзо и економично добијање прецизних информација о релативно великим подручјима. Анализирањем серије снимака могуће је пратити и регистровати: дневне, сезонске и годишње промене неке појаве. Објекти даљинске детекције су сви елементи Земљине површине и атмосфере у видном пољу сензора.

2.1. Sentinel 2

Sentinel 2 представља мисију за посматрање Земље, која је развијена од стране Европске свемирске агенције, као део програма Copernicus чији је основни задатак да врши терестричка посматрања како би се пружила подршка системима који се баве праћењем шума, променама Земљаног покривача и контролисањем стања приликом природних непогода.

Мисија се базира на констелацији два идентична сателита Sentinel 2A и Sentinel 2B, која се налазе у истој орбити под углом од 180° један у односу на други. Sentinel 2A је лансиран 23. јуна 2015. године, након чега је лансиран и Sentinel 2B, 7. марта 2017. године [3].

Сваки од сателита Sentinel 2 мисије има оптички и инструмент способан да снима у 13 спектралних опсега: 4 бенда са 10 m, 6 бендова са 20 m и 3 бенда са 60 m просторне резолуције. Ширина орбиталне траке износи 290 km.

3. ВЕГЕТАЦИОНИ ИНДЕКСИ

Вегетациони индекси представљају математичке комбинације или трансформације спектралних опсега које наглашавају спектралне особине зелених биљака, тако да се оне разликују од других карактеристика слике [4].

Другим речима, вегетациони индекси служе да појачају вегетациони сигнал. Пројектовани су за мерење просторних и временских промена вегетације на регионалном, континенталном и глобалном нивоу на вишегодишњој и сезонској основи.

Вегетациони индекси су корисни у откривању сваке врсте промене вегетације, без обзира на врсту промене.

То може бити промена у биофизичком параметру, саставу врста, стресу, коришћењу земљишта или комбинација промена.

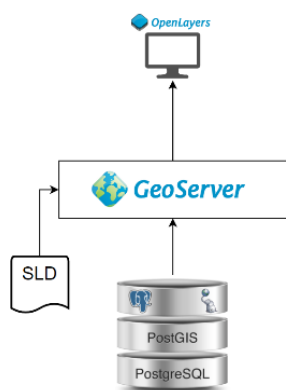
4. ГЕОПОРТАЛИ И ВИЗУЕЛИЗАЦИЈА ПРОСТОРНИХ ПОДАТАКА

4.1. Трослојна архитектура

Дистрибуција геопросторних података врши се кроз трослојну GIS архитектуру (Слика 1.). Трослојна архитектура развијена је еволуцијом архитектуре клијентских сервера како би се превазишли њени недостаци. Апликације су подељене у три логички независна слоја који комуницирају путем интерфејса:

1. Презентациони слој је најближи кориснику и садржи кориснички интерфејс,
2. Средњи слој садржи пословну логику система,
3. Слој података.

Са таквом архитектуром сваки слој комуницира само са слојем који се налази и непосредно испод њега и има тачно дефинисану функционалност коју обавља.



Слика 1. Трослојна GIS архитектура

Корисник подноси захтев кроз презентациони слој пословној логици система података. Слој пословне логики система проналази тражене податке из слоја података и шаље их презентацијском слоју, који га након пријема обликује и приказује кориснику.

4.2. Геопортал

Геопортал је кориснички интерфејс ка колекцији *online* геопросторних ресурса, који укључују скупове података и сервисе. Служи за приказ просторних података, њихов преглед, измену и претрагу. У суштини геопортал је интернет портал који представља географске информације од различитих извора у јединственој форми [5].

5. СТУДИЈА СЛУЧАЈА

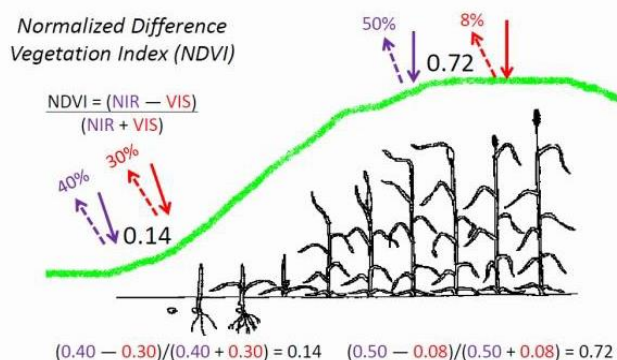
Практични део рада се састоји из неколико делова. Наиме, први део се односи на одабир периода из којих ће бити узимани сателитски снимци, спрам фенофаза сваке засејане пољопривредне културе. Након тога извршена је обрада и класификација сателитских снимка у *Google Earth Engine*-у, након чега су добијене

класе земљишта. На крају су сви добијени продукти, кроз трослојну архитектуру, приказани на геопорталу.

5.1. Избор карактеристичних периода пољопривредних култура

На самом почетку потребно је животни циклус биљке поделити у одређени број фаза. Како се у овом раду врши класификација земљишта на основу стања вегетације, период након ницања и пре зрења биљке неће бити узиман при овој анализи.

Да бисмо дефинисали периоде почетка и краја одређене фазе, коришћена је временска серија *NDVI* индекса. Са слике 2. видимо да са растом биљке расту и вредности *NDVI* индекса, а непосредно пре зрења те вредности почињу да опадају.



Слика 2. Приказ временске серије *NDVI* индекса за различите фенофазе кукуруза

5.2. Обрада података у *Google Earth Engine*-у

Након што је извршена подела животног циклуса сваке пољопривредне културе на четири периода, приступа се даљој обради изабраних снимка за сваки период у *Google Earth Engine*-у.

Google Earth Engine (GEE) је напредна платформа за геопросторну обраду засновану на облаку, дизајнирана углавном за анализу података о окружењу планетарних размера.

Пре било какве употребе изабраних сателитских снимка неопходно је урадити одређен предпроцесинг, то јест неопходно је извршити неке корекције над снимцима. Како су у овом раду коришћени снимци нивоа 2A над којима су већ извршене одређене корекције, било је потребно извршити само ресамплинг свих бендова на 10 m. Поред овога употребљен је и алгоритам за маскирање и елиминацију облака.

Следећи корак је формирање вегетационих индекса. Према препорукама са сајта *Index DataBase* [6], који представља специјализовану базу података са великим бројем вегетационих индекса, а за одређену апликацију и сензор, дошло се до следећих вегетационих индекса: *NDVI*, *NDVI690-710*, *ARVI2*, *LCI*, *SAVI*.

Након тога приступамо класификацији свих сачунатих вегетационих индекса, у претходно дефинисани број класа. Како сви индекси дају веће вредности на местима где је гушћа вегетација, класификација је урађена тако што је првих 20% од укупног броја пиксела сврстано у пету класу, то јест класу која представља најлошије земљиште, следећих 20% у четврту класу итд.

Овај поступак је потребно поновити за све вегетационе индексе и све периоде.

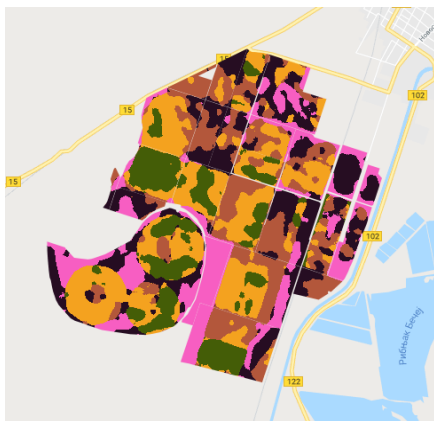
После овако извршене класификације сваког појединачног индекса врши се рачунање коначних класа за сваки од четири изабрана периода, а на основу свих претходно класификованих индекса, за тај период.

Пошто смо добили класе за сваки од четири животна циклуса сваке пољопривредне културе, на основу та четири растера формираћемо коначне класе за једну годину.

Како се биљка у првом изабраном периоду, након клијања, још увек није у потпуности развила, а у последњем четвртном периоду је пред сазревањем, јасно је да ће снимци из ова два животна циклуса биљке дати нешто другачије вредности класа од друга два снимка добијена из периода када је биљка била на врхунцу свог развоја. Да би превазишли овај проблем потребно је доделити тежине сваком животном циклусу биљке. Јасно је да ће већи утицај на коначни изглед класа имати они снимци којима је додељена већа вероватноћа, док ће мањи утицај имати они снимци са мањом вредношћу вероватноће.

Како би се елиминисао ефекат „соли и бибера“, из растера који за вредности пиксела садржи вредности броја класа којој припада земљиште, користи се неки од алгоритама за генерализацију. У овом раду коришћен је *Majority* филтер.

Претходно описаним поступком дошли смо до класа земљишта на основу вредности вегетационих индекса, то јест на основу стања биљке, за период од годину дана (Слика 3.).



Слика 3. Растерски приказ класа за групу парцела у општини Бечеј за 2017. годину у GEE

Овако добијени растер је векторизован након чега је у QGIS-у урађено глачање ивица и рекласификација, односно брисање полигона са мањом вредности површине од унапред дефинисане. За ову анализу граница је постављена на 0.5 ha, па су тако сви полигони мањи од ове вредности елиминисани.

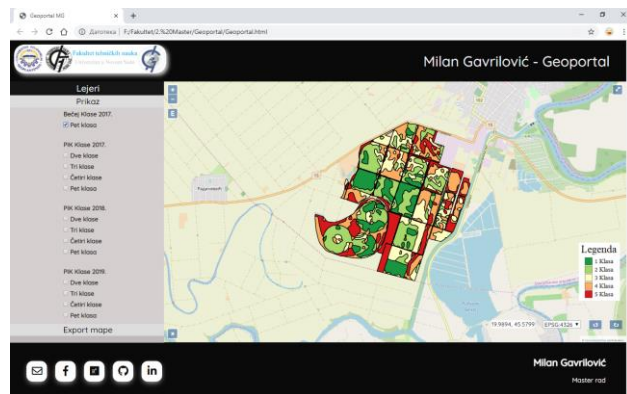
5.3. Приказ и дистрибуција добијених података

Као што је већ речено приказ и дистрибуција за све добијене податке извршена је кроз трослојну GIS архитектуру.

За потребе овог рада коришћена је PostgreSQL база података, са PostGIS проширењем, у коју су учитани претходно добијени векторски подаци.

Сви подаци из базе су публиковани на GeoServer где су им додељени одговарајући стилови употребом SLD-a (*Styled Layer Descriptor*). SLD је XML шема специфицирана од стране OGS (*Open Geospatial Consortium*) за стилизацију приказа слојева мапе. Користи се за приказ растерских и векторских података. Такође уз помоћ GeoServer-a креирани су OGS сервиси.

Геопортал на ком су приказани подаци формиран је употребом HTML-a, CSS-a и JavaScript-a (Слика 4.).



Слика 4. Векторски приказ класа за групу парцела у општини Бечеј за 2017. годину на геопорталу

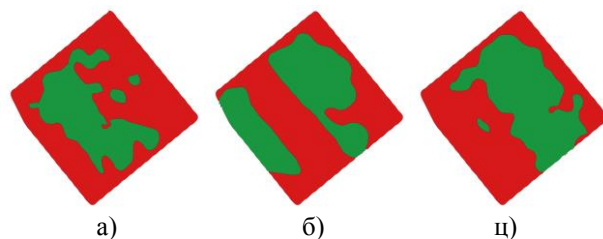
5.4. Тестирање алгорита

Због тога што при касирању земљишта већих површине третирамо групу парцела исте пољопривредне културе као једну парцелу, то јест зонирање вршимо на основу минималне и максималне вредности индекса свих парцела са истом пољопривредном културом, морамо поседовати тачне податке о гајеној биљци за сваку годину. Како улазни подаци нису са сигурношћу били апсолутно тачни, морало се наћи друго решење за анализу овог алгорита.

Да би се извршила верификација алгорита за класификацију земљишта неопходно је са сигурношћу познати пољопривредну културу на изабраној локацији за временски период од неколико година.

У овом раду верификација је извршена на основу података за парцелу бр. 21247 која се налази у катастарској општини Бечеј. На овој парцели се 2017. године налазила шећерна репа, док је 2018. и 2019. године био засејан кукуруз.

На основу претходно осмишљеног алгорита и апсолутно тачних улазних података, класификација земљишта ове пољопривредне парцеле је извршена у две класе.



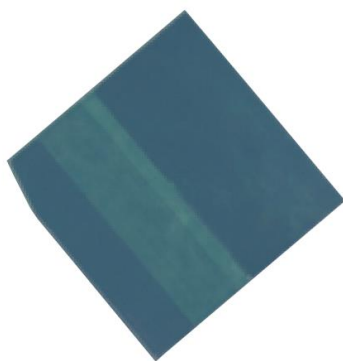
Слика 5. Векторски приказ класа за парцелу бр. 21247 за 2017. (а), 2018. (б) и 2019. (ц) годину

Зеленом бојом је приказано земљиште прве класе, док је црвеном бојом приказано земљиште друге класе. Као што можемо видети постоје преклапања класа за

2018. и 2019. годину, док је у поређењу са ове две године просторни распоред класа из 2017. године другачији са малим преклапањима између класа.

Један од могућих разлог постојања различитих просторних распореда класа земљишта, за три анализираних године, јесте узгајање различите пољопривредне културе на овој парцели. Тако за 2018. и 2019. годину када је узгајана иста пољопривредна култура (кукуруз) имамо велику корелацију између класа.

Увидом у *RGB* приказ снимака свих периода за три изабране године и податке о засејаним културама, можемо закључити да расцеп између две зоне земљишта прве класе у 2018. години настаје вероватно као резултат узгајања кукуруза различите сорте на овој парцели, или неких промена у земљишту, што се јасно види на слици 6.



Слика 6. *RGB* приказ парцеле бр. 21247 за 2018. годину

6. ЗАКЉУЧАК

Даљинска детекција представља веома важну карику у ланцу прецизне пољопривреде и њеним коришћењем је омогућено добијање тачне слике о стању земљишта и усева, то јест планова за селективно прскање корова и инсеката, ублажавање биљних болести, одређивање количине азота, оптимално наводњавање итд. Захваљујући константном развоју технологије она постаје масовно прихваћено решење. У комбинацији са *GIS*-ом и његовим апликацијама пружа корисне информације широком кругу корисника.

У овом раду дат је предлог решења за зонирање пољопривредног земљишта, то јест за класификацију овог земљишта у одређени број класа спрам стања гајене пољопривредне културе на одређеној парцели и визуелизацију овако добијених података кроз тро-слојну *GIS* архитектуру.

При решавању овог задатка увиђени су проблеми који се јављају при једној оваквој анализи и недостаци у алгоритму класификације.

Као главни недостатак алгоритма можемо издвојити проблем са улазним подацима у алгоритам. Ти подаци треба да представљају скуп апсолутно тачних информација о гајеној култури на свакој парцели за анализирану годину, јасно је да нам ови подаци нису увек познати и то представља највећу препреку при анализи земљишта за које ти подаци нису познати.

Наравно велики утицај на класе земљишта имаће разни климатски фактори, ђубрење и наводњавање земљишта који се разликују од године до године.

На основу свега изнетог јасно је да се наведени алгоритам може користити за класификацију пољопривредног земљишта у овој форми, али такође треба размишљати и о његовом унапређењу и проширењу скупа коришћених података при анализи и зонирању земљишта.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] J.L. Hatfield, A.A. Gitelson, S.J. Schepers, C.L. Walthall, "Application of Spectral Remote Sensing for Agronomic Decisions", *Agronomy Journal* 2008.
- [2] Д. Јовановић, "Модел објектно оријентисане класификације у идентификацији геопросторних објеката", Нови Сад, Факултет техничких наука.
- [3] http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus/Overview3 (приступљено у септембру 2019.)
- [4] S.B. Marutirao, „Fundamentals of Biometry“, Ashok Yakkaldevi, 2017.
- [5] https://www.euprava.gov.rs/eusluge/opis_usluge?generatedserviceid=279&alphabet=lat (приступљено у септембру 2019.)
- [6] <https://www.indexdatabase.de/> (приступљено у септембру 2019.)

Кратка биографија:



Милан Гавриловић рођен је у Београду 1995. године. Основне академске студије на Факултету техничких наука у Новом Саду, смер геодезија и геоматика, уписао 2014. године. Дипломирао 2018. године и исте године уписао мастер академске студије. Мастер рад на Факултету техничких наука одбранио је 2019. године.
контакт:
milan.gavrilovic995@gmail.com

ИНИЦИРАЊЕ КОМАСАЦИОНИХ ПРОЈЕКТА У ГРАДУ ЗРЕЊАНИНУ INITIATION OF LAND CONSOLIDATION PROJECTS IN THE CITY ZRENJANIN

Иван Милутиновић, Горан Маринковић, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Област – ГЕОДЕЗИЈА И ГЕОМАТИКА

Кратак садржај – У овом раду је представљено истраживање иницирања комасационих пројеката. Истраживачки део рада је обухватио прикупљање података релевантних за рангирање катастарских општина у Граду Зрењанину. У експерименталном делу рада је на основу прикупљених података, извршено рангирање катастарских општина за покретање комасационих пројеката у Граду Зрењанину.

Кључне речи: *Комасација, рангирање*

Abstract – In this paper is presented research of initiations of land consolidation projects. The research part covered the data collecting relevant for ranking of cadastral municipalities in the City of Zrenjanin. In the experimental part of the work, according to collected data, ranking of the cadastral municipalities is performed for starting land consolidations projects in the City of the Zrenjanin.

Keywords: *Land consolidation, ranking*

1. УВОД

Комасација као метода за поспешивање привредног развоја појединих региона, кроз пољопривреду, примењује се у пракси већ дуги низ деценија [1]. Поред основне функције да групише уситњене поседе [2,3], комасација има и далекосежнији утицај на развој локалних заједница и читавих региона, а као таква доприноси и укупном развоју држава. Из тог разлога се у развијеним земљама, комасацији посвећује велика пажња и она се примењује у свим ситуацијама када може да допринесе развоју пољопривреде, односно развојним привредним циљевима уопште [4,5].

За разлику од већине европских земаља где је услов за покретање комасационих пројеката израда анализе трошкова и користи [5], у Републици Србији то није случај. У Републици Србији се комасациони пројекти покрећу на иницијативу месних заједница или учесника комасације. Према Закону о пољопривредном земљишту, услов за покретање комасационог пројекта је да Јединица локалне самоуправе изради, и уз сагласност Министарства пољопривреде, усвоји Програм комасације.

Комасација земљишта у Реп. Србији има дугу традицију и у највећем делу је спровођена над земљиштем у Војводини (око 60%), затим у централној Србији (око 9%) и најмање на Косову и Метохији (око 5%).

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Горан Маринковић, доцент.

Комасација је до 2011. године у Републици Србији реализована у 897 катастарских општина на укупној површини око 1.800.000 хектара, што представља око 25% од укупног пољопривредног земљишта. Према истраживању спроведеном у Србији, једино пољопривредна домаћинства са величином поседа преко 10 хектара могу да буду основни носиоци модерне тржишне производње на селу [1,6]. Учесници комасације су ослобођени финансирања комасационих пројеката, при чему трошкове сноси Република Србија (55%) и Јединице локалне самоуправе (45%).

Све Јединице локалне самоуправе, уз помоћ државе, морају да инвестирају да би реализовале постављене развојне циљеве. При томе комасациони пројекти представљају основу за достизање тих циљева, јер се кроз њихову реализацију поспешује развој пољопривреде, а самим тим и локалних заједница и држава уопште. Локалне заједнице које имају добре развојне планове би покренуле и реализовале комасационе пројекте у више катастарских општина, али због објективних фактора то није могуће. Најчешћи фактор је недостатак новчаних средстава за реализацију свих пројеката. Општине су тада приморане да одаберу оне комасационе пројекте који ће на најбољи начин достићи постављене циљеве, односно да на објективан начин одреде приоритете.

У том случају рангирање се може вршити помоћу вишекритеријумских метода на основу реалних података о катастарским општинама, који се прикупљају из база података релевантних институција на државном и локалном нивоу [1,7].

Због свега наведеног, предмет истраживања у овом раду су карактеристике, иницирање и рангирање будућих комасационих пројеката, као и методе вишекритеријумске анализе и одлучивања АНП, TOPSIS, VIKOR и SAW.

Основни и примарни циљ истраживања је дефинисање модела рангирања комасационих пројеката и његова евалуација, односно одређивање приоритета за уређење пољопривредног земљишта комасацијом у Граду Зрењанину.

2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ

2.1. Материјал

Материјал за ову студију је обухватио 15 од 27 катастарских општина у Граду Зрењанину, у којима нису реализовани комасациони пројекти. Подаци су прикупљени од низа релевантних државних установа. Истраживањем је обухваћена површина од 51.190 хектара са 61.282 парцеле и 14.969 будућих учесника

комасације. Због велике количине података, њихово презентовање је овде изостављено. Део података се може видети у мастер раду аутора овог рада.

2.2. Методе

Дефинисање модела рангирања комасационих пројеката, извршено је у следећим фазама [5]:

- дефинисање кључних критеријума по којима ће се рангирати алтернативе,
- додељивање тежинских коефицијената (тежина) сваком критеријуму,
- утврђивање вредности сваког критеријума за сваку алтернативу и формирање матрице одлучивања,
- одабир поступка вишекритеријумске анализе,
- провођење вишекритеријумске анализе,
- анализа резултата рангирања и
- доношење коначне одлуке.

На основу анализе бројне студијске и научне литературе, као нпр. [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8], за рангирање катастарских општина за реализацију комасационих пројеката у Граду Зрењанину, дефинисани су релевантни критеријуми за рангирање:

f_1 : Удео обрадивог земљишта у укупној површини атара;

f_2 : Просечна површина парцеле у атару;

f_3 : Број парцела по листу непокретности;

f_4 : Просечна површина поседа учесника комасације;

f_5 : Проценат пољопривредних произвођача са власништвом већим од 5 ха;

f_6 : Удео државне својине у укупној површини атара;

f_7 : Активно пољопривредно становништво;

f_8 : Цена реализације комасационих пројеката;

f_9 : Стање премера; и

f_{10} : Површина државног земљишта која се даје у закуп. Пондерисање критеријума је извршено применом АНР консензус модела, који је субјективног карактера (Табела 1).

Прикупљени подаци су систематизовани и статистички обрађени, на основу чега је формирана матрица одлучивања (Табела 1).

За потребе рангирања катастарских општина у Граду Зрењанину, користиће се АНР, TOPSIS, VIKOR и SAW метода вишекритеријумске анализе, док ће се за одређивање коначног ранга катастарских општина користити модел интегралне процене комасационих пројеката

Математички модели примењених вишекритеријумских метода презентовани су у многим радовима, као нпр. у [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8], па је њихов детаљни опис овде изостављен.

Табела 1. Матрица одлучивања

Критеријум	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
Јединица	%	ha/parc	parc/LN	ha/LN	%	%	%	e/ha	N. br.	%
Тежина	0.133	0.133	0.133	0.133	0.067	0.133	0.067	0.067	0.067	0.067
Циљ	max	min	max	max	max	max	max	min	min	max
Алтернатива										
Б. Деспотовац	83.39	1.25	3.83	4.79	6.45	18.75	55.20	141.8	3	98.70
Елемир	82.43	1.06	2.22	2.36	2.37	46.08	45.54	133.1	1	59.04
Ечка	82.69	0.70	2.60	1.81	5.95	12.75	52.94	139.6	3	30.10
Јанков Мост	64.39	0.73	5.22	3.79	8.19	41.12	77.61	138.2	3	46.52
Клек	87.72	1.27	2.47	3.13	2.43	26.76	42.81	138.9	3	97.91
Лазарево	90.33	1.78	3.25	5.78	3.32	36.69	51.05	135.6	3	97.93
Лукићево	90.58	1.19	2.95	3.50	6.40	13.36	48.42	138.4	3	46.06
Михајлово	91.70	0.97	2.73	2.65	8.47	27.69	81.24	133.8	3	85.02
Орловат	82.74	0.72	4.07	2.92	9.92	19.19	69.86	138.3	1	63.44
Слов. Арадац	50.86	0.62	5.24	3.24	4.12	51.49	60.07	135.7	3	60.31
Српс. Арадац	63.02	0.69	4.32	2.96	5.43	38.36	56.93	142.0	3	44.84
Српс. Елемир	49.52	0.71	4.68	3.33	9.60	29.66	44.73	147.2	1	48.77
Стајићево	75.81	1.53	2.27	3.47	5.54	36.18	55.73	137.5	3	58.89
Тараш	41.87	0.59	8.54	5.00	6.58	55.82	77.42	140.0	1	85.27
Томашевац	74.28	0.84	4.44	3.74	11.63	26.74	74.44	139.7	1	33.69

3. РЕЗУЛТАТИ

На матрицу одлучивања (Табела 1.) са тежинским коефицијентима, примењени су математички модели АНР, TOPSIS, VIKOR и SAW методе, на основу чега су одређени и рангови катастарских општина за уређење пољопривредног земљишта комасацијом у Граду Зрењанину (Табеле 2., 3., 4. и 5.).

На резултате добијене овим рангирањем, примењен је модел интегралне процене комасационих пројеката и одређен коначни ранг катастарских општина за уређење пољопривредног земљишта комасацијом у Граду Зрењанину.

Коначна ранг листа алтернатива презентована је у табели 6., док је графички приказ дат на слици 1.

Табела 2. Ранг листа алтернатива – АНР метода

Алтернатива	Тежински удео	Ранг
Тараш	0.109	1
Томашевац	0.079	2
Јанков Мост	0.078	3
Орловат	0.076	4
Слов. Арадац	0.073	5
Лазарево	0.069	6
Михајлово	0.066	7

Српс. Елемир	0.065	8
Б. Деспотовац	0.065	9
Елемир	0.065	10
Српс. Арадац	0.061	11
Стајићево	0.051	12
Клек	0.051	13
Лукићево	0.049	14
Ечка	0.043	15

Табела 3. Ранг листа алтернатива – VIKOR метода

Алтернатива	Q_i	Ранг
Тараш	0.100	1
Томашевац	0.397	2
Јанков Мост	0.405	3
Орловат	0.450	4
Михајлово	0.529	5
Слов. Арадац	0.558	6
Лазарево	0.620	7
Б. Деспотовац	0.661	8
Елемир	0.670	9
Српс. Арадац	0.710	10
Српс. Елемир	0.722	11
Клек	0.865	12
Стајићево	0.894	13
Лукићево	0.895	14
Ечка	1.000	15

Табела 4. Ранг листа алтернатива – TOPSIS метода

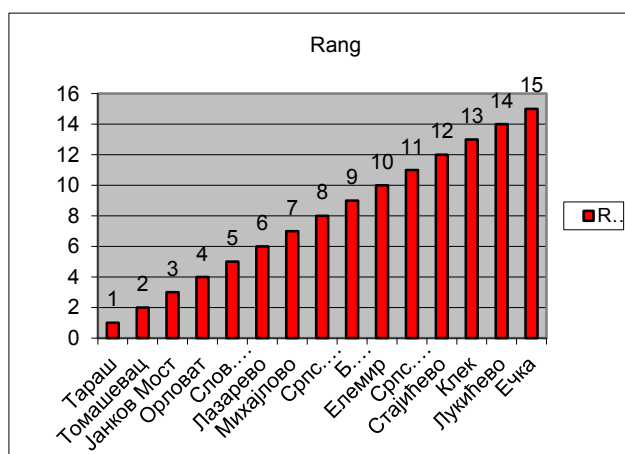
Алтернатива	C_i	Ранг
Тараш	0.762	1
Јанков Мост	0.572	2
Слов. Арадац	0.564	3
Томашевац	0.504	4
Српс. Елемир	0.491	5
Српс. Арадац	0.479	6
Орловат	0.464	7
Лазарево	0.444	8
Б. Деспотовац	0.425	9
Михајлово	0.410	10
Елемир	0.409	11
Ечка	0.343	12
Клек	0.338	13
Стајићево	0.330	14
Лукићево	0.329	15

Табела 5. Ранг листа алтернатива – SAW метода

Алтернатива	S_i	Ранг
Тараш	0.865	1
Томашевац	0.701	2
Јанков Мост	0.697	3
Орловат	0.694	4
Слов. Арадац	0.681	5
Лазарево	0.662	6
Српс. Елемир	0.654	7
Михајлово	0.645	8
Б. Деспотовац	0.633	9
Српс. Арадац	0.626	10
Елемир	0.617	11
Стајићево	0.567	12
Клек	0.565	13
Лукићево	0.550	14
Ечка	0.529	15

Табела 6. Коначна ранг листа алтернатива

Алтернатива	Ранг
Тараш	1
Томашевац	2
Јанков Мост	3
Орловат	4
Слов. Арадац	5
Лазарево	6
Михајлово	7
Српс. Елемир	8
Б. Деспотовац	9
Елемир	10
Српс. Арадац	11
Стајићево	12
Клек	13
Лукићево	14
Ечка	15



Слика 1. Коначна ранг листа алтернатива

4. ДИСКУСИЈА

Савремени приступ ефектном, ефикасном и објективном избору катастарске општине, од јединица локалне самоуправе или државних органа, захтева примену вишекритеријумске анализе за проналажење оптималних решења и доношење важних одлука код самог избора, где би се према утврђеној методологији извршио одговарајући избор катастарских општина за покретање комасационих пројеката.

За формирање модела интегралне процене за покретање комасационих пројеката на нивоу Града Зрењанина (узорак за евалуацију модела), као резултат истраживања, идентификовано је, дефинисано и предложено 10 критеријума по којим ће се извршити рангирање 15 алтернатива, односно катастарских општина.

Кроз анализу метода вишекритеријумске анализе и одлучивања, изабране су АНР, VIKOR, TOPSIS и SAW метода. Применом математичких модела помених метода на дефинисани модел вишекритеријумске анализе, извршено је рангирање катастарских општина на изабраном узорку за експеримент (Град Зрењанин).

Резултати рангирања катастарских општина су очекивано дали различите рангове алтернатива. Рангови појединих алтернатива добијених различитим метода-

ма су се у појединим случајевима поклапали, а у већини разликовали.

Коначни резултат истраживања у овом мастер раду, огледа се управо у евалуацији модела интегралне процене комасационих пројеката.

Евалуацијом дефинисаног модела интегралне процене комасационих пројеката, код рангирања катастарских општина, дошло се до закључка да комбинација АНР и SAW метода задовољава дефинисане критеријуме, и да као таква може представљати основу за одређивање коначне ранг листе.

Због наведених чињеница, коначан ранг катастарских општина за покретање комасационих пројеката у Граду Зрењанину је одређен на основу резултата рангирања, добијених применом ове две методе.

Према добијеним резултатима, приоритет за покретање комасационих пројеката у Граду Зрењанину треба дати катастарској општини Тараш, затим следе Томашевац и Јанков Мост. Најлошије рангиране катастарске општине су Клек, Лукићево и Ечка.

Предложена методологија, заснована на дефинисаном моделу и методама АНР, VIKOR, TOPSIS и SAW, може у значајној мери помоћи доносиоцу одлуке код избора катастарске општине за покретање комасационих пројеката, не само у Граду Зрењанину, него и на другим местима где се планира покретање и реализација комасационих пројеката.

5. ZAKLJUČAK

У последњих десетак година Република Србија све више улаже у пољопривреду, што имплицира и све чешће покретања и реализацију комасационих пројеката. Међутим, заинтересованих локалних заједница је много, а средства ограничена.

Објективан приступ решењу овог проблема изискује примену метода вишекритеријумске анализе, као средства које ће помоћи доносиоцима одлуке да реално одреде приоритете.

Један од могућих начина решавања овог проблема, односно давања приоритета за уређење пољопривредног земљишта комасацијом, је и методологија интегралне процене [1] будућих комасационих пројеката, која је и презентована у овом раду.

Предност ове методе се огледа у томе што се за добијење коначног ранга катастарских општина користе минимално две методе, што доносиоцу одлуке, у сваком случају олакшава посао.

Методологија је примењена на конкретном примеру Града Зрењанина, при чему су најбољи ранг добиле катастарске општине Тараш, Томашевац и Јанков Мост, а најлошији Клек, Лукићево и Ечка.

На крају треба нагласити да се примењена методологија може успешно користити и у рангирању других скупова алтернатива из различитих стручних и научних области, а не само у комасацији.

6. LITERATURA

- [1] Marinković, G.; Lazić, J.; Morača, S.; Grgić, I. Integrated assessment methodology for land consolidation projects: Case study Pecinci, Serbia. *Arch. Tech. Sci.* **2019**, 20, 43–52. [[CrossRef](#)]
- [2] Yan, J.; Xia, F.; Li Q. Top strategy design of comprehensive land consolidation in China. *Trans. Chinese Soc. Agric. Eng.* **2012**, 28(14), 1-9. (in Chinese) [[CrossRef](#)]
- [3] Wang, J.; Yan, S.; Guo, Y.; Li, J.; Sun, G. The effects of land consolidation on the ecological connectivity based on ecosystem service value: A case study of Da'an land consolidation project in Jilin province. *J. Geogr. Sci.* **2015**, 25(5), 603-616, [[CrossRef](#)]
- [4] Jürgenson, E. Land reform, land fragmentation and perspectives for future land consolidation in Estonia. *Land Use Policy* **2016**, 57, 34-43. [[CrossRef](#)]
- [5] Hiironen, J.; Riekkinen, K. Agricultural impacts and profitability of land consolidations. *Land Use Policy* **2016**, 55, 309-317. [[CrossRef](#)]
- [6] Trifković, M.; Marinković, G.; Ilić, B.; Pejičić, G.; Lazić, J. Land consolidation and irrigation, case study Municipality of Velika Plana. *Arch. for Tech. Sci.* **2016**, 14, 35-45. [[CrossRef](#)]
- [7] Tomić, H.; Mastelić Ivić, S.; Roić, M. Land Consolidation Suitability Ranking of Cadastral Municipalities: Information-Based Decision-Making Using Multi-Criteria Analyses of Official Registers' Data. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* **2018**, 7(3), 87. [[CrossRef](#)]
- [8] Muchová, Z.; Leitmanová, M.; Petrovič, F. Possibilities of Optimal Land Use as a Consequence of Lessons Learned from Land Consolidation Projects (Slovakia). *Ecol. Eng.* **2016**, 90, 294-306. [[CrossRef](#)]

Кратка биографија:

Иван Милутиновић рођен је у Београду 1991. год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Геодезије и геоматике одбранио је 2019. год. контакт: ivanbk2@gmail.com

Горан Маринковић рођен је у Власеници 1968. Докторирао је на Факултету техничких наука 2015. год., а од 2016 је у звању доцента. контакт: goranmarinkovic@uns.ac.rs

ANALIZA RAZVOJNOG POTENCIJALA RURALNOG TURIZMA U AP VOJVODINI**ANALYSIS OF THE POTENTIAL DEVELOPMENT OF RURAL TOURISM IN AP VOJVODINA**Tripko Jerkić, Andrea Okanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – PLANIRANJE I UPRAVLJANJE
REGIONALNIM RAZVOJEM**

Kratak sadržaj – Rad prikazuje trenutno stanje na turističkom tržištu Vojvodine, odnosno obuhvata analizu trenutnih tržišnih kretanja na strani ponude i tražnje. Na osnovu sprovedene analize iznosi se predlog budućih mera u cilju iskorišćenja punog turističkog potencijala i razvoja ruralnog turizma u Vojvodini.

Ključne reči: ruralni turizam, turističko tržište, turistička ponuda, preferencije, razvoj

Abstract – The paper presents current situation on the tourist market of Vojvodina, analyzes current market trends on the supply and demand side. Based on the analysis, a proposal for future measures is presented in order to utilize the full tourism potential and development of rural tourism in Vojvodina.

Keywords: rural tourism, tourist market, tourist supply, preferences, development

1. UVOD

Povoljan geografski položaj, reljef, klima, flora i fauna, kulturno-istorijski sadržaj, tradicija i folklor pogodan su ambijent za razvoj ruralnog turizma u Srbiji. Zaista, poslednjih godina sve češće se pokreće pitanje razvoja ove delatnosti, naročito kada je reč o „oživljavanju srpskog sela“. Iako je Srbija pretežno ruralna zemlja, većina stanovništva živi u gradovima. U tom smislu, ruralni turizam treba da bude poluga za podizanje životnog standarda u ruralnim oblastima.

Rad se bavi mogućnostima razvoja ruralnog turizma u Vojvodini, a na osnovu analize tržišnih kretanja. Analiza turističke tražnje prikazuje tržišne trendove i turističke preferencije. U tu svrhu poslužili su zvanični podaci Republičkog zavoda za statistiku i Svetske turističke organizacije (*World Tourism Organization – UNWTO*), kao i rezultati ankete o stavovima potencijalnih turista koju je sprovedla Turistička organizacija Vojvodine.

2. TURISTIČKO TRŽIŠTE VOJVODINE

Trenutno je 85% teritorije Srbije ruralno, tj. između 44% i 55% stanovništva živi u ruralnim područjima i procenjuje se da 41% BDP-a dolazi iz ruralnih područja. Ruralna ekonomija u Srbiji je u velikoj meri zavisna od poljopriv-

rede sa oko 75% seoskog stanovništva koje se bavi poljoprivredom za sopstvene potrebe. Međutim, uprkos bogatstvu prirodnih i kulturnih resursa, ruralna područja i dalje trpe zbog visokih stopa nezaposlenosti, depopulacije, niske ekonomske aktivnosti i smanjenja prirodnih resursa. Osim toga, mnogi članovi porodice nisu registrovani kao poljoprivredni proizvođači već pomažu u svakodnevnim poljoprivrednim aktivnostima. Ova pitanja se posebno odnose na žene i siromašne građane, uopšte. Procenjuje se da žene u ruralnim područjima predstavljaju otprilike 74% ljudi koji se bave porodičnim aktivnostima bez naknade za uloženi rad [1].

Podrška i finansiranje ruralnog razvoja u Srbiji u proteklih nekoliko godina bili su usmereni na unapređenje konkurentnosti poljoprivrede, konsolidaciju zemljišta, poboljšanje tržišne orijentacije i razvoj ruralne ekonomske infrastrukture. Međutim, veći naglasak je stavljen i na diverzifikaciju ruralne ekonomije na nepoljoprivredne delatnosti i proširenje postojećeg poljoprivrednog opsega na nove poslove. Ruralni turizam je identifikovan kao ključni katalizator koji može pokrenuti diferencijaciju ruralne ekonomije.

Mereno brojem noćenja, turizam u Srbiji je prošao kroz fazu rasta u periodu od 2005. do 2008. godine, odnosno do izbijanja ekonomske krize na svetskim tržištima. Naredne godine zabeležene su kontraksije u broju turističkih poseta, obzirom na opšte stanje recesije u svim evropskim i svetskim ekonomijama. Ovaj trend zadržan je do 2011. godine, kada sledi period stagnacije. Vremenske nepogode u maju 2014. godine odražavaju se na broj noćenja koji beleži blagi pad u odnosu na prethodnu godinu. Od 2015. godine broj noćenja turista je u konstantnom porastu, pogotovo onih koji su ostvareni od strane inostranih gostiju.

Kada je reč o turističkim kretanjima u Vojvodini, mogu se identifikovati značajni pomaci u razvoju obzirom da se beleži konstantan rast turističkog prometa u poslednjoj deceniji. Međutim, posledice krize su još uvek prisutne i ogledaju se u obimu i strukturi domaćeg turističkog prometa. Pozitivne stope rasta pokazatelj su intenzivnog razvoja turizma u Vojvodini. Takođe, Vojvodina od 2014. godine privlači sve veći broj stranih turista koji posećuju zemlju.

Prema zvaničnim statističkim podacima Republičkog zavoda za Statistiku, Vojvodinu je u 2018. godini posetilo 538.472 posetilaca, što je za 8,4% više nego u prethodnoj godini. Što se tiče broja dolazaka stranih turista došlo je do povećanja od 14,2 % (259.956 posetilaca). Ukupan broj noćenja se povećao za 13,4% (1.314.968 noćenja), u

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Andrea Okanović, vanr. prof.

odnosu na 2017. godinu, dok je povećanje noćenja inostranih turista bilo čak 17,4 % (558.136 noćenja) [4].

Ipak, učešće turizma u privredi AP Vojvodine još uvek je na niskom nivou, uzimajući u obzir turistički potencijal ove oblasti.

Najveći turistički promet ostvaruje se u gradskim centrima – sedištim okruga, te se može zaključiti da turizam Vojvodine ima prvenstveno karakteristike gradskog turizma. Prema Strategiji turizma Republike Srbije ključni vidovi turizma u AP Vojvodini su [2]:

- manifesticioni,
- lovni,
- gradski i
- banjski turizam

Turistički proizvodi visokog potencijala, ali nedovoljno afirmisani su [2]:

- nutički turizam,
- ruralni turizam,
- kulturni turizam,
- etno-gastronomski turizam,
- poslovni turizam i
- ekoturizam.

Kulturna ponuda je nezaobilazan i bitan deo moderne turističke ponude. Bogato kulturno nasleđe značajan su činilac konkurentnosti ukupnog turističkog proizvoda zemlje. U razvijenijim zemljama sveta, kulturne manifestacije i događaji osnovni su elementi turističke ponude na kojima se zasniva prepoznatljivost zemlje kao turističke destinacije.

Panonska nizija ima i bogato arheološko nasleđe, te je do sada na prostorima Vojvodine evidentirano preko 2000 prastorijskih arheoloških nalazišta. Takođe, Vojvodina raspolaže i značajnim kulturno-istorijskim nasledom koje kreira turistički identitet ove oblasti.

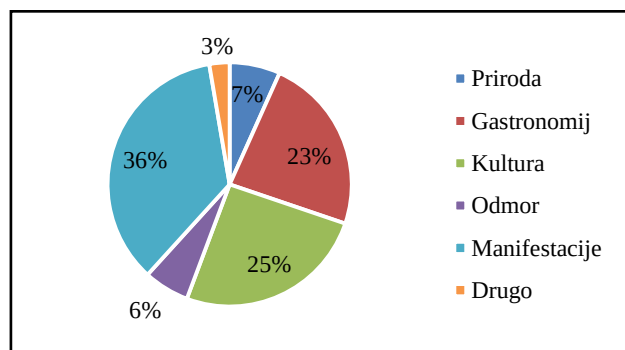
Posle duge pauze, u svetlu propagiranja ekoloških vrednosti, pokrenuta je svojevrсна renesansa salaša. Vojvođanska seoska turistička ponuda otvara gostinjske sobe starih domaćinstava sa autentičnim komadima nameštaja i seoskim ambijentom. Salaški turizam je posebno obeležje turističke ponude, odnosno karakterističan način organizacije ruralnog turizma u Vojvodini. Autentična seoska domaćinstva ponovo su deo turističke ponude koja uključuje uživanje u specifičnom ambijentu, narodnoj kuhinji uz tradicionalnu muziku i folklorni splet igara.

Salaški turizam je još u fazi razvoja gde najčešće sami vlasnici organizuju i vode poslovanje. Fokus je na samoj usluzi, kvalitetu hrane i prijatnoj atmosferi, dok su druge, marketinške aktivnosti zapostavljene. Prvenstveno, većina salaša nedovoljno ulaže u promociju pa se informacije o ugostiteljskim uslugama prenose metodom “od usta do usta”. Iako istraživanja pokazuju da potrošači ovu vrstu komunikacije smatraju najpouzdanijom, u poslovnoj praksi ovaj metod se nije pokazao kao dovoljno efikasan.

Prema jednoj studiji, koja se bavila ispitivanjem turističkih preferencija, ispitanici su izdvojili sledeće faktore kao ključne za donošenje odluke o poseti ruralnoj destinaciji [3]:

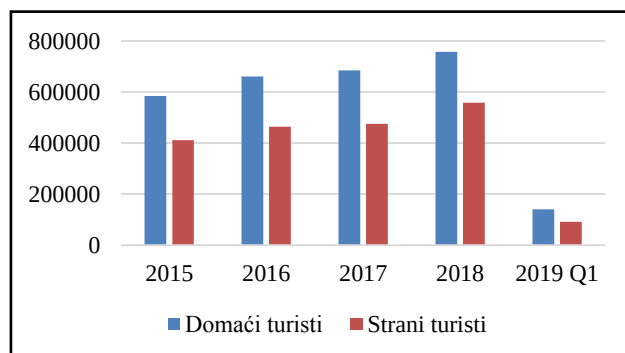
- čista životna sredina (22%),
- kulturno-istorijsko nasleđe (45%),
- mogućnost aktivnog odmora (20%),
- infrastruktura i turistički potencijal (13%).

U istraživanju koje je sprovedla Turistička organizacija Vojvodine, a odnosi se na ispitivanje preferencija potencijalnih turista, ispitanici su dali različite odgovore na pitanje o motivima s kojima turisti dolaze u Vojvodinu.



Slika 1. Turistički motivi za posetu Vojvodine [5]

Trećina ispitanika navodi manifestacije kao razlog za posetu Vojvodine. Naravno, ovo se prvenstveno odnosi na festival Exit, ali i na manifestacije koje se organizuju u manjim, ruralnim mestima. Jak motiv su još i gastronomija i kultura. Priroda se, ipak, ne smatra dominantnim faktorom izbora vojvođanskih destinacija jer je malo turističkih proizvoda koji su orijentisani na prirodu (slika 1.). Stoga, budući razvoj turizma treba planirati tako da pokrije i ovaj segment, uz gastronomiju, manifestacije i kulturu kao tri „noseća stuba“ turizma ove regije.



Slika 2. Broj noćenja domaćih i stranih turista u Vojvodini (2015-2019*)[6]

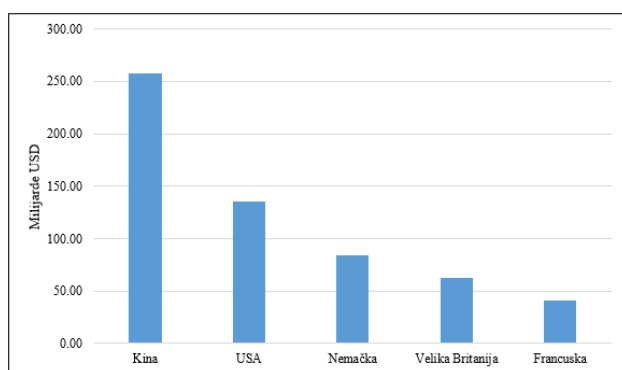
Ukupan broj turista se konstantno povećava. Veći udeo u ukupnom broju čine noćenja domaćih turista. Ipak, broj stranih turista je u stalnom porastu. U prvom kvartalu 2019. godine broj turista je iznosio 230.736, što je oko 17,5% prometa prethodne godine (slika 2.). Strani turisti koji posećuju Vojvodinu u najvećem broju dolaze iz Hrvatske, zatim Bosne i Hercegovine, Slovenije, Mađarske, Nemačke, Rumunije, Poljske, Kine, Bugarske i Italije. Zanimljivo je, da je zabeležen i rekordni porast broja posetilaca iz Kine, na šta je u velikoj meri uticala aktivna promocija Pokrajine od strane Turističke organizacije Vojvodine i učešće na Međunarodnom sajmu turizma u Pekingu, kao i uvođenje bezvизnog režima sa Kinom 2017. godine [4].

3. RAZVOJNI POTENCIJAL RURALNOG TURIZMA U VOJVODINI

Prednosti ruralnih područja Vojvodine u razvoju turizma ogledaju se u očuvanom prirodnom okruženju i bogatom kulturno-istorijskom nasleđu. Vojvodina ima raznoliku bazu resursa koja se sastoji od prirodnih, kulturnih i istorijskih atrakcija. Međutim, odgovarajuća baza prirodnih i društvenih resursa ruralne Vojvodine nije dovoljna da obezbedi brz i uspešan razvoj turizma u ovom regionu. Planiranje i upravljanje aktivnostima, ruralni turizam, u sprezi s drugim ekonomskim aktivnostima, mogao bi doneti značajne ekonomske koristi za zemlju.

Međutim, mogu se identifikovati i ograničavajući faktori pre svega sa aspekta finansijskih i ljudskih resursa. Po pitanju finansijskih resursa uočen je niz ograničavajućih faktora, na primer nedovoljna finansijska sredstva i neravnomerna raspodela na nivou regiona, neefikasno korišćenje sredstava namenjenih za podsticaj razvoja ruralnog turizma, kao i nedovoljno ulaganje u obrazovanje kadrova zaposlenih u ovoj oblasti. Tendencija kontinuiranog smanjenja učešća poljoprivrednog stanovništva i nepovoljna starosna i obrazovna struktura su ograničavajući faktori sa aspekta strukture ljudskih resursa.

Bezvizni režim sa Kinom može se smatrati ključnom šansom za razvoj turizma uopšte i prednošću u odnosu na zemlje u okruženju. Svetske turističke destinacije sve veću pažnju poklanjaju turistima iz Kine.



Slika 3. Svetski turistički potrošači [7]

Kineska turistička potrošnja je porasla za 5% u odnosu na prethodnu godinu, dok u apsolutnim vrednostima (258 milijardi USD) značajno premašuje nivo potrošnje ostalih vodećih zemalja. SAD imaju prirast turističke potrošnje od 9% u odnosu na prethodnu godinu, ali značajno zaostaju za Kinom kada je reč o apsolutnim vrednostima potrošnje (slika 3.).

Dakle, potrebno je prilagoditi turističku ponudu ovim promenama na strani tražnje i fokusirati se na upoznavanje i zadovoljavanje specifičnih želja i potreba kineskih turista. Obuka i zapošljavanje kineskih radnika s poznavanjem evropske kulture je faktor koji značajno doprinosi celokupnom turističkom iskustvu. Kako je komunikacija ključna pretpostavka uspešne saradnje, organizovanje nastave kineskog jezika, kao i dodatna edukacija zaposlenih u turizmu može doprineti boljem kvalitetu turističke usluge.

Trend rastućeg broja poseta kineskih turista beleži se u protekle tri godine. Svakako, ovo je nedovoljno dug period da bi se dobro upoznale i razumele navike i očekivanja. U tom smislu, važna je saradnja na nacionalnom nivou, te organizovanje kulturnih razmena između Srbije i Kine, kako bi se prevazišle kulturne razlike i obezbedila bolja usluga.

4. ZAKLJUČAK

Seoski turizam prepoznat je ne samo kao jedan od prioritetnih srpskih turističkih proizvoda, već i kao jedan od šest ključnih vojvođanskih turističkih proizvoda. Međutim, uprkos dobrom resursnom potencijalu, ruralni turizam nije adekvatno struktuiran i organizovan, te bi trebalo preduzeti neophodne akcije da bi se pokrenuo proces ruralnog razvoja.

Turistička ponuda Vojvodine može se oceniti kao zadovoljavajuća, ali znatno ispod pretpostavljenog maksimuma. Drugim rečima, dati potencijal nije u potpunosti iskorišćen, te je raspoložive kapacitete i resurse potrebno dalje usmeriti na razvoj u ovoj oblasti. Čini se da su osnovni uslovi zadovoljeni, tj. sve pretpostavke razvoja postoje, ali nedostaje marketinška i menadžerska nadogradnja da kanališe aktivnosti ka postizanju postavljenih ciljeva i turističku ponudu podigne na viši nivo.

Sa aspekta turističke tražnje ne može se ignorisati podatak o konstantom porastu turista, kako domaćih, tako i stranih. Ovaj trend je, uglavnom, posledica uvođenja bezviznog režima na neodređeno vreme za turiste iz Kine, pa tako dolasci iz ove zemlje beleže rekordne stope rasta. Obzirom na nove tržišne trendove i povećanje broja stranih turista, ponuda treba da odgovori na zahteve šire grupe turista koji, obzirom da dolaze iz različitih zemalja, imaju različite zahteve i očekivanja.

Turisti iz Kine su poslednjih godina najbrojniji posetioci svetskih turističkih destinacija, dok su, prema podacima Republičkog zavoda za statistiku, u Vojvodini na desatom mestu po broju noćenja. Ovo se može posmatrati kao idealna prilika za razvoj ruralnog turizma fokusiranjem na ovaj tržišni segment. Identifikovanjem specifičnih zahteva i potreba turista iz Kine, kao i iznalaženjem načina da se iste zadovolje, Vojvodina osvaja novo tržište i otvara nove razvojne šanse.

Za dalji razvoj ruralnog turizma u Vojvodini potrebno je:

- afirmisati salaški turizam kao turistički identitet ove regije i čuvara tradicionalnih vrednosti
- podsticati preduzetničku inicijativu u oblasti ruralnog turizma
- dodatno obučiti zaposlene u sektoru ruralnog turizma i upoznati ih sa specifičnim potrebama i zahtevima ciljanih turističkih grupa
- unaprediti promociju turističkih i ugostiteljskih usluga koja će prvenstveno biti usmerena na turiste iz Kine,

- turističku ponudu prilagoditi kineskim turistima, odnosno ukloniti jezičke barijere i odgovoriti na zahteve ove specifične grupe turista,
- obezbediti podršku države u finansijskom i institucionalnom smislu.

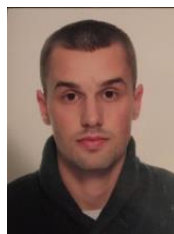
Turistička organizacija Vojvodine je delimično prilagodila svoje promotivne aktivnosti savremenim zahtevima tržišta, te je kreirana i mobilna aplikacija koja obuhvata celu teritoriju Vojvodine.

Turistička organizacija Vojvodine u 2019. godini otvara novi Info-centar u Novom Sadu s namerom da unapredi promociju turističke ponude.

4. LITERATURA

- [1] Erdeji, I., Gagić, S., Jovičić, A., Medić, S., (2016.), Development of rural tourism in Serbia, Journal of Settlements and Spatial Planning, No.2, University of Napocensis, Cluj-Napoca
- [2] Ministarstvo trgovine, turizma i telekomunikacija, (2016.), Strategija razvoja turizma republike Srbije za period 2016-2025., Sl. glasnik RS, br. 98/2016, Beograd
- [3] Košić, K., Pavić, T., Romelić, J., Besermenji, S., Penić, M., (2013.), Farms (Slas), as an Important Aspect of Development of Rural Tourism in Vojvodina, Researches Review DGTH, Univerzitet Novi Sad, Novi Sad
- [4] RSZ, (2018.), Regioni u Republici Srbiji, Rpublički zavod za statistiku, Beograd
- [5] Interreg IPA CBC, (2016.), Marketing plan razvoja turizma Vojvodine, Turistička organizacija Vojvodine, Novi Sad
- [6] www.stat.gov.rs, (pristupljeno u avgustu 2019.)
- [7] UNWTO, (2018.), World Tourism Barometer, Vol 16, Issue 5, World Tourism Organization, Madrid

Kratka biografija:



Tripko Jerkić rođen je 13.12.1992. god. u Loznici. Završio je Osnovnu školu „Sveti Sava“ i gimnaziju „Petar Kočić“ u Zvorniku. Diplomirao je na Pravnom fakultetu u Novom Sadu 2017. godine, i iste godine upisuje master studije na Fakultetu tehničkih nauka, smer Planiranje i upravljanje regionalnim razvojem.



Prof. dr. Andrea Okanović rođena je 1984. godine u Novom Sadu. Master studije industrijskog inženjerstva i menadžmenta završila je 2009. godine na Fakultetu tehničkih nauka, Univerziteta u Novom Sadu, a doktorirala je 2013. godine na istom fakultetu. Andrea se u najvećoj meri bavi temama iz oblasti konkurentnog menadžmenta, menadžmenta znanja, inovativnog menadžmenta i menadžmenta u turizmu, dok je poseban doprinos dala izučavanju i primeni metodologije ocene konkurentnosti ekonomija zasnovanih na znanju.

UGROŽENOST PRIOBALNIH NASELJA OD POPLAVA - SLUČAJ GRADA BANJA LUKA**VULNERABILITY OF COASTAL SETTLEMENTS TO FLOODS – BANJA LUKA CASE STUDY**

Nevena Đurđević, Snježana Maksimović, Sandra Kosić-Jeremić, Slobodan Kolaković

Oblast – UPRAVLJANJE RIZIKOM OD KATASTROFALNIH DOGAĐAJA I POŽARA

Kratak sadržaj – U radu su analizirani priobalni objekti dva Banjalučka naselja: Česma i Lazarevo, koji su plavljeni u maju 2014. Kreiran je anketni upitnik koji su popunjavali stanovnici tih naselja, a koji sadrži podatke o stanovništvu, veličini parcele, udaljenosti objekta na parceli od korita reke, plavljenost objekata i visini štete. Analizirana je informisanost stanovništva o merama zaštite od poplava, kao i načinu na koji treba da štite članove domaćinstva i životinje od poplava. Dobijeni rezultati su predstavljani putem deskriptivne statistike i adekvatnih statističkih testova u analitičko-sofverskom paketu SPSS v.23.

Ključne reči: poplava, stambeni objekti, statistika, šteta

Abstract – In this research paper two suburban housing area in Banja Luka coastal area were analyzed: Česma and Lazarevo, which were flooded in May 2014. A survey questionnaire was created for the inhabitants of these settlements. They were asked about population data, plot size, distance of the house on the plot to the river bed and amount of flood damage. The population's awareness about flood protection was also analyzed, as well as the preparedness of the household members to protect themselves and animals from floods. The obtained results were presented through descriptive statistics and adequate statistical tests in the analytical-software package SPSS v.23.

Keywords: flood, houses, statistics, loss

1. UVOD

Potencijalne klimatske promene predstavljaju socijalni i ekonomski pritisak na društvo u celini. Klimatske promene podrazumevaju povećanje količine prosečnih padavina, što povećava verovatnoću pojave prirodnih nepogoda, u prvom redu poplava. Poplave predstavljaju prirodni fenomen koji je teško moguće sprečiti, bez obzira na neposredni uzrok njihove pojave.

Povećana izloženost društvene zajednice poplavama ima uzroke u demografskim i ekonomskim trendovima kao što je urbanizacija poplavnih područja [7].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Slobodan Kolaković, a komentor doc. dr Snježana Maksimović.

Poplave na godišnjem nivou uzimaju najveći udeo u štetama i gubicima širom sveta.

Poplave u maju 2014. godine, kao najgore poplave u poslednjih 120 godina, pogodile su većinski deo teritorije BIH. Nakon ekstremno velike količine padavina i zasićenosti zemljišta vodom, podizanja nivoa vode i izlivanja reka, došlo je do poplava koje su premašile povratni period od 500 godina [2]. Poplave koje su se dogodile u maju 2014. su uzrokovale štetu na infrastrukturi, u poljoprivredi, na javnim institucijama i lokalnoj ekonomiji, u iznosu koji se procenjuje na 1,67 milijardi dolara i pogodile su oko milion osoba [6]. Bila je to opomena da se mnogo više pažnje treba posvetiti merama zaštite i prevenciji budućih prirodnih nepogoda. Obnova oštećenog i stvaranje normalnih uslova za život stanovništva pogođenih poplavama je mnogo veći finansijski izazov za zemlju u odnosu na ulaganje u mere zaštite. Nakon toga su obnovljene donekle pasivne mere zaštite od poplava, rečna korita su proširena i ojačana, ojačane su brane i nasipi i sanirani mostovi.

U gradu Banja Luka je poplavama oštećeno 312 930 metara kvadratnih izgrađene stambene površine i ugroženo 11 327 osoba [5]. U ovom radu analizirani su objekti i pripremljenost stanovništva dva najugroženija naselja u gradu Banja Luka (Česma i Lazarevo), gde je i najizraženija opasnost od plavljenja.

2. ANALIZA REZULTATA

Dobijeni rezultati su obrađeni primenom analitičko-statističkog alata SPSS (originalno: Statistical Package for the Social Sciences v.23, kasnije modifikovani: Statistical Product and Service Solutions) [3,4] pri čemu je korišćena deskriptivna statistika.

Uzorak istraživanja čini 38 stambenih objekata u naseljima Česma i Lazarevo (29 objekata (76.32%) je iz naselja Česma, dok je 9 kuća (23.68%) iz naselja Lazarevo).

Tabela 1. *Struktura stanovništva*

	Muški	Ženski	DecaM	DecaŽ
Broj	35	37	4	5
Procenti	43.21%	45.67%	4.93%	6.17%

U tabeli 1 je data struktura stanovništva, gde se iz priloženog vidi da je istraživanjem obuhvaćen ukupno 81

stanovnik; od toga 35 muškaraca (43,21%), 37 žena (45,67%) i devetoro dece (11,1%).

Tabela 2. Mesečna primanja ispitanika

	Frekvencija	%	Kumulativni procenti
0-500	10	26,3	26,3
500-1000	12	31,6	57,9
1000-1500	8	21,1	78,9
1500-2000	6	15,8	94,7
Preko 2000	2	5,3	100,0
Ukupno	38	100,0	

U tabeli 2 su dati podaci o mesečnim primanjima domaćinstava: 26.3% domaćinstava ima do 500KM primanja mesečno, a 31,6% domaćinstava ima mesečna primanja između 500 i 1000 KM što je ukupno 57.9% domaćinstava koja imaju primanja do 1000KM. U nekim od tih domaćinstava živi i po 6 osoba. Samo 5.3% ima primanja preko 2000 KM. Važno je napomenuti da je potrošačka korpa u Republici Srpskoj za maj 2019. za četvoročlanu porodicu iznosila 1894.39 KM (podaci preuzeti sa <http://savezsindikatars.org/sindikalna-potrosacka-korpa-za-maj-2019-godine-189439km/>), tako da ispitivana grupa stanovnika pripada grupaciji socijalno ranjive populacije.

Prema veličini, najviše parcela pripada domaćinstvima sa malim okućnicama: najviše je (17) parcela veličine između 300-500 metara kvadratnih. Velikih parcela (preko 700 m²) ima samo 7 [1].

Tabela 3. Veličine parcela

	Frekvencija	Procentat
Do 300	8	21,1
300-500	17	44,7
500-700	6	15,8
700-1000	4	10,5
Preko 1000	3	7,9
Ukupno	38	100,0

Putem anketnog upitnika utvrđena je i starost objekata, pa se tako došlo do podatka da je čak 13 objekata (34.21%) starije od 50 godina, dok je 10 objekata (26.32%) u intervalu starosti od 30 do 50 godina.

Na osnovu podataka datih u tabeli 4 može se zaključiti da od posmatranih 38 objekata u dva naselja, samo tri nije plavljeno, a najviše objekata je poplavljeno u maju 2014. Godine, dok je 8 objekata plavljeno više puta u poslednjih 10 godina [1].

Od tri objekta koja nisu plavljena, jedan objekat se nalazi na udaljenosti 50 m od korita rijeke, jedan na udaljenosti od 300 m, a jedan na udaljenosti od 2000 m.

Tabela 4: Plavljenost naselja u periodu od 2014-2019

		Ne	Maj 2014	Više puta	Ukup.
Da	Naselje Č		19	8	27
	L		8	0	8
	Ukupno		27	8	35
Ne	Naselje Č	2			2
	L	1			1
	Ukupno	3			3
	Naselje Č	2	19	8	29
	L	1	8	0	9
	Ukupno	3	27	8	38

Tabela 5. Na koji način se štite od poplave

	Broj	%
Evakuacija porodice	38	100.0%
Izmeštanje stvari na sigurno	28	73.7%
Zaštita životinja	18	47.4%
Pravljenje nasipa	15	39.5%

Na osnovu podataka datih u tabeli 5 može se zaključiti da bi 100% ispitanika prvenstveno evakuisalo svoju porodicu na sigurno, a nakon toga izmestilo svoje stvari na više etaže, odnosno na bezbedno mesto.

Tabela 6. Informisanost stanovništva o merama zaštite

		Da li je plavljeno		
		Da	Ne	Ukupno
Informisanost	Da	7	0	7
	Ne	10	2	12
	Delimično	18	1	19
Ukupno		35	3	38

Na osnovu podataka prikazanih u tabeli 6 može se zaključiti da je veoma mali broj ljudi informisan o merama zaštite od poplava.

Bitno je naglasiti da niko od stanovništva ova dva naselja nije smrtno stradao.

Takođe, veoma malo domaćih životinja je stradalo i to samo u tri ispitana domaćinstva, što ukazuje na to da su ljudi uspeli da spasu i sačuvaju svoje porodice i imovinu.

U tabeli 7 je prikazano mišljenje stanovništva iz dva ispitana naselja, o tome da li smatraju da li je država preduzela potrebne mere da se spreče poplave u budućnosti: većinski deo ispitanog stanovništva smatra da država nije preduzela potrebne mere, a to je čak 63,2% stanovništva.

Tabela 7. *Da li je država preduzela potrebne mere*

			Država je preduzela potrebne mere zaštite				
			Delimično	Malo	Ne	Ne znam	Ukupno
Naselje	Česma	Broj	7	1	20	1	29
		% u sklopu naselja	24.1%	3.4%	69.0%	3.4%	100.0%
		% ukupno	18.4%	2.6%	52.6%	2.6%	76.3%
	Lazarevo	Broj	2	3	4	0	9
		% u sklopu naselja	22.2%	33.3%	44.4%	0.0%	100.0%
		% ukupno	5.3%	7.9%	10.5%	0.0%	23.7%
Ukupno	Broj	9	4	24	1	38	
	% u sklopu naselja	23.7%	10.5%	63.2%	2.6%	100.0%	
	% ukupno	23.7%	10.5%	63.2%	2.6%	100.0%	

Tokom anketiranja stanovništva, zabeležena je primedba da su svi dobili istu novčanu donaciju od države 2014. godine, iako su neki imali drastično veće materijalne štete u svojim domaćinstvima.

Tokom realizacije istraživanja i anketiranja na terenu, količina padavina je bila iznad proseka. Nasip na ulazu u naselje Česma je oštećen na istom mestu kao i tokom prethodnih poplava, jer nije na vreme saniran. Većina stanovnika je već bila spremna za evakuaciju.

Prema podacima hidrometeorološkog zavoda Republike Srpske (<https://rhmrzrs.com>), količina padavina u mesecu maju 2019. godine, tokom kog je istraživanje sprovedeno, iznosila je 224.7 l/m², što je više nego u maju 2014. godine (217.8 l/m²).

S obzirom da je količina padavina u martu i aprilu 2019. godine bila duplo manja u odnosu na iste mesece 2014. godine nije došlo do poplava, jer zemljište nije bilo prezasićeno vodom.

3. ZAKLJUČAK

Na osnovu izvršenog istraživanja i analize rezultata, zaključuje se da informisanost stanovništva koje živi u ugroženim područjima nije na zadovoljavajućem nivou. Samo polovina ispitanika (50%) je delimično informisana o merama zaštite od poplava, a njih 31,6% je potpuno neinformisano. Većina stanovništva (skoro 80%) smatra da država ne preduzima potrebne mere zaštite od poplava.

Smatra se da je potrebno unaprediti mere prevencije poplava, prvenstveno pasivne mere zaštite ugroženog područja, a posebno u kritičnim mesecima, poput, marta, aprila i maja. Takođe, neophodna je edukacija stanovništva koje živi u priobalnom području o načinima i merama zaštite od poplava.

Potrebno je napomenuti i da je zabranjena izgradnja objekata na udaljenosti manjoj od 50m od korita reke u naseljima koja su van gradskog centra Banja Luke. (podaci preuzeti sa sajta ministarstva http://www.voders.org/images/PDF/zakoni/zakon_o_voda_ma_preciscen.pdf), tako da postojiosnovana sumnja da su

svi analizirani objekti izgrađeni u toj zoni bez građevinske dozvole, tj. nelegalni objekti.

Uvidom u podatke katastra došlo se do podataka da je 13 objekata izgrađeno na udaljenosti koja je manja od 50m, kao i da samo 19 objekata poseduje građevinsku dozvolu, što čini samo 50% od ukupnog broja objekata. Veoma zanimljiv podatak je da čak 6 objekata koji su izgrađeni na udaljenosti manjoj od 50 m imaju građevinsku dozvolu.

Sve izloženo upućuje na zaključak da je potrebno pooštriti mere kontrole bespravne gradnje u područjima ugroženim hazardom poplava, kao i obustaviti izdavanje dozvola za gradnju takve objekata.

4. LITERATURA

- [1] Đurđević N., Kosic-Jeremić S., Maksimović S., Analiza naselja ugroženih od poplava na području grada Banja Luka, SYPOMIS 2019, prihvaćen za štampu.
- [2] Imamović A. (2015). Uzroci poplava u slivu rijeke Bosne sa posebnim osvrtom na poplave u maju 2014. godine, Zbornik radova simpozijuma Upravljanje rizicima od poplava i ublažavanje njihovih štetnih posljedica, 131-145.
- [3] Palant, J. (2009). SPSS Priručnik za preživljavanje, Mikro knjiga, Beograd.
- [4] Preradović Lj., Đajić V. (2011). Analitičko-statističke tehnike u savremenim istraživanjima, Arhitektonsko-građevinski fakultet Univerziteta u Banjoj Luci, 2011.
- [5] Procjene rizika od poplava i klizišta za stambeni sektor u Bosni i Hercegovini, Institut za hidrotehniku Sarajevo, studija UNDP projekta Podrška oporavku od poplava i smanjenju rizika u Bosni i Hercegovini, http://www.msb.gov.ba/PDF/HRA_BHS_Final21122015.pdf posećeno 9.6.2019.
- [6] http://www.ba.undp.org/content/bosnia_and_herzegovina/bs/home/operations/projects/response_to_floods/support-to-flood-recovery-and-risk-mitigation-in-bosnia-and-herz.html posećeno 9.6.2019
- [7] http://www.ba.undp.org/content/dam/bosnia_and_herzegovina/docs/Research&Publications/Energy%20and%20Environment/CC%20Adoption%20and%20Low-Emission%20Strategy%20BiH/CC%20LAT%20publish%20on%20WEB.pdf

SISTEM ZA AUTOMATIZACIJU PROCESA EVIDENCIJE LIČNIH TROŠKOVA**SYSTEM FOR AUTOMATION OF PERSONAL EXPENSE MANAGEMENT**Tamara Luković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – INFORMACIONO – KOMUNIKACIONI SISTEMI**

Kratak sadržaj – Vođenje evidencije ličnih troškova veliki broj ljudi smatra gubitkom vremena. Međutim, ukoliko bi taj proces bio automatizovan, vreme za unos i analizu troškova bilo bi znatno smanjeno. Evidentiranje troškova ima velikog značaja prilikom kreiranja budžeta kao i prilikom analize za redukciju potrošnje. Takođe vođenje evidencije pruža transparentnost i uvid u stanje uštedevine po valuti. Na ovaj način korisnici mogu da lakše analiziraju mesečnu potrošnju sa ciljem smanjenja nepredviđenih troškova i planiranjem budžeta u narednom periodu za takve situacije. U ovom radu su opisane tehnologije koje su korišćene za izradu web aplikacije kao i struktura same aplikacije. Predstavljene su ključne stranice i opisane funkcionalnosti. Takođe u zaključku su definisani i naredni koraci unapredjenja.

Ključne reči: ASP.NET, MVC, PostgreSQL, NHibernate, Web aplikacija

Abstract – Keeping a record of personal expenses is considered by many people a waste of time. However, if the process was automated, the time to enter and analyze costs would be significantly reduced. Cost monitoring is of great importance when creating a budget as well as when analyzing to reduce spending. Also, keeping a record of costs provides transparency and insight into savings by currency. In this way, users can more easily analyze their monthly spending with the aim of reducing unforeseen costs and improve planning for the next period for such unpleasant situations. This paper describes the technologies used to create the web application as well as the structure of the application itself. Key views and functionalities are described. Also, the next steps for improvement are defined in the conclusion.

Keywords: ASP.NET, MVC, PostgreSQL, NHibernate, Web application

1. UVOD

Sistemi poput organizacija, kompanija pa čak i država upravljaju velikom količinom različitih i u značajnoj meri neizvesnih informacija od kojih su najzastupljenije informacije o finansijskom sektoru i stanju. Bilansi uspeha i bilansi stanja pomažu menadžmentu da upravlja takvim sistemima, međutim, ukoliko informacije nisu validne i ažurne, gube na vrednosti i otežavaju upravljanje.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Srđan Sladojević.

Lične finansije, korporativne finansije, javne finansije, kapital, sve su to izrazi koje čujemo na dnevnom nivou jer one predstavljaju veoma interesantnu temu u poslovnim i privatnom svetu.

Menadžment finansija je oduvek bila zanimljiva tema i kroz istoriju se provlačila u različitim oblicima. Najčešće se odnosila na finansiranje vojske i država dok danas ona predstavlja jednu od pokretačkih osnova savremenog društva. Kako je osnovni cilj korporacija ostvarivanje dobiti, upravljanje finansijama predstavlja ozbiljan i težak zadatak za menadžment. Finansijsko upravljanje treba da obezbedi realizaciju finansijskih ciljeva preduzeća [1].

Organizacija ličnih finansija se prvi put pojavljuje u Americi pre oko 40 godina, nakon što su potrošači nakon dužeg perioda prosperiteta od drugog svetskog rata, počeli da raspolazu većim količinama sredstava [2]. Od tada se broj zainteresovanih pojedinaca povećava a usponom digitalnog doba većina svoje lične troškove beleži korišćenjem tehnologije i dostupnih alata.

Vodjenje evidencije o potrošnji pojedincima može da unapredi proces planiranja osnovnih i neplaniranih mesečnih troškova, bas kao što velikim preduzećima olakšava planiranje i kontrolu ulaganja. Planiranje osnovnih troškova obezbeđuje pojedincima sigurnost, zbog čega velik broj ljudi pribegava toj metodi dok kontrola i ulaganje u fond nepredviđene troškove smanjuje neizvesnost nepovoljnih okolnosti.

Najčešći vid praćenja troškova do skoro je bio korišćenjem nekog programa za tabelarne kalkulacije kao što je "Microsoft Excel", međutim, poslednjih godina na značaju dobijaju web aplikacije i slične moderne metode kontrole troškova.

2. PRIMENJENE SOFTVERSKJE TEHNOLOGIJE

Ovo poglavlje opisuje tehnologije koje su se koristile za izradu opisane web aplikacije:

PostgreSQL predstavlja objektno-relacioni sistem za upravljanje bazom podataka koji je nastao kao projekat Kalifornijskog univerziteta "Berkley". Profesor "Michael Stonebraker" je pokrenuo projekat davne 1986-te godine [4].

Postgres je originalno koristio jezik koji se zvao PostQUEL za pristup informacijama iz baze, međutim, 1994-te godine su Andrew Yu i Jolly Chen dodali

Postgres SQL interpreter koji se originalno zvao Postgres95. Postgres95 je kasnije relicenciran pod Berkley softverskom licencom i neposredno nakon toga preimenovan u PostgreSQL [4].

PostgreSQL baza podataka je najnaprednija *open source* baza podataka sa mnogo prednosti od kojih je najznačajnija ta da je ona otvorenog tipa. Ova baza podataka nije u vlasništvu ni jedne kompanije, besplatna je i svako ima pristup *source code-u*. Ova baza podataka omogućava korisnicima da kreiraju svoje posebne tipove podataka, a i u osnovi nudi veći broj tipova podataka od kojih su značajniji geometrijski tipovi podataka poput tačke, linije, segmenta [3]. Takođe je jedna od prednosti ove baze podataka jeste ta da sa serverske strane nudi moćan proceduralni jezik *PL/pgSQL* [3].

NHibernate predstavlja *open-source* rešenje objektno-relacionog mapiranja za Microsoft .NET platformu. NHibernate je deo Hibernate Core-a za Javu [7]. On upravlja postojanim običnim .NET objektima do i iz osnovne relacijske baze podataka. Ima ugrađenu mogućnost za automatskim generisanjem objekata na osnovu XML opisa veza između entiteta [7]. Objektno-relaciono mapiranje poput NHibernate-a predstavlja poveznicu između relacionih modela baze podataka i objektnih modela klase u aplikaciji [5]. Takođe se može reći da on predstavlja "virtuelnu reprezentaciju" objekata baze u kodu [7].

Cilj objektno-relacionog modela jeste da eliminiše duplirane slojeve između korisnika i baze zajedno sa povećanom cenom održavanja uz dodatno eliminisanje potencijalnih grešaka koje mogu da proisteknu iz dizajna [6].

Za potrebe ovog rada korišćen je *.hbm.xml* koji uz pomoć ugrađenih xml atributa mapira podatke iz baze na klase modela. Takođe, kreiran je samo jedan xml fajl koji služi kao mapping osnova za sve klase.

.NET Framework predstavlja razvojni okvir koji je razvijen od strane Microsoft-a koji se pokreće na Microsoft Windows operativnom sistemu. On uključuje opširnu biblioteku koda koja se zove *Framework class library* (FCL) i omogućava interoperabilnost između programskih jezika koje podržava. Biblioteke koda predstavljaju kolekcije resursa kao što su klase, metode, procedure, skripte koje omogućavaju programerima da skrate vreme razvoja time što nudi već kreirane i temeljno testirane module.

ASP.NET predstavlja *open-source* servisno orijentisan *framework* dizajniran i razvijen od strane Microsoft-a koji omogućava programerima da razvijaju dinamičke web sajtove, aplikacije i servise. Ime ASP.NET je Microsoft dao kombinaciji dve svoje tehnologije: *web forms* i *web services* [8]. Korišćenjem ove tehnologije, danas je jednostavnije kreiranje dinamičnih web aplikacija koje se lako pokreću na svim *browser-ima* [8].

Ključne karakteristike asp.net tehnologije:

- ❖ Asp.net razdvaja logiku aplikacije od HTML-a
- ❖ Asp.net kod se kompajlira, a ne interpretira

Konfiguracija i *deployment* su pojednostavljeni.

MVC predstavlja arhitekturni obrazac koji razdvaja aplikaciju na tri logičke komponente a to su *model*, *view* i *controller*. Svaka komponenta se izgrađuje sa ciljem da održava specifičan razvojni aspekt aplikacije i u potpunosti razdvaja logiku od UI segmenta. Ovaj obrazac je jedan od najčešće korišćenih obrazaca prilikom razvoja web aplikacija.

Model predstavlja set klasa koji opisuje biznis logiku i pravila po kojima se podaci mogu menjati.

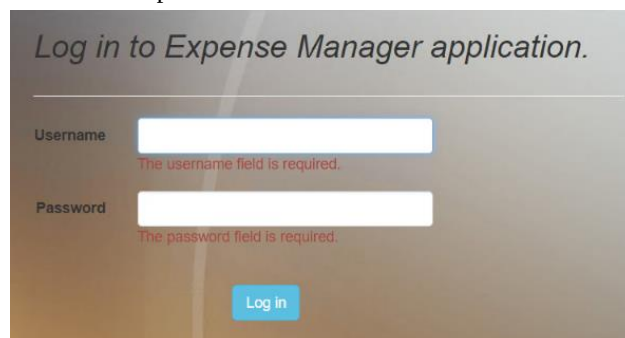
View prikazuje podatke iz modela u formatu koji je pogodan za interakciju između aplikacije i korisnika.

Controller komponenta se ponaša kao interfejs između modela i view-a koja ima za cilj da procesira svu biznis logiku i pristigle zahteve, manipuliše podacima korišćenjem model komponente i njenih karakteristika.

3. FUNKCIONALNOSTI

Svrha izade ove aplikacije jeste mogućnost beleženja i analize individualne potrošnje. Korisnik aplikacije ima mogućnost da evidentira sve svoje prilike i odlive, generiše statistiku potrošnje za analizu, vrši exportovanje podataka u json format kao i da vodi evidenciju o dugovima.

Kako bi korisnik mogao da pristupi podacima iz baze, prvo mora da se uloguje na aplikaciju sa admin kredencijalima. Na slici 1 je prikazana login forma sa validacionim porukama.



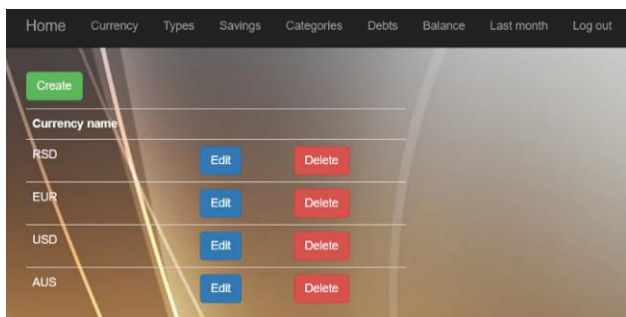
Slika 1. Login forma sa validacionim porukama

Nakon uspešnog logovanja, korisnik ima mogućnost da vidi početnu stranicu sa navigacionim bar-om gde su prikazane forme kojima može da pristupi (slika 2).



Slika 2. Početna stranica

Currency tab omogućuje pregled, dodavanje i uklanjanje valuta koje korisnik upiše u bazu (slika 3).



Slika 3 Prikaz svih valuta

Types tab kao i valuta, prikazuje samo naziv tipa koji se koristi da upiše kategorije koje korisnik može da unese u bazu.

Categories tab opisuje kategorije koje korisnik može da doda kao što su kategorija „obrazovanje“, „šoping“, „plata“. Pored naziva kategorije korisnik vrši odabir tip kategorije a to mogu biti „trošak“ ili „prihod“.

Savings tab (slika 4) nema opcije za dodavanje novog *item*-a u bazu kao ni editovanje ni brisanje već postojeg. CRUD operacije se nad ovom tabelom izvršavaju CRUD operacijama sledećih tabela:

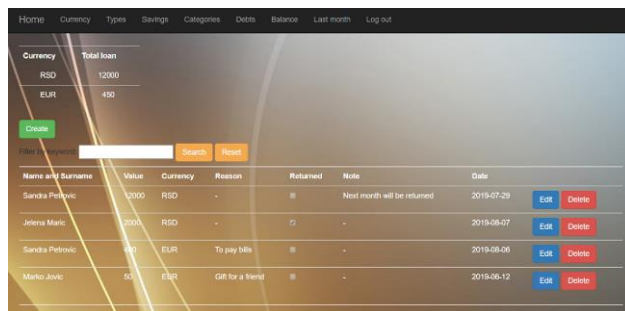
- ❖ Dodavanje nove valute kreira item u ovoj tabeli i postavlja vrednost uštede u nula
- ❖ Kreiranje novog item-a u balans tabeli vrši update ove tabele tako da ukoliko je tip kategorije „Expense“ vrši se oduzimanje vrednosti dok se za „Income“ tip vrši povećavanje vrednosti
- ❖ Brisanje poslednjeg item-a balans tabele za određenu valutu uklanja informaciju o uštedi za tu valutu

Value	Currency name
0	USD
0	AUS
70	EUR
209765	RSD

Slika 4. Prikaz Savings forme

Debts tab prikazuje sva izmirena i neizmirena dugovanja prema korisniku aplikacije (slika 5).

Pored svih dugovanja, ova stranica prikazuje i sumu svih nedospelih dugova po valuti. Ova tabela se automatski popunjava kairanjem novih item-a u tabeli sa dugovanjima. Takođe ova forma nudi i mogućnost filtriranja rekorda po ključnoj reči bilo koje kolone.



Slika 5. Prikaz Debts forme

Balance tab predstavlja kolekciju najznačajnijih podataka u bazi. Ova tabela predstavlja svrhu kreiranja aplikacije. Forma za prikaz podataka omogućava uvid u sve item-e iz baze podataka, operacije za manipulaciju podataka kao što su kreiranje novog rekorda, izmena postojećeg ili brisanje podataka. Takođe nudi opciju za pretragu po ključnoj reči, export podataka u .json format i klikom na „Statistics“ dugme otvara sekciju za prikaz statistike (slika 6).



Slika 6. Prikaz Balance forme a expand-ovanom statistikom

Levi grafik predstavlja sumu svih troškova i odnos potrošnje po kategorijama dok grafik sa desne strane prikazuje izlazno stanje poslednja tri meseca.

Last month tab po uzoru na Balance tab pruža podatke o svim rekordima u balance tabeli za poslednji mesec. Takođe ima opciju za export podataka u .json format, filtriranje podataka po ključnoj reči kao i prikaz statistike stanja za tekući mesec do momenta generisanja upita (slika 7).

Value	Currency	Category	Date	Note
6700	EUR	Shopping	8/8/2019 12:00:00 AM	Minor weed heads
3600	RSD	Food and drinks	8/10/2019 12:00:00 AM	Terence dinner with Olegan
500	EUR	Savings	8/2/2019 12:00:00 AM	Savings
60000	RSD	Home	8/2/2019 12:00:00 AM	To EUR
50	EUR	Gift expense	8/3/2019 12:00:00 AM	Dignia wedding
370	RSD	Transportation	8/3/2019 12:00:00 AM	Taxi
360	RSD	Food and drinks	8/3/2019 12:00:00 AM	Lunch at work
1200	RSD	Shopping	8/2/2019 12:00:00 AM	DM makeup
72000	RSD	Paycheck	8/1/2019 12:00:00 AM	July paycheck

Slika 7. Last month tab

4. ZAKLJUČAK

U ovom radu predstavljen je sistem za automatizaciju menadžmenta ličnih troškova sa osvrtom na korišćene tehnologije. Sistem predstavlja podršku upravljanja budžetom korisnika aplikacije kao i mogućnost za analizu potrošnje kroz pregled statistike i pregled troškova za tekući mesec. Statistike koje se generišu prilikom otvaranja forme za prikaz svih prihoda i rashoda kao i prihode i rashode za tekući mesec, omogućavaju uvid u stanje potrošnje po kategorijama.

Na taj način korisnik može da utvrdi gde postoji prostora za smanjenjem troškova i da li je stanje uštede na optimalnom nivou.

Ono što takodje predstavlja važan segmen ove aplikacije jesu podaci o dugovanjima prema korisniku budući da svi nekad u životu pozajme novac prijateljima, porodici. Na ovaj način možemo dobiti jasnu sliku visini nenaplaćenog iznosa.

Dalji pravci razvoja ovakve aplikacije se mogu jasno utvrditi a to su:

- ❖ Implementiranje multikorisničkog okruženja. Omogućavanje korisnicima da kreiraju naloge koje će povezati sa Gmail nalogom i na koje bi im stizala generisana statistika potrošnje za svaki mesec
- ❖ Mogućnost importovanja objekata balans tabele u .json format
- ❖ Kreiranje mobilne aplikacije za brži pristup podacima i statistikama
- ❖ Mogućnost pristupa podacima iz baze za odabrani period koji korisnik unosi odabirom datuma kroz dropdown listu

5. LITERATURA

- [1] dr Marko, Ivaniš. „Upravljanje finansijama “. *Univerzitet Singidunum, Beograd* (2008).
- [2] Stojanović, Gordana. "Standardizovani zahtevi za planere ličnih finansija." *Bankarstvo* 35.5-6 (2006): 54-61
- [3] Douglas, Korry, and Susan Douglas. *PostgreSQL: a comprehensive guide to building, programming, and administering PostgreSQL databases*. SAMS publishing, 2003.
- [4] Conrad, Tim. "Postgresql vs. mysql vs. commercial databases: It's all about what you need." (2006).
- [5] Dentler, Jason. *NHibernate 3.0 Cookbook*. Packt Publishing Ltd, 2010
- [6] G ruca, Aleksandra, and Przemysław Podsiadło. "Performance Analysis of .NET Based Object-Relational Mapping Frameworks." *International Conference: Beyond Databases, Architectures and Structures*. Springer, Cham, 2014.
- [7] Cure, Aaron. *NHibernate 2 Beginner's Guide*. Packt Publishing Ltd, 2010.
- [8] Liberty, Jesse, and Dan Hurwitz. *Programming Asp. Net*. " O'Reilly Media, Inc.", 2003.

Kratka biografija:



Tamara Luković rođena je 1993. god. u Novom Sadu. Gimnaziju "Isidora Sekulić" završava 2012. godine nakon čega upisuje osnovne studije u oblasti Inženjerskog menadžmenta na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Nakon završenih osnovnih akademskih studija upisuje master akademske studije takođe na Fakultetu tehničkih nauka, smer Inženjerstvo informacionih sistema.

UPOREDNA ANALIZA UTICAJA TEHNIKA INDEKSIRANJA NA PERFORMANSE IZVRŠENJA UPITA U RAZLIČITIM SISTEMIMA ZA UPRAVLJANJE RELACIONIM BAZAMA PODATAKA**COMPARATIVE IMPACT ANALYSIS OF INDEX TECHNIQUES ON QUERY EXECUTION PERFORMANCE IN DIFFERENT RELATIONAL DATABASE MANAGEMENT SYSTEMS***Ivana Spasojević, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – INŽENJERSTVO INFORMACIONIH SISTEMA**

Kratak sadržaj – U radu je dat uvid u osnovnu problematiku podešavanja performansi i optimizacije upita nad bazom podataka. Objašnjene su osnovne vrste indeksnih struktura koje se mogu koristiti u procesu optimizacije upita. Dat je prikaz sistema za upravljanje bazama podataka i detaljnije objašnjeni relacioni SUBP korišćeni u ovom radu. Specificirani su slučajevi upotrebe na osnovu kojih je izvršeno testiranje performansi u tri različita SUBP-a. Na kraju, prokomentarisani su i upoređeni dobijeni rezultati.

Ključne reči: Baza podataka, optimizacija, indeksi, performanse.

Abstract – In this paper we give an insight into the basic issues of tuning performance and query optimization within a database. The basic types of index structures that can be used in the query optimization process are explained. The database management systems and the relational DBMSs used in this paper are presented. Use cases were specified to perform performance testing in three different DBMSs. Finally, the results obtained are shown and compared.

Keywords: Database, optimization, indexes, performances.

1. UVOD

Informacione tehnologije i procesi digitalizacije preuzimaju dominantnu ulogu u svakodnevnom životu ljudi. Računari i mobilni telefoni postaju sve „pametniji“, a njihova upotreba učestalija. Primena informacionih tehnologija u gotovo svim aspektima života i rada omogućila je da se lako i brzo generišu velike količine podataka i informacija.

Sa razvojem tehnologije rastu i naše potrebe za podacima i informacijama, a paralelno sa time i potreba za trajnim memorisanjem podataka, kako bismo mogli da ih koristimo i u budućnosti. Takođe, veoma je značajno obezbediti pravovremeni pristup podacima i informacijama, vodeći računa o pravima pristupa podacima.

Neretko se dešava da se korisnik pri upotrebi aplikacija susreće sa situacijom u kojoj mora da čeka određen vremenski period na odziv aplikacije, odnosno neophodno je da prođe određeno vreme od trenutka slanja nekog zahteva aplikaciji od strane korisnika do trenutka u kojem

aplikacija daje odgovor na dati zahtev. Proces identifikacije uzroka problema pada performansi aplikacije za obradu podataka smeštenih u nekoj bazi podataka je zahtevan, a može biti vezan za: hardver, operativni sistem, aplikaciju, sistem za upravljanje bazom podataka (SUBP), projektovanu i implementiranu šemu baze podataka, kao i za način realizacije fizičke strukture baze podataka. Postoje različiti parametri performantnog rada SUBP-a i ovaj rad fokusiran je na jedan od njih – efikasnost realizacije upita nad bazom podataka. Savremeni sistemi za upravljanje bazama podataka u najvećoj meri su zasnovani na relacionom ili objektno-relacionom modelu podataka. Svi SUBP-ovi koji su prezentovani u ovom radu inicijalno su bili zasnovani na relacionom modelu podataka i koriste različite tehnike indeksiranja kako bi obezbedili efikasniju selekciju i manipulisanje sadržajem baze podataka.

Cilj ovog rada je da kroz uporednu analizu uticaja tehnika indeksiranja na performanse izvršenja upita u različitim sistemima za upravljanje relacionim bazama podataka obezbedi potrebne informacije za donošenje odluke o izboru SUBP-a i tehnike indeksiranja koja će unaprediti efikasnost upita nad bazom podataka. Kako bi se ostvario postavljeni cilj, neophodno je proučiti teorijske i praktične aspekte tehnika indeksiranja i optimizacije upita u relacionim bazama podataka uz posvećivanje posebne pažnje Microsoft SQL Server, Oracle i PostgreSQL SUBP-ovima. Potrebno je i specificirati slučajeve upotrebe koji će omogućiti ilustraciju primene tehnika indeksiranja u različitim sistemima za upravljanje relacionim bazama podataka kroz njihovu implementaciju u okviru tri prethodno pomenuta SUBP-a.

2. ORGANIZACIJA PODATAKA U BAZI PODATAKA

Fizička struktura baze podataka, odnosno izbor načina organizacije podataka u datotekama, može značajno da utiče na performantnost baze podataka. Organizacija datoteke predstavlja način smeštanja slogova i blokova u fizičke blokove na eksternoj memoriji i njihovog međusobnog povezivanja.

U osnovne organizacije datoteka spadaju serijska, sekvencijalna, spregnuta i rasuta organizacija datoteka. Ukoliko se neka osnovna organizacija datoteka proširi nekim pomoćnim strukturama tada nastaje složena organizacija datoteka. Primeri složenih organizacija datoteka su rasuta organizacija sa zonom prekoračenja, statička indeksna i dinamička indeksna organizacija datoteka. Kako bi se izvršila razmena podataka između eksternih memorijskih uređaja i operativne memorije,

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Sonja Ristić, red.prof.

potrebno je pristupiti podacima koji su organizovani na neki od pomenutih načina organizacije datoteka. Metode pristupa predstavljaju skup programa, koji učestvuju u izgradnji i održavanju strukture datoteke.

Postoje tri vrste metoda pristupa: sekvencijalni (redosledni) pristup, direktni pristup i dinamički (kombinovani) pristup [5]. Dinamičke indeksne organizacije datoteka su složene organizacije datoteka kod kojih je zona podataka, u koju se smeštaju slogovi datoteke, najčešće realizovana kao serijska datoteka. Zona indeksa je realizovana kao stablo traženja, a SUBP-ovi najčešće koriste balansirano stablo traženja, po pravilu B-stablo, ili neku od njegovih modifikovanih verzija. Stabla traženja služe za pretragu slogova smeštenih na eksternoj memoriji i najčešće sadrže jedinstvene vrednosti obeležja od kojih je svaka od njih pokazivač zoni podataka povezana sa odgovarajućim slogom. Vrednosti smeštene u čvorovima stabla su uređene tako da se u podstablu na koji ukazuje njima pridruženi pokazivač mogu naći samo vrednosti veće od posmatrane, a manje od naredne vrednosti u nizu.

Savremeni SUBP-ovi najčešće koriste B⁺-stabla kao dinamičke indeksne strukture. Listovi stabla su uglavnom dvostruko spregnuti. Postoje i takve implementacije B⁺-stabala kod kojih se u listovima nalaze kompletni slogovi, pa takva stabla čine istovremeno i zonu podataka.

3. PROCES OPTIMIZACIJE UPITA

Osnovni cilj sprovođenja procesa optimizacije određenog upita nad bazom podataka je smanjenje vremena odziva sistema na pristigle zahteve. Ulazne specifikacije za optimizator upita mogu, između ostalog, da sadrže sledeće komponente: tekst sintaksno korektne *SELECT* naredbe upita, opis šeme baze podataka i fizičke strukture potrebnog dela baze podataka koji su smešteni u rečniku podataka, pri čemu je posebno značajna specifikacija potencijalno korisnih indeksa poput struktura tipa B⁺ stabla i brojeve torki u relevantnim tabelama za upit.

Osnovni koraci u procesu optimizacije upita su sledeći: korisnik definiše SQL upit koji se optimizuje a zatim se prelazi na korak parsiranje, u okviru kog SUBP prevodi kod napisan u SQL jeziku u internu reprezentaciju, zasnovanu na relacionoj algebri. Dalje se ovako zapisan kod validira kako bi se utvrdilo da li su ispoštovana sva sintaksna i semantička pravila za pisanje upita. Ako u ovom procesu nisu utvrđena nikakva odstupanja, prelazi se na proces optimizacije upita. Generisanje logičkog plana optimizacije upita podrazumeva analizu različitih operatora koji se javljaju u upitu, poput projekcije, spoja i selekcije. Logička optimizacija se često naziva i algebarska optimizacija i ona podrazumeva nalaženje najpovoljnijeg redosleda obavljanja algebarskih operacija primenom ekvivalentnih transformacija relacione algebre [4].

Na kraju, bira se optimalan plan izvršavanja upita. Ovaj plan se može posmatrati kao stablo čiji svaki čvor sadrži određenu operaciju iz upita koji se izvršava, a kojoj je pridružen odgovarajući operator baze podataka (npr. skeniranje upotrebom indeksa, filter ili agregacija).

4. SISTEMI ZA UPRAVLJANJE BAZAMA PODATKA (SUBP)

Sistem za upravljanje bazom podataka je zapravo program ili grupa programa čija namena je povećanje pouzdanosti i efikasnosti upotrebe baze podataka kroz njeno

definisanje, kreiranje, zaštitu i održavanje [1]. SUBP treba da omogućiti, između ostalog, i: logičku i fizičku nezavisnost programa i podataka, konkurentno korišćenje baze podataka od strane više ovlašćenih korisnika, performantno korišćenje baze podataka i njeno distribuiranje na više servera povezanih putem računarske mreže [6]. SUBP podržava jezike za opis i održavanje šeme baze podataka DDL (*Data Definition Language*) i za manipulaciju podacima DML (*Data Manipulation Language*). Kako bi SUBP efikasno izvršavao osnovne zadatke za koje je zadužen, veoma su važne njegove karakteristike – adaptivnost, pouzdanost i performantnost. Pored toga, svaki SUBP zasnovan je na nekom modelu podataka. Kod savremenih SUBP-ova najčešće je to relacioni model podataka pa SUBP samim tim, upravlja relacionim bazama podataka u kojima su podaci smešteni u okviru međusobno povezanih dvodimenzionalnih tabela, gde svaka od njih sadrži podatke o jednoj klasi entiteta ili klasi poveznika iz realnog sistema. U ovom radu će fokus biti na tri SUBP-a – *Microsoft SQL Server*, *Oracle* i *PostgreSQL*.

4.1. Pregled SUBP-ova korišćenih u ovom radu

Sva tri korišćena SUBP-a u ovom radu – *Microsoft SQL Server*, *Oracle* i *PostgreSQL* predstavljaju sisteme za upravljanje relacionim bazama podataka. *Microsoft SQL Server* je podržan na *Linux* i *Windows* operativnim sistemima i dostupan je korisnicima u dve besplatne verzije – *Compact* i *Express*. Podržava proceduralna proširenja kroz postojanje *T-SQL* jezika. Osnovna razvojna okruženja koja se mogu koristiti za potrebe implementacije i održavanja baze podataka bazirane na *Microsoft SQL Server* SUBP-u su: *SQL Server Management studio*, *Azure Data Studio* i *Sql Server Data Tools*. *Oracle* SUBP je takođe podržan na *Windows* i *Linux* platformama.

U slučaju ovog SUBP, korisnici mogu birati između četiri različite verzije, a to su: *Enterprise edition*, *Standard edition*, *Express edition* (XE) i *Oracle lite*. Proceduralna proširenja su dostupna kroz postojanje *PL/SQL* jezika. Za implementaciju i korišćenje baze podataka upotrebom ovog SUBP-a najčešće korišćenja razvojna okruženja su *Sqldeveloper* i *SQL*plus*. Treći SUBP koji je korišćen u ovom radu, *PostgreSQL*, se dominantno koristi za implementaciju baza podataka na *MacOS* operativnim sistemima. Podržan je i na *Linux* i *Windows* platformama. Zasnovan je na klijent-server modelu i radi se o *open-source* SUBP-u. *PostgreSQL* takođe podržava proceduralna proširenja upotrebom jezika *PL/pgSQL* koji ima dosta sintaksnih i semantičkih sličnosti sa *PL/SQL* jezikom *Oracle* SUBP-a. Razvojna okruženja koja se mogu koristiti za implementaciju baze podataka upotrebom ovog SUBP-a su: *pgAdmin*, *phpPgAdmin* i *sqirell*. S obzirom na to da su i *Oracle* i *PostgreSQL* i *Microsoft SQL Server* sistemi za upravljanje relacionim bazama podataka, nije čudno da postoji veliki broj karakteristika koje se mogu generalizovati na sva tri SUBP-a. Ipak, svaki od njih poseduje neke svojstvene odlike.

4.2. Tehnike indeksiranja u različitim SUBP

Indeksi baze podataka predstavljaju strukturu podataka čija namena je obezbeđenje brže pretrage i pronalaska podataka u okviru tabele baze podataka za koju su kreirani. Takođe, mogu se posmatrati i kao zona

podataka, sa kopijom podataka iz originalne tabele, u kojoj su podaci sortirani po određenom, logičkom, redosledu. Prilikom kreiranja indeksa bitno je voditi računa o tome da tabele za koje se kreira indeks zauzimaju više memorije i prostora u okviru baze podataka nego one koje nemaju definisane indekse, pa kreiranje nepotrebnih indeksa može iz ovog razloga dovesti do manje efikasnosti korišćenja prostora na eksternoj memoriji i povećanja vremena koje je SUBP-u potrebno za manipulaciju podacima. Prilikom kreiranja indeksa definiše se naziv indeksa, tabela nad kojom će biti kreiran i kolona (odnosno kolone) koja će se indeksirati. Ako nije drugačije naglašeno, podrazumeva se da se vrednosti indeksiraju u rastućem redosledu.

Svi analizirani sistemi za upravljanje bazama podataka podržavaju indekse bazirane na strukturi tipa B-stabla. S obzirom na to da oni podržavaju takva stabla u kojima se sve vrednosti indeksiranog obeležja pojavljuju u listovima stabla i da su listovi po pravilu spregnuti saglasno rastućoj ili opadajućoj vrednosti indeksiranog obeležja u daljem tekstu se navodi da se radi o B⁺-stablu traženja, da bi se ukazalo na razliku u odnosu na osnovnu B-stablu traženja, kako je ono opisano u [5], kao i na činjenicu da se radi o nekoj modifikaciji osnovnog B-stabla.

Microsoft SQL Server podržava različite vrste indeksa među kojima su: grupisani indeksi (*clustered index*), negrupisani indeksi (*nonclustered index*) bez ili sa uključenim kolonom, kolonski orijentisani indeksi (*columnstore index*), XML indeksi, filtrirani indeksi (*filtered index*), prostorni indeksi (*spatial index*) i tekst indeksi (*full-text index*) [7]. Dve najznačajnije vrste indeksa u Microsoft SQL Server-u, zasnovane na strukturi B⁺-stabla – grupisani i negrupisani – su korišćene za testiranje u ovom radu. Grupisani indeks predstavlja strukturu tipa B⁺-stabla u čijim listovima su smešteni svi podaci date torke. Najčešće se ova vrsta indeksa kreira nad obeležjem (ili nizom obeležja) koje predstavlja primarni ključ tabele i u jednoj tabeli se može kreirati najviše jedan indeks ove vrste.

Pri ažuriranju tabele nad kojom je kreirana ova vrsta indeksa automatski se vrši i ažuriranje redosleda u indeksnoj tabeli kako bi taj redosled bio usklađen sa novim fizičkim redosledom podataka u tabeli. Zbog činjenice da se u listovima grupisanog indeksa nalaze čitave torke a ne pokazivači ka lokaciji na kojoj su zapisane on se može istovremeno posmatrati i kao indeks i kao zona podataka. Oracle SUBP u sličnom kontekstu koristi *Index-Organized Tables* (IOT). Negrupisani indeks takođe predstavlja strukturu tipa B⁺-stabla. Razlika u odnosu na grupisani indeks ogleda se u tome što u listovima nisu smeštene čitave torke već samo vrednosti obeležja po kojima je kreiran indeks i za svaku od njih pokazivač ka slogu u zoni podataka u kojem je zapisana torka sa tom vrednošću indeksnog obeležja. Upotreba ove vrste indeksa se pokazala kao korisna u situaciji kada je neophodno upitom izdvojiti relativno mali broj torki iz tabele koja sadrži veliki broj podataka [2].

Može se primetiti da iako se nalaze u fizički susednim elementima u listovima, pokazivači negrupisanog indeksa pokazuju na fizički razdvojene lokacije listova grupisanih indeksa. Ovo dalje ukazuje na to da pri postojanju negrupisanog indeksa nad kolonom, bez obzira na to što podaci u okviru nje nisu sortirani, nije neophodno pretražiti sve torke u tabeli u kojoj se ta kolona nalazi

kako bi se pronašli željeni podaci, već se pomoću pokazivača ka listovima grupisanog indeksa direktno pristupa torkama čija vrednost primarnog ključa je tražena. Oracle SUBP takođe podržava jedinstvene i nejedinstvene indekse, kompozitne indekse (indekse nad složenim obeležjima), kompresovanje indeksnih vrednosti i druge različite tehnike indeksiranja. Neke od često korišćenih vrsta su: indeksi sa B⁺-stablom, indeksno organizovane tabele (*Index Organized Table*, IOT), *bitmap* indeksi, *bitmap* spojeni indeksi i indeksi zasnovani na funkciji (*function-based* indeksi). Indeksi sa B⁺-stablom su podrazumevano uređeni saglasno rastućoj vrednosti indeksiranih obeležja i kreiraju se pokretanjem naredbe *CREATE INDEX*. Indeksno organizovana tabela predstavlja B⁺-stablo u kojem se u listovima stabla pored vrednosti indeksiranog obeležja (primarnog ključa) nalaze i vrednosti svih ostalih obeležja date torke.

Bitmap indeks se može posmatrati kao dvodimenzionalna mapa za vrednosti tabele, gde se kao redovi javljaju *rowID* tj. identifikatori reda tabele baze podataka, dok svaka kolona *bitmap* tabele predstavlja jednu od postojećih vrednosti u okviru kolone baze podataka nad kojom se kreira ova vrsta indeksa. Posmatra se presek kolone i reda *bitmap* tabele kako bi se utvrdilo da li za torku sa posmatranim *rowID*-jem postoji vrednost u posmatranoj koloni i ako je vrednost preseka 1 (*bit*) znači da postoji, dok se u suprotnom unosi 0. Indeksi zasnovani na funkciji se koriste za optimizaciju upita kod kojih se u *SELECT* naredbi javlja neki aritmetički izraz ili agregatna funkcija.

PostgreSQL obezbeđuje četiri vrste indeksa koji se mogu koristiti: B⁺-stablo traženja, *hash* indeksi, GIN i GiST indeksi. Upotrebom *hash* indeksa se kao vrednosti indeksa ne čuvaju konkretne vrednosti podataka iz baze podataka, već se za svaku torku u tabeli definišu posebne vrednosti koje se javljaju kao rezultat *hash* funkcije, po kojoj su ovi indeksi i dobili naziv, a ovako izračunate vrednosti zauzimaju mali memorijski prostor. Može se desiti da, u slučaju postojanja velike količine podataka, dva različita podatka iz baze imaju istu *hash* vrednost [3]. GIN indeksi se koriste za indeksiranje kolona u kojima su smešteni podaci složenog tipa podataka. Njihova najznačajnija primena je u pretraživanju teksta. GiST indeksi generalizuju pojam B-stabla i na druge tipove podataka poput teksta, slike ili prostornih podataka, pa je jedna od najčešćih primena u geoprostornim bazama podataka.

5. PRIMENA TEORIJSKIH OSNOVA NA REALNOM PRIMERU

U nastavku je prikazan proces optimizacije konkretnog upita nad bazom podataka isprojektovanom za potrebe podrške poslovanju realnog sistema osiguravajuće kuće i prokomentarisani dobijeni rezultati. Baza podataka je za potrebe izrade praktičnog dela ovog rada implementirana pomoću tri različita relaciona SUBP – Microsoft SQL Server, Oracle i PostgreSQL i za svaki od njih je odabrano razvojno okruženje u okviru kog će se vršiti implementacija. To su respektivno: Microsoft SQL Server Management Studio, *Sqldeveloper* i *pgAdmin*. Svako od navedenih razvojnih okruženja ima integrisane alate za testiranje performansi upita putem generisanja planova izvršavanja upita i predlaganja izmena upita koje bi potencijalno mogle uticati na poboljšanje njegovih performansi.

U okviru tabele 1 prikazani su nazivi tabela baze podataka korišćene za testiranje i broj unetih torki u svaku od njih.

Tabela 1 – Broj unetih torki u okviru tabela baze podataka

Naziv tabele	Broj torki
BRANCH_OFFICE	20
EMPLOYEE	1000
INSURANCE_CLIENT	100.000
CONTRACTOR	80.000
INSURANCE_USER	50.000
CONTRACT	100.000
INSURANCE_POLICY	80.000
PAYMENT	240.000
INSURANCE_TYPE	4
RISK	6
INSURANCE_RISK	15

Za potrebe testiranja performansi odabrana su dva upita nad bazom podataka osiguravajuće kuće koji su prikazani na listinzima 1 i 2. Vreme koje SUBP utroši na selektovanje podataka traženih u ovim upitima je upotrebom alata integrisanih u okviru razvojnih okruženja ovih SUBP-ova izmereno pri inicijalnom izvršenju upita (bez upotrebe indeksa) kao i nakon kreiranja indeksa i ponovnog pokretanja upita.

Sva testiranja izvršena su na računaru sa Windows 10 operativnim sistemom. Procesor računara je 64-bit Intel Core i7 (6500U CPU, 2.50 GHz) sa 2 jezgra i 4 MB keš memorije, kapacitet instalirane operativne memorije 8 GB, disk TOSHIBA MQ01ABD100, kapaciteta 932 GB. Za potrebe testiranja su za sva tri SUBP-a implementirani indeksi tipa B⁺-stabla traženja.

```
select first_name, last_name, occupation
from insurance_client
where first_name like 'P%';
```

Listing 1 – prvi slučaj upotrebe za testiranje performansi

```
select count(c.contract_num), first_name,
last_name, occupation
from contractor ct left join
insurance_client inc on
(ct.contractor_ID=inc.client_ID) left join
contract c on
(ct.contractor_ID=c.contractor_ID)
where first_name like 'P%'
group by first_name, last_name, occupation;
```

Listing 2 – drugi slučaj upotrebe za testiranje performansi

U tabeli 2 su prikazana vremena utrošena na izvršenje upita za sva tri SUBP-a koji su predmet interesovanja u ovom radu, izražena u sekundama.

Tabela 2 – Prikaz dobijenih rezultata testiranja

Slučaj upotrebe		Vreme Microsoft SQL Server	Vreme Oracle	Vreme PostgreSQL
Prvi	bez indeksa	0.37 s	0.10 s	0.02 s
	sa indeksom	0.09 s	0.01 s	0.004 s
Drugi	bez indeksa	0.73 s	0.13 s	0.073 s
	sa indeksom	0.15 s	0.04 s	0.64 s

Iako je za oba slučaja upotrebe utvrđeno smanjenje vremena za tek nekoliko desetina sekundi kod svakog od tri posmatrana SUBP-a, to ne znači da je upotreba indeksa neefikasna jer je uzorak nad kojim je vršeno testiranje relativno mali pa se ne može sa sigurnošću reći da bi ostvarene prednosti u utrošenom vremenu od strane posmatranih SUBP-ova bile iste i kada bi se testiranje vršilo nad bazom podataka sa većom količinom podataka. Posmatranjem odnosa ostvarenog smanjenja u utrošenom vremenu i broja torki u okviru tabele INSURANCE_CLIENT moglo bi se zaključiti da je on proporcionalan jer bi svako povećanje broja torki u tabeli uticalo i na povećanje razlike u utrošenom vremenu za izvršavanje upita pre i nakon kreiranja indeksa, što dalje dovodi do smanjenja ukupnog vremena koje se utroši na izvršavanje upita.

6. ZAKLJUČAK

Rezultati praktičnog dela rada idu u prilog tvrdnji da korišćenje tehnika indeksiranja u velikoj meri može unaprediti proces obrade i optimizacije upita. Autor rada imao je prethodnog iskustva u radu samo sa razvojnim okruženjem *Sqldeveloper*, ali su i preostala dva razvojna okruženja bila relativno jednostavna za upotrebu i dobro dokumentovana, pa rad sa njima nije predstavljao problem. S obzirom na to da je testiranje izvršeno na skromnoj računarskoj konfiguraciji, koja nije bila namenski konfigurisana za potrebe testiranja, dobijeni rezultati se ipak ne mogu koristiti za donošenje opštijih zaključaka. U okviru daljih istraživanja testiranje bi trebalo sprovesti na snažnijoj računarskoj konfiguraciji, nad bazom podataka čije tabele sadrže mnogo veći broj torki, primenom većeg broja različitih upita i drugih indeksnih struktura koje u ovom radu nisu testirane.

7. LITERATURA

- [1] Bal Gupta, S., & Mittal, A. (2017). *Introduction to Database Management System Second Edition, Kindle Edition*. Laxmi Publications Pvt Ltd.
- [2] Cioloca, C., & Georgescu, M. (2011). Increasing Database Performance using Indexes. *Database Systems Journal*, 13-22.
- [3] Crnko, N. (2018, march 01). *Korištenje hash-indeksa kod pretraživanja mysql baze podataka*. Retrieved september 22, 2019 from sistemac.srce.hr: <https://sistemac.srce.hr/koristenje-hash-indeksa-kod-pretrazivanja-mysql-baze-podataka-123>
- [4] Lazarević, B., Marjanović, Z., & Aničić, N. (2008). *Baze podataka*. Beograd: Fakultet organizacionih nauka.
- [5] Mogin, P. (2008). *Strukture podataka i organizacija datoteka*. Beograd: Računarski fakultet & CET.
- [6] Mogin, P., Luković, I., & Govedarica, M. (2004). *Principi projektovanja baza podataka*. Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka.
- [7] Mukherjee, S. (2019). *Indexes in Microsoft SQL Server*. University of the Cumberland.



Ivana Spasojević rođena je u Novom Sadu 1994. godine. Master rad iz oblasti Inženjerstvo informacionih sistema odbranila je 2019. godine.
kontakt: ivana.spasojevic@uns.ac.rs

PROCEDURALNO KREIRANJE RIG-A REALISTIČNOG LJUDSKOG LICA**PROCEDURAL RIGGING OF A REALISTIC HUMAN FACE**Nenad Šunjka, Lidija Krstanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – RAČUNARSKA GRAFIKA**

Kratak sadržaj – U ovom radu opisan je koncept proceduralnog kreiranja rig-a realističnog ljudskog lica koji je u potpunosti automatizovan. Analizirana je i implementacija ovakvog sistema koji je razvijen unutar softvera Maya koristeći Python programski jezik. Rezultat je aplikacija pod nazivom Rigen koja nudi korisniku da u šest koraka samostalno kreira rig proizvoljnog karaktera i time ga pripremi za računarsku animaciju. Koraci su: kreiranje glavnog direktorijuma; definisanje modela karaktera; kreiranje digitalnog skeleta; kreiranje rig-a; korekcija oblika kontrolnih objekata; i zadavanje težinskih koeficijenata koji odgovaraju uticaju određenih kostiju na čvorove. Ti koraci su naizgled jednostavni, ukoliko se posmatraju iz ugla manuelnog kreiranja rig-a. Ipak, kao takvi, oni grade stabilan okvir koji omogućava proceduralnost čitavog procesa. Potpuna automatizacija ovog procesa se ogleda u koraku kreiranja digitalnog skeleta pomoću veštačke inteligencije. Za razliku od svih komercijalnih softvera, gde je neophodno manuelno kreirati digitalni skelet za lice karaktera, u ovom slučaju to se postiže automatski korišćenjem unapred istrenirane neuronske mreže.

Ključne reči: Rigging, rigging lica, rigging karaktera, veštačka inteligencija, računarska grafika

Abstract – This paper describes the concept of procedural rigging of a realistic human face that is completely automated. The implementation of such a system, which was developed within the Maya software using the Python programming language, was also analyzed. The result is an application called Rigen which offers the user to build a rig for arbitrary character in six steps, and thus prepare it for computer animation. The steps are: creating a directory; defining character models; creating a digital skeleton; build a rig; correction of control shape objects; and assigning weights corresponding to the influence of certain bones on vertices. These steps are seemingly straightforward, if viewed from the angle of manual crew rig. Nevertheless, as such, they build a stable framework that allows the procedurality of the entire process. Complete automation of this process is reflected in the step of creating a digital skeleton using artificial intelligence. Unlike all commercial software, where it is necessary to manually create a digital skeleton for face, in this case, this is achieved automatically by using the pre-trained neural network.

Keywords: Rigging, facial rigging, character rigging, artificial intelligence, computer graphics

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Lidija Krstanović, docent.

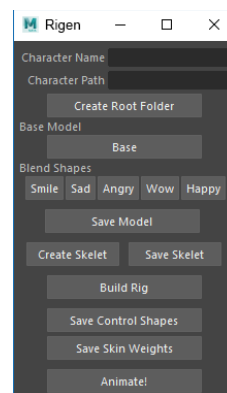
1. UVOD

Kreiranje rig-a je proces kreiranja skupa hijerarhijski povezanih kostiju modela koji omogućava dalju animaciju tog modela. Prednosti proceduralnog kreiranja ovakvog sistema su velika ušteda vremena, dobijanje na preciznosti i manja verovatnoća pravljenja grešaka prilikom manuelnog kreiranja rig-a. Glavni koraci u postupku su definisanje osnovnog modela, kreiranje digitalnog skeleta i kreiranje hijerarhijske strukture kontrolnih objekata koji će služiti za animaciju. Akcenat je stavljen na rešavanje problema dobijanja digitalnog skeleta.

S obzirom da ovakav sistem treba da kreira rig za modele različitih karakteristika, kao što su pol, uzrast, rasa i slično, neophodno je u njega integrisati i algoritme za detekciju obeležja ljudskog lica. Za potrebu detekcije obeležja ljudskog lica je moguće koristiti istreniranu neuronsku mrežu, kao što je to rađeno u [1]. U navedenom radu su koristili Python programski jezik, kao i biblioteke OpenCV i dlib sa istreniranim prediktorom. Detekcija obeležja lica se u ovom radu svodi na tri koraka: renderovanje 3D modela, detekcija obeležja lica na 2D slici, dobijanje odgovarajućih obeležja lica u 3D prostoru na osnovu dobijenih 2D obeležja lica. Korišćenjem tako dobijenih 3D koordinata, kreiraće se kosti digitalnog skeleta.

2. IMPLEMENTACIJA

Na slici 1, prikazan je grafički korisnički prozor (eng. Graphical User Interface, GUI) aplikacije Rigen. Izbor dugmadi u korisničkom prozoru kreiran je za potrebe ovog rada.



Slika 1. Rigen GUI

Ceo razvoj Rigen aplikacije rađen je u softveru Eclipse Oxygen. Eclipse je integrisano razvojno okruženje – IDE (eng. Integrated Development Environment) koje se koristi u programiranju i najčešće se koristi Java IDE. Sadrži osnovni radni prostor i proširivi sistem za

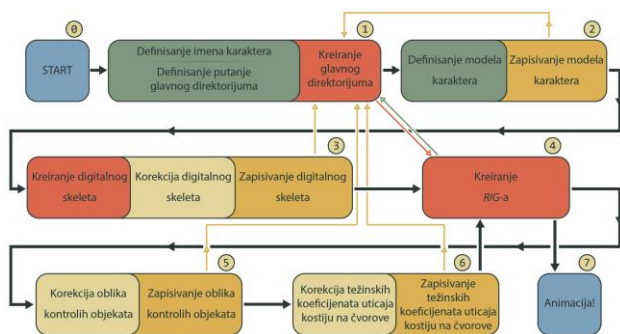
uključivanje dodatnih komponenti integrisanog radnog okruženja. U ovom radu, okruženje je prilagođeno za programski jezik *Python*. U tabeli 1 je prikazana struktura *rigen* paketa i modula koji se nalaze u njemu. Paket je podeljen u podpakete koji nose nazive: *anim*, *character*, *data*, *rig*, *temp*, *tools* i *ui*.

rigen						
<i>anim</i>	<i>character</i>	<i>data</i>	<i>rig</i>	<i>temp</i>	<i>tools</i>	<i>ui</i>
<i>__init__</i> <i>animtools</i>	<i>__init__</i> <i>model</i> <i>namepath</i>	<i>__init__</i> <i>rigenData</i>	<i>__init__</i> <i>buildRig</i>	<i>tempScript</i> <i>tempTools</i>	<i>__init__</i> <i>controls</i> <i>deform</i> <i>joint</i> <i>root</i> <i>skeleton</i> <i>transform</i> <i>vector</i>	<i>__init__</i> <i>makeGui</i>

Tabela 1. Struktura paketa *rigen*

3. KONCEPT

Na slici 2, nalazi se grafički prikaz potrebnih koraka kao i njihov redosled, kroz koje korisnik treba da prođe koristeći *Rigen* aplikaciju, kako bi samostalno kreirao *rig* za svog karaktera. Glavni koraci su prikazani u celinama, koje se sastoje od jednog ili više koraka i numerisani su brojevima od 0 do 7. Nulti i sedmi korak su prikazani samo iz razloga kako bi se obuhvatila šira slika čitavog procesa, odnosno početak i kraj. Oni se svode na pokretanje *Rigen* aplikacije i prekid njenog rada. Stoga, primećuje se da se ceo postupak može izvesti u svega 6 koraka.



Slika 2. Grafički prikaz koraka potrebnih za kreiranje *rig*-a

Korak ① predstavlja pokretanje aplikacije, odnosno *Rigen* korisničkog prozora.

U koraku ② korisnik definiše ime karaktera i apsolutnu putanju kako bi se na osnovu tih podataka kreirao glavni direktorijum. U njemu će se zapisivati svi potrebni elementi za *rig*.

Korak ③ predstavlja definisanje modela karaktera u sceni gde korisnik bira odgovarajući 3D model, koji će predstavljati digitalnog karaktera, a nosiće ime koje je prethodno definisano. Zatim, definisan model karaktera se zapisuje u odgovarajući folder koji se nalazi u glavnom direktorijumu.

U koraku ④ se pomoću mašinskog učenja, koristeći *dlib* biblioteku, detektuju ključne tačke lica na osnovu kojih se kreira digitalni skelet za zadati model. Ukoliko ima potrebe, korisnik može da koriguje poziciju digitalnih kostiju. Najčešće je to slučaj sa vilicom i očima, odnosno kopcima. Nakon toga, vrši se zapisivanje digitalnog skeleta u odgovarajući folder koji se nalazi u glavnom direktorijumu.

To nas dovodi do najznačajnijeg koraka - kreiranje *rig*-a. Korak ⑤ podrazumeva preuzimanje svih zapisanih ele-

menata iz glavnog direktorijuma i građenje hijerarhijske strukture kontrolnih objekata koji su u relaciji sa digitalnim skeletom.

Korak ⑤ namenjen je za korekciju oblika kontrolnih objekata s obzirom da se oni generišu na osnovu pozicije i veličine kostiju digitalnog skeleta u prethodnom koraku. U nekim slučajevima, potrebno ih je prilagoditi modelu karaktera, nakon čega se oni zapisuju u odgovarajući folder u glavnom direktorijumu.

Korak ⑥ odnosi se na korekciju težinskih koeficijenata koji odgovaraju uticaju određene kosti na čvorove. U koraku ④ će se iskoristiti dokument koji je dobijen u koraku ③ u kom se nalaze informacije o težinskim koeficijentima koji odgovaraju uticaju određenih kostiju digitalnog skeleta na čvorove modela odgovarajuće topologije. Ukoliko korisnik želi da kreira *rig* karaktera drugačije topologije, moraće manuelno da koriguje pomenute težinske koeficijente. Nakon zapisivanja te korekcije u pomenuti dokument, potrebno je ponovo pokrenuti četvrti korak da bi se kreirao novi *rig*. Upravo u ovome se ogleda proceduralnost čitavog procesa.

Korak ⑦ prekida rad *Rigen* aplikacije i time se završava proces kreiranja *rig*-a što znači da je karakter spreman za animaciju.

4. KORAK ① : KREIRANJE GLAVNOG DIREKTORIJUMA

Glavni direktorijum predstavlja lokalno mesto u memoriji gde će se zapisivati svi elementi koji su potrebni za kreiranje *rig*-a. Kada se kaže elementi, to se odnosi na model karaktera, digitalni skelet, oblik kontrolnih objekata, težinske koeficijente koji odgovaraju uticaju određenih kostiju na čvorove, teksture itd. Sam naziv glavnog direktorijuma će biti isti kao i dodeljeno ime karaktera i nalaziće se na određenoj putanji. Njegova struktura je prikazana na slici 3.



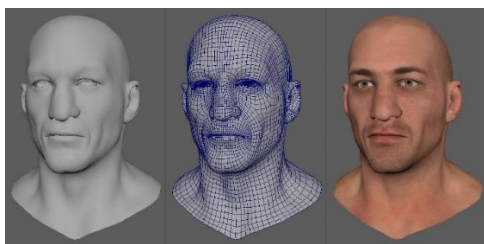
Slika 3. Kreiran glavni direktorijum

5. KORAK ② : DEFINISANJE MODELA KARAKTERA

Nakon kreiranja glavnog direktorijuma, potrebno je definisati model karaktera. Model karaktera mogu da kreiraju tehnički umetnici ili da se dobije fotogrametrijom¹.

Na slici 4, prikazan je model karaktera koji će se koristiti kao primer u daljem tekstu.

¹ Fotogrametrija je veština, nauka i tehnologija dobijanja pouzdanih kvantitativnih informacija o fizičkim objektima procesom beleženja, merenja, analiziranja i interpretacije fotografskih snimaka.

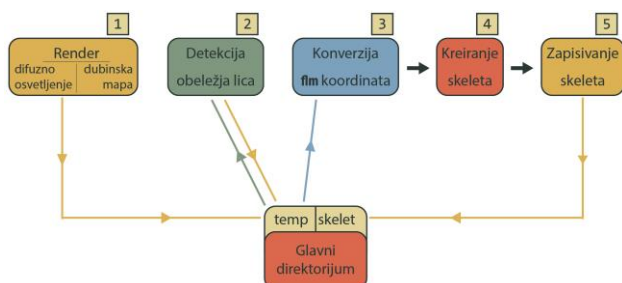


Slika 4. Model karaktera [4]

Definisanje i zapisivanje modela karaktera je postignuto korišćenjem metoda `setModel()` i `exportModel()`. Obe metode se nalaze u modulu `rigen.character.model`.

6. KORAK ③: KREIRANJE DIGITALNOG SKELETA

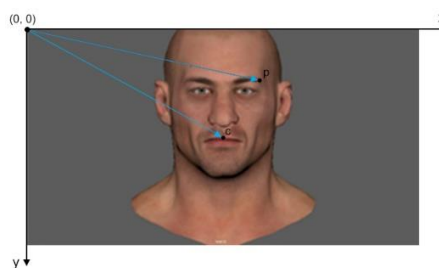
Za potrebe korisnika radi formiranja digitalnog skeleta, korisnički prozor sadrži dugmad *Create Skelet* i *Save Skelet* (slika 1). Ove opcije se sastoje iz pet koraka koji su šematski prikazani na slici 5.



Slika 5. Kreiranje i zapisivanje digitalnog skeleta

Korak ① podrazumeva formiranje slike koja se dobija kada se koristi samo difuzno osvetljenje, kao i dubinske mape² za dati render. Ove dve slike se zapisuju u privremeni folder (eng. *temp folder*). Zatim se u koraku 2 vrši detekcija (x, y) obeležja lica na slici koja se dobija kada se koristi samo difuzno osvetljenje. Tako dobijene (x, y) koordinate, tzv. flm koordinate, (eng. *Facial LandMarks coordinates*) se zapisuju u privremeni folder. Za pronalaženje obeležja modela našeg karaktera u 3D prostoru, neophodno je da se izračuna i z koordinata pronađenih obeležja. Ona se dobija kao vrednost piksela na dubinskoj mapi sa pozicije (x, y) prethodno pronađenih obeležja. Koordinate (x, y) pronađenih obeležja, kao i z koordinata, dobijaju se korišćenjem *OpenCV* i *dlib* biblioteke. Problem je što se koordinati sistem *OpenCV*-a razlikuje od koordinatnog sistema *Maya*-e u kom se nalazi model našeg karaktera. Zato se u koraku 3 radi konverzija ovako dobijenih koordinata. Naime, *OpenCV* i *Maya* imaju drugačiju orijentaciju koordinatnih osa. Iako su oba koordinatna sistema Dekartova, y osa u *Maya*-i je usmerena prema gore, dok je y osa u *OpenCV*-u usmerena prema dole. Pored toga, ova dva koordinatna sistema imaju drugačije dužine jediničnih duži. Iz tih razloga je potrebno uraditi konverziju koordinata iz jednog koordinatnog sistema u drugi kao što je to objašnjeno u nastavku teksta.

² Slika koja se sastoji od piksela definisanih vrednostima od 0 do 255. Vrednost 0 označava najudaljenije mesto u 3D sceni, dok vrednost 255 označava najbliže mesto u 3D sceni.



Slika 6. *OpenCV* koordinatni sistem slike

Na osnovu prethodne slike, flm koordinate za obeležje p se preračunavaju sledećom formulom:

$$p_x = (flm_x * ratio - c_x) * p_f,$$

$$p_y = (c_y - flm_y * ratio) * p_f + k_y.$$

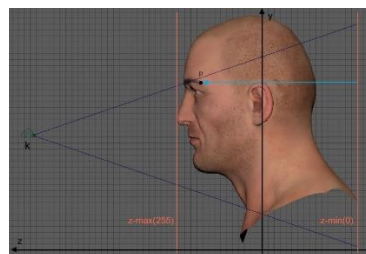
gde su:

$$c_x = \frac{width}{2},$$

$$c_y = \frac{height}{2},$$

$$p_f = 0.05$$

$$k_y = \frac{modelHeight}{2} \text{ (pozicija kamere na y osi).}$$



Slika 7. Preračunavanje z koordinate

S obzirom da je z koordinata dobijena sa dubinske mape, ona se preračunava formulom:

$$p_z = flm_z * z_f + m_z,$$

gde je

$$z_f = \frac{modelZdepth}{255.0}.$$

Kada su flm koordinate preračunate, u koraku ④ je moguće kreirati ko^{sti} digitalnog skeleta. Nakon toga, korisnik može u sceni da proveri da li digitalni skelet odgovara modelu karaktera i da, ukoliko je potrebno, izvrši korekcije. U koraku 5 se skelet zapisuje u folder *skeleton*.

7. KORAK ④: AUTOMATSKO KREIRANJE RIG-a

Nakon što su zapisani model karaktera i digitalni skelet, moguće je kreirati *rig*. Ovo predstavlja najkompleksniji korak u čitavom procesu. Iz tog razloga, za potrebe ovog rada, napisan je novi modul `buildRig.py`. Ovaj modul sadrži 11 klasa i desetine metoda koje služe za preuzimanje svih zapisanih dokumenata i formiranje hijerarhijske strukture koja sadrži model karaktera, digitalni skelet, kontrolne objekte i težinske koeficijente koji odgovaraju uticaju određenih kostiju na čvorove. Modul `buildRig.py` se nalazi u `rigen.rig` modulu. Klase koje se nalaze u modulu `buildRig.py` su:

- **NewScene**
 - Kreira se nova scena u softveru *Maya*. Učitavaju se model karaktera i digitalni skelet. Takođe, izvršava se provera da li postoje zapisani dokumenti sa podacima o težinskim

koeficijentima koji odgovaraju uticaju određenih kostiju na čvorove i obliku kontrolnih objekata. Kreiranje nove scene, vrši se metodom `buildRigen`.

- **GlobalControl**
 - Kreira se globalna kontrola. Ona je najuočljivija kontrola u *rig*-u s obzirom da je odgovorna za transliranje, rotiranje i skaliranje čitavog karaktera tokom animacije.
- **Neck**
 - Kreiraju se tri kontrole za vrat. One služe za rotiranje vrata. Prva kontrola se vezuje za globalnu kontrolu.
- **Head**
 - Kreira se kontrola za glavu. Ova kontrola služi za rotaciju glave. Kontrola glave se vezuje za poslednju kontrolu vrata.
- **Ears**
 - Kreiraju se kontrole za uši. Njihova funkcionalnost je ograničena translacija i rotacija ušiju. One se vezuju za kontrolu glave.
- **Jaw**
 - Kreira se kontrola vilice. Služi za otvaranje usta, odnosno rotaciju i translaciju vilične kosti.
- **Lips**
 - Kreiraju se četiri kontrole usana. Dve se nalaze u uglovima usana, dok su druge dve na sredini gornje i donje usne. Vezuju se za kontrolu vilice i kontrolu glave.
- **Cheeks**
 - Kreiraju se kontrole obraza. Služe za korekciju facijalnih ekspresija prilikom otvaranja usta, osmeha i slično. Vezuju se za kontrolu vilice i kontrolu glave.
- **Eyes**
 - Kreiraju se kontrole očiju i kapaka. Njima se kontroliše pravac posmatranja očiju, otvaranje i zatvaranje kapaka - treptanje. Ove kontrole se vezuju za globalnu kontrolu i kontrolu glave.
- **Eyebrows**
 - Kreira se kontrole obrva. Služe za podizanje i spuštanje obrva. Vezuju se za kontrolu glave.
- **Nose**
 - Kreiraju se kontrole nosa i nozdrva. Njima se postiže ograničena rotacija i translacija segmenata nosa kao što su koren nosa, vrh nosa i nozdrve. Kontrole nosa se vezuju za kontrolu glave.

8. KORAK ⑤ : KOREKCIJA OBLIKA KONTROLNIH OBJEKATA

Nakon što se *rig* kreira, u sceni će biti prikazan kompletan sistem za animaciju. U tom trenutku je moguće korigovati izgled kontrolnih objekata. Napisana je metoda koja zapisuje izgled kontrolnih objekata u `.csv` document – `cs` dokument (`cs` - eng. *Curve Shapes*). Klikom na dugme *Save Control Shapes*, poziva se metoda `exportCurveShapes()`.

9. KORAK ⑥ : KOREKCIJA TEŽINSKIH KOEFICIJENATA KOJI ODGOVARAJU UTICAJU ODREĐENIH KOSTIJU NA ČVOROVE

Metoda `buildRigen()` svakim pokretanjem izvršava proveru da li postoji dokument sa zapisanim težinskim koeficijentima koji odgovaraju uticaju određenih kostiju na čvorove – `sw` dokument (`sw` – eng. *Skin Weights*). Ukoliko takav dokument ne postoji u trenutku kreiranja *rig*-a, modelu karaktera neće biti dodeljen *SkinCluster*³. Ovo bi značilo da, nakon kreiranja *rig*-a, korisnik mora manuelno da zadaje težinske koeficijente koji odgovaraju uticaju određene kosti na čvorove. U slučaju da korisnik manuelno definiše ovu deformaciju, ili je samo koriguje, nakon toga će koristiti metodu `exportSkinWeights()` koja kreira `sw` document sa `.csv` ekstenzijom.

10. ZAKLJUČAK

Aplikacija *Rigen* se pokazala kao veoma stabilno okruženje koje na intuitivan način vodi korisnika do krajnjeg proizvoda, a to je kreiran *rig* koji omogućava dalju računarsku animaciju. Implementacija ovakvog sistema je rezultat dvogodišnjeg izučavanja objektno orijentisanog programiranja u *Python* programskom jeziku i upoznavanja sa `maya.cmds` modulom.

Ipak, postoji i slaba strana pomenutog rešenja. Radi se o metodi `importSkinWeights` koja učitava težinske koeficijente koji odgovaraju uticaju određene kosti na čvorove.

11. PRAVCI DALJIH ISTRAŽIVANJA

Naredni korak bi mogla da bude optimizacija metode `importSkinWeights()` kako bi se smanjilo utrošeno vreme koje je potrebno da se pojedinačno učitaju težinski koeficijenti koji odgovaraju uticaju određenih kostiju na čvorove. Trenutno, ovo vreme iznosi približno 15 minuta, što ujedno predstavlja i najduži vremenski period u okviru čitavog procesa. Razlog za tako nešto je to što je metoda napisana *Brute Force* algoritmom. Sa druge strane, pokazano je da je moguće kreirati aplikaciju koja služi za automatsko kreiranje *rig*-a realističnog ljudskog lica, ali to ne mora da bude jedini slučaj. Ovakav sistem bi mogao da se implementira za kreiranje *rig*-a kompletnog ljudskog tela koristeći druge biblioteke koje sadrže unapred istrenirane neuronske mreže za estimaciju poza.

12. LITERATURA

- [1] V. Kazemi, J. Sullivan, *One Millisecond Face Alignment with an Ensemble of Regression Trees*, Stockholm, 2015.
- [2] L. Dutre, A. Meyer, V. Orvalho, S. Bouakaz, *Easy Rigging of Face by Automatic Registration and Transfer of Skinning Parameters*, HAL, 2017.
- [3] P. Viola, M. Jones, *Robust Real-Time Face Detection*, Cambridge, 2003.
- [4] Besplatan model karaktera preuzet sa adrese: www.turbosquid.com, pristupljeno: 3.7.2018.

Kratka biografija:



Nenad Šunjka je rođen 25.9.1993. godine u Novom Sadu. Osnovnu školu „Danilo Zelenović“ završio je u Sirigu, gde je i odrastao. Završio je Gimnaziju „Jovan Jovanović Zmaj“ prirodno-matematičkog smera u Novom Sadu. Osnovne studije Animacije u inženjerstvu na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu završio je 2016. godine. kontakt: sunjkanenad@gmail.com



Lidija Krstanović završila je osnovne i master studije na Prirodno-matematičkom fakultetu u Novom Sadu, smer profesor matematike. Doktorirala je 2017. godine na Fakultetu tehničkih nauka, smer Matematika u tehnici. Godine 2018. izabrana je u zvanje docenta na istom fakultetu na katedri za Animaciju u inženjerstvu.

³ *SkinCluster* je element (eng. *node*) koji povezuje temena (eng. *vertex*) 3D modela sa digitalnim skeletom.

SIMULACIJA EFEKATA SLEPILO ZA BOJE**COLOR BLINDNESS SIMULATION**

Aleksandra Haška, Željien Trpovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ANIMACIJA U INŽENJERSTVU

Kratak sadržaj – Cilj ovog rada jeste iznalaženje načina za prevazilaženje dishromatopsije i mogućnosti za njeno rano otkrivanje, kao i simulacija samog efekta radi bližeg i boljeg razumevanja kako osobe sa dishromatopsijom zaista vide. U radu je prezentovan način dolaženja do adekvatne simulacije efekata slepila za boje. U prvom delu rada obrađena je anatomija dela ljudskog oka koji je odgovoran za viđenje boja. Za implementaciju simulacije efekata protanopije, deuteranopije i tritanopije neophodno je izvršiti prelazak iz RGB u LMS prostor boja. Proces prelaska iz jednog prostora boja u drugi zahtevao je razumevanje sve tri vrste nedostatka, kako bi se na podoban način uticalo na odgovarajuće čepiće.

Cljučne reči: Dishromatopsija, LMS, RGB.

Abstract – The aim of this paper is finding ways of overcoming dyschromatopsia and the possibility of its early detection, as well as simulating its effects for better understanding of how people with color blindness actually see. The paper presents a way to get an adequate simulation of color blindness. The first part goes over human eye anatomy which is responsible for color vision. To implement a simulation of protanopia, deuteranopia and tritanopia it is necessary to perform the transition from RGB to LMS color space. The transition process requires understanding of all three types of color blindness, only then can we properly affect the appropriate cones.

Keywords: Dyschromatopsia, LMS, RGB.

1. UVOD

Smatra se da je oko, posle mozga, najkompleksniji organ u ljudskom telu, budući da je sastavljeno od preko 2 miliona delova. Ljudsko oko omogućava svakom pojedincu da razume svoje okruženje, kao i da u potpunosti iskusi život. Tako, kroz vid čovek dobija informacije o obliku, udaljenosti, bojama, kretanju i dubini posmatranog predmeta. Upravo sposobnost oka da raspozna boje čini ga kompleksnim i jednim od najsavršenijih organa u našem telu. Ljudsko oko može da razlikuje do 10 miliona boja. Međutim, nije svaki čovek sposoban da raspozna sve boje koje se nalaze u našem okruženju. Ovakve vrste oboljenja oka mogu biti genetski nasledne, urođene, ili se mogu pojaviti kao nuspojava nekog drugog ozbiljnog problema kao što je alkoholizam, upotreba pojedinih lekova, određene vrste skleroze, dijabetesa i drugo.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Željien Trpovski, vanr. prof.

Danas postoji čitav niz poslova za koje je neophodno dobro razlikovanje boja. Takvi poslovi su najčešće povezani sa raznim vrstama dizajna i u uskoj su vezi sa estetikom. Recimo, vrste zanimanja u kojima je raspoznavanje boja neizbežno su poslovi modnih dizajnera, dizajnera enterijera i eksterijera, grafičkih dizajnera i drugih. Osim važnosti raspoznavanja boja u poslovnom svetu, mnogo relevantnije su situacije u kojima obolela osoba može da predstavlja opasnost, kako po sebe, tako i za druge. Najbolji primer za takvu situaciju jeste učestvovanje osobe sa dishromatopsijom u saobraćaju, gde postoje semafori i saobraćajni znaci koji – ukoliko nisu dobro protumačeni – mogu da dovedu do tragičnih posledica. Kako bi se ove situacije izbegle, postoje razni načini redukcije ili prevazilaženja većine vrsta pomenutih anomalija, kao i mnogobrojni testovi koji pomažu u njihovom ranom otkrivanju.

2. ANATOMIJA LJUDSKOG OKA

Najsofisticiraniji organ u ljudskom telu jeste oko (slika 1). Oko predstavlja prozor kroz koji vidimo svet, a ujedno je i naš najosetljiviji organ. Putem oka čovek prima oko 90 % informacija iz spoljašnjeg sveta i zbog toga se vid smatra najvažnijim čulom.

Oko predstavlja parni čulni organ. Osnovna podela čula vida može se svesti na tri funkcionalne celine i to:

- očni živac,
- očna jabučica,
- pomoćni organi oka.

Nervna opna očne jabučice je sastavljena iz dva funkcionalno i morfološki različita sloja (pigmentni sloj i mrežnjača) koja su, između ostalog, zadužena i za viđenje boja.

Mrežnjača je fotosenzitivan sloj, odnosno jedini sloj u ljudskom oku koji reaguje na svetlosne zrake koji ulaze u oko. Sastavljena je od nervnog tkiva i predstavlja najvažniji deo oka za proces viđenja. Sastoji se od tri sloja nervnih ćelija i dva sloja sinaptičkih veza. Ganglijske ćelije su smeštene u unutrašnjosti mrežnjače, dok su fotoreceptori na samim krajevima.

Fotoreceptori su specijalizovani neuroni osetljivi na svetlost i imaju sposobnost da svetlosnu energiju pretvore u signale koji mogu da stimulišu biološke procese. Tačnije, proteini receptora apsorbuju fotone unutar ćelije, izazivajući promenu potencijala ćelijske membrane. Takvi impulsi se šalju putem nervnih ćelija u potiljačni deo kore velikog mozga gde se nalazi centar čula vida. U njemu se prvobitno obrnuta slika pretvara u stvarnu, uspravnu i u punoj veličini. Postoje tri tipa fotoreceptora kod čoveka: kupaste ćelije (čepići), štapićaste ćelije (štapići) i fotosenzitivne ganglijske ćelije.

Štapići ili štapićaste ćelije predstavljaju fotoreceptorske ćelije koje su locirane u spoljašnjem omotaču mrežnjače. One su gotovo u potpunosti odgovorne za noćni vid. U proseku, ljudska mrežnjača sadrži oko 90 miliona štapićastih ćelija. Za razliku od čepića, ove ćelije poseduju samo jednu vrstu svetlosno osetljivih pigmenata i zbog toga imaju malu ili nikakvu ulogu u viđenju boja. Štapići su takođe odgovorni za periferni vid i karakteriše ih velika osetljivost.

Kupaste ćelije poznatije kao čepići predstavljaju još jedan tip fotoreceptorskih ćelija koje su locirane u mrežnjači ljudskog oka. Uloga čepića jeste viđenje boja, za šta im je najčešće potrebna relativno jaka svetlost, za razliku od štapića koji bolje deluju pri slabom osvetljenju. Čepići su zgusnuti u centru, sa malim poljem pomeraja od 0,3mm bez štapića, a razređeni su na periferijama mrežnjače. Ljudsko oko poseduje oko 7 miliona čepića. Odlikuje ih mala osetljivost na svetlost, ali omogućavaju percepciju boja, viđenje finijih detalja i brze promene slika. U zavisnosti od toga koji pigment poseduju, razlikujemo: S (kratkotalasne), M (srednjetalasne) i L (dugotalasne) čepiće.

3. DISHROMATOPSIJA

Najveći broj ljudi doživljava boje kombinovanjem signala nastalih aktivacijom tri vrste čepića, što predstavlja normalno viđenje boja i naziva se trihromazija. Ukoliko se izgubi funkcija jedne od te tri vrste kupastih ćelija, osoba i dalje može da prepozna prilično široku raznolikost nijansi koristeći preostale dve vrste čepića. Međutim, određeni rasponi boja, na primer raspon između crvene i zelene, teži su za razlikovanje. Takva vrsta poremećaja naziva se dishromatopsija. Dishromatopsija predstavlja zajednički naziv za različite vrste nemogućnosti opažanja boja.

Tri vrste dishromatopsije su detaljno razmatrane u ovom radu:

- Protanopija
- Deutanopija
- Tritanopija

Protanopija predstavljaju tip nedostatka koji je urođen. Njen uzrok je nejednaka rekombinacija u nizu gena koja se nasleđuje od roditelja. Geni koji kodiraju fotopigmente L-čepića su locirani na X hromozomu. Ovaj hromozom se takođe zove hromozom pola, jer žene imaju dva X hromozoma, dok muškarci samo jedan X u kombinaciji sa Y hromozomom. Ako je nešto upisano u X hromozom, često se kaže da je povezano sa polom. Osobine povezane sa polom se češće vide na muškarcima nego na ženama jer žena uvek ima drugi X hromozom koji može da kompenzuje bilo kakve nedostatke.

Deutanopija poznata kao zeleno-slepilo predstavlja potpunu nemogućnost opažanja svetlosti iz opsega srednjih talasnih dužina u čepićima. Deutanopi mogu da razlikuju samo dve do tri nijanse, dok osobe sa normalnim vidom razlikuju do 7 različitih nijansi jedne boje.

Tritan defekti utiču na kratkotalasne (S) čepiće. Plavo-žuto slepilo za boje javlja se veoma retko. Razna istraživanja se značajno razlikuju u brojevima, ali se kao neko opšte usvojeno pravilo može smatrati da je maksimalno jedan od 10.000 ljudi podložan ovoj vrsti oboljenja. U odnosu na crveno-zeleno slepilo tritan defekti su autosomalni i upisani su u hromozomu 7. Ovo znači da tri-

tanopija nije povezana sa polom, tako da su žene i muškarci podjednako podložni.

4. SVETLOST I BOJE

Sredinom devetnaestog veka, rešavajući sistem od četiri jednačine koje opisuju promene električnog i magnetnog polja, britanski fizičar Džejs Klark Maksvel je došao do zapanjujućeg otkrića da se svetlost ponaša kao elektromagnetni talas, odnosno poremećaj električnog i magnetnog polja koji se prenosi kroz prostor. Odbijanjem talasa od objekata koji se nalaze u našem okruženju pa sve do ljudskog oka, gde se očnim živcem prenose do mozga, stvara se realna slika. Vidljiva svetlost predstavlja deo spektra elektromagnetnog zračenja koji se ni po čemu suštinski ne razlikuje od ostalih područja spektra i ograničavaju ga samo fiziološke osobine oka. Granice spektra koje ljudsko oko može da prepozna i da razlikuje se nalaze u intervalu od 380 – 760nm. Svaka boja koju čovek može da opazi ima karakterističnu talasnu dužinu. Najveću talasnu dužinu ima crvena boja, dok najmanju ima ljubičasta.

Normalno ljudsko oko je u stanju da razlikuje oko 26.000 boja. Zahvaljujući savršenom biološkom sastavu oka, čovek ima mogućnost da različito doživljava vidljivosti pojedinih boja. Postoje dve jedinice koje registruju vidljivost: fizička jedinica vat (W) i fiziološka jedinica lumen (lm).

Boja se može definisati kao psihofizički fenomen koji pod uticajem svetlosti tačno određene talasne dužine koja je emitovana od nekog izvora ili reflektovana od površine nekog tela, izaziva vizuelni doživljaj boje. Doživljaj boje zavisi od tri faktora:

- spektralnog sastava svetla koje pada na posmatrani predmet,
- molekularne strukture materijala sa kojeg se svetlo reflektuje ili koji ga propušta,
- čovekovih individualnih mogućnosti da opazi određenu boju.

Kako bi se što bolje definisala određena boja, razlikujemo tri atributa koja je uže definišu:

- ton boje ili tonalnost (hue),
- svetlina boje ili iluminacija (brightness),
- zasićenost ili saturacija (saturation).

5. PREVAZILAŽENJE DISHROMATOPSIJE

Iako se smatra da ne postoji lek koji leči nedostatak kao što je nemogućnost viđenja određenih boja, postoje strategije koje omogućavaju osobama koje boluju od ovog poremećaja lakše funkcionisanje u svakodnevnim aktivnostima života.

Kada su u pitanju pripreme prezentacija, reklama, veb stranica, industrijskih proizvoda itd, strategija kako da se postigne najbolji rezultat prikazivanja za osobe sa nemogućnošću viđenja čitavog spektra boja sastoji se u sledećem. Potrebno je svesno uložiti napor na delove gde boja utiče na način na koji sajt funkcioniše ili kada percepcija boje može da naruši čitljivost teksta. Poštovanjem ovih principa i pravila moguće je ostvariti zacrtani cilj, a to je postizanje prijateljskog i vizuelno lepog i prijatnog dizajna.

Osim dobre strategije koja olakšava život osobama sa dishromatopsijom, postoje i specijalne vrste sočiva koje su namenjene upravo za ovu vrstu nedostatka. Sočiva se mogu koristiti samo po danu ili u uslovima jakog osvetljenja i rade na principu promene talasne dužine svake boje koja ulazi u ljudsko oko. Dizajnirana su specijalno za svaku osobu i mogu se nositi kao kontaktna sočiva ili kao naočare sa specijalnim staklima. Rezultati pokazuju da koristeći ovakve vrste sočiva, osobe mogu bez ikakvih problema da reše čuveni test sa tablicama po Išihari, što im omogućava izrazito poboljšanje kvaliteta života.

Razvoj tehnologije je veoma napredovao i doprineo da osobe sa nedostatkom viđenja boja žive i obavljaju svakodnevne obaveze mnogo lakše nego pre. Pre svega, brojne aplikacije su dizajnirane upravo za korišćenje od strane ljudi sa opisanim nedostacima. Neke od ovih aplikacija omogućavaju korisnicima da fotografišu određen predmet i potom dodirom željenog predela na slici saznaju boju predmeta. Postoje još sofisticiranije aplikacije koje osim boje prikazuju i naziv nijanse date boje.

Ovakve aplikacije mogu biti od koristi pri odabiru zrelog voća kao što su banane ili za pronalaženje komplementarnih boja prilikom izbora odeće. Jedna od najpopularnijih aplikacija za raspoznavanje boje na slici je *ColorBlind Helper*.

Osim aplikacija za imenovanje boja, postoje aplikacije koje prilagođavaju određene boje na fotografiji na osnovu kriterijuma obolele osobe. Ukoliko osoba ima problema sa razlikovanjem nijansi crvene ili zelene, aplikacija prilagođava nijanse tih boja tako da se najbolje prepoznaju. Osim toga, biranjem određene boje sa ekrana aplikacija zatamnjuje sve ostale boje u fotografiji. Aplikacija za prilagođavanje boja kod osoba sa dishromatopsijom naziva se *NowYouSee*.

6. SIMULACIJA EFEKTA SLEPILA ZA BOJE

Kako bi se simulirala dishromatopsija, mora se razmišljati o bojama u smislu stimulacije za L, M i S čepiće u ljudskom oku. Kako bi to uopšte bilo moguće, potrebno je pretvoriti boje iz RGB prostora boja koji se koristi u obradi u novi prostor boja nazvan LMS.

Prvi korak u ovom procesu jeste uklanjanje gama korekcije koja je primijenjena na svaku boju. Crvene, zelene i plave vrednosti su interno predstavljene kao celi brojevi u rasponu [0,255]. U ovom prikazu boja, vrednost 200 se čoveku čini dvostruko intenzivnije od vrijednosti 100, ali to ne odgovara udvostručenju energije svetlosti u fizičkom svetu. Gama korekcija pretvara intenzitet boje iz fizičkog sveta u raspored koji čovjeku izgleda uniformnije. Gama korekcija je važna, ali je neophodno ukloniti je kako bi bilo moguće izvršiti matematičke operacije na numeričkim vrednostima boja.

Crvene, zelene i plave vrednosti svake procesirane boje će biti transformisane u boje linearnog RGB prostora uklanjanjem gama korekcije koristeći sledeću formulu:

$$v' = \begin{cases} \left(\frac{v}{12,92} \right) & v \leq 0,04045 * 255 \\ \left(\frac{v}{255} + 0,055 \right)^{2,4} & v > 0,04045 * 255 \end{cases} \quad (6.1)$$

Gama korekcija se kasnije može ponovo primeniti inverznom formulom:

$$v = \begin{cases} 255(12,92v') & v' \leq 0.0031308 \\ 255(1,055v'^{0,41666} - 0,055) & v' > 0.0031308 \end{cases} \quad (6.2)$$

Nakon uklanjanja gama korekcije, svaka rezultirajuća linearna RGB vrednost se nalazi u rasponu [0,1]. Ovu formulu se može primeniti na crvene, zelene i plave vrednosti proizvoljnih procesiranih boja rezultat staviti u vektor, poput:

$$\begin{bmatrix} r_c \\ g_c \\ b_c \end{bmatrix} \quad (6.3)$$

Ovako predstavljene boje u linearnom RGB prostoru se mogu pretvoriti u XYZ prostora boja pomoću matrice transformacije M_{sRGB} . Ova sRGB matrica izračunava se pomoću XYZ vrednosti tri primarne boje koje se koriste u ovom prostoru boja.

$$M_{sRGB} = \begin{bmatrix} 0,4124564 & 0,3575761 & 0,1804375 \\ 0,2126729 & 0,7151522 & 0,0721750 \\ 0,0193339 & 0,1191920 & 0,9503041 \end{bmatrix} \quad (6.4)$$

$$M_{sRGB} \begin{bmatrix} r_c \\ g_c \\ b_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_c \\ y_c \\ z_c \end{bmatrix} \quad (6.5)$$

Ovo se dalje iz XYZ prostora boja u LMS prostor boja koristeći *Hunt-Pointer-Estevéz* matricu transformacije:

$$M_{HPE} = \begin{bmatrix} 0,4002 & 0,7076 & -0,0808 \\ -0,2263 & 1,1653 & 0,0457 \\ 0 & 0 & 0,9182 \end{bmatrix} \quad (6.6)$$

$$M_{HPE} \begin{bmatrix} x_c \\ y_c \\ z_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} l_c \\ m_c \\ s_c \end{bmatrix} \quad (6.7)$$

Radi jednostavnosti poželjno je pomnožiti M_{sRGB} i M_{LMS} kako bi se računala samo jedna matricu transformacije T za pretvaranje boja iz linearnog RGB prostora boja u LMS prostor boja.

$$T = M_{HPE} M_{sRGB} = \begin{bmatrix} 0,31399022 & 0,15537241 & 0,01775239 \\ 0,63951294 & 0,75789446 & 0,10944209 \\ 0,04649755 & 0,08670142 & 0,87256922 \end{bmatrix} \quad (6.8)$$

$$T \begin{bmatrix} r_c \\ g_c \\ b_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} l_c \\ m_c \\ s_c \end{bmatrix} \quad (6.9)$$

Za pretvaranje boja iz LMS prostora boja u linearni RGB se jednostavno množi sa inverznom T^{-1} matricom.

$$T = \begin{bmatrix} 5,47221206 & -4,6419601 & 0,16963708 \\ -1,1252419 & 2,29317094 & -0,1678952 \\ 0,02980165 & -0,19318073 & 1,16364789 \end{bmatrix} \quad (6.10)$$

$$T^{-1} = \begin{bmatrix} l_c \\ m_c \\ s_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_c \\ g_c \\ b_c \end{bmatrix} \quad (6.11)$$

Sada kada je predstavljeno kako pretvoriti boje iz RGB prostora boja u LMS prostor boja, moguća je i simulacija slepila za boje. Prva na redu je protanopija. Razmotriće se matrica sa varijablama a i b za dva elementa matrice:

$$\begin{bmatrix} 0 & a & b \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} l_c \\ m_c \\ s_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} am_c + bs_c \\ m_c \\ s_c \end{bmatrix} \quad (6.12)$$

Kako se mogu koristiti samo boje koje mogu biti predstavljene u standardnom RGB prostoru boja,

primarna plava boja je najbolji izbor. Vrednosti primarne plave u linearnom RGB prostoru su $r_b = g_b = 0$ i $b_b = 1$. To se pretvara u LMS prostor boja:

$$T \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} l_b \\ m_b \\ s_b \end{bmatrix} \quad (6.13)$$

Maksimalna stimulacija S i M čepića jedinstvena za belu boju, pretpostavka mora biti odgovarajuća. U linearnom RGB prostoru bela boja je vektor jedinica, što se takođe mora pretvoriti u LMS prostor boja:

$$T \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} l_w \\ m_w \\ s_w \end{bmatrix} \quad (6.14)$$

Potrebno je pronaći takve a i b vrednosti da važe sledeće jednakosti:

$$l_b = am_b + bs_b \quad (6.15)$$

$$l_w = am_w + bs_w \quad (6.16)$$

Ako se pronađu odgovarajuće a i b vrednosti, matrica simulacije neće promeniti vrijednosti l, m ili s za belu ili za primarnu plavu boju. Kad se te boje iz LMS prostora boja prebace nazad u linearni RGB prostor pomoću T^{-1} , one će biti iste kao na početku. Trebao bi se postići bolji rezultat u simulaciji na ovaj način, jer ova simulacija slepila za boje neće promeniti belu ili plavu.

Sada se može izračunati a i b čime se dobija matrica simulacije za protanopiju:

$$S_p \begin{bmatrix} 0 & 1,05118294 & -0,05116099 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (6.17)$$

Ponavljanje gornjeg postupka s istim pretpostavkama rezultiraće ovom simulacijskom matricom:

$$S_d \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0,9513092 & 0 & 0,04866992 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (6.18)$$

Tritanopima nedostaju S čepići, te bi se ponovo mogao ponoviti gornji postupak, ali to bi bila greška. Nije tačna pretpostavka da nedostajući S čepići kod tritanopa neće uticati na njihovu sposobnost da vide plavu boju. Umesto toga, pravi se slična pretpostavka u vezi sa crvenom bojom. Ta pretpostavka daje ovu simulacijsku matricu:

$$S_t \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ -0,86744736 & 1,86727089 & 0 \end{bmatrix} \quad (6.19)$$

Ove promenjene boja u LMS prostoru se tada može pretvoriti u linearni RGB pomoću T^{-1} matrice i nakon čega se može ponovo primeniti gama korekcija. Stoga, postupak simulacije slepila za boje je jednostavno množenje matrice čime se nijanse boja kakvima ih vidi čovek sa normalnim vidom transformišu u nove, simulirane nijanse, sa gama kalkulacijom na početku i na kraju.

7. ZAKLJUČAK

Sposobnost raspoznavanja boja u savremenom životu od ogromnog je značaja na profesionalnom, umetničkom i ličnom planu svakog pojedinca, a naziva se normalna trihromazija. Nedostaci viđenja boja mogu biti nasledni (urođeni) ili stečeni. Urođeni nedostaci kolornog vida uzrokovani su defektima na fotoreceptorima unutar mrežnjače ili u prenosnom mehanizmu vidnih puteva, dok

su stečeni uglavnom posledica pojedinih oftalmoloških ili drugih bolesti. Kao što je u radu diskutovano, postoji nekoliko različitih vrsta i stepena nedostataka kolornog vida. Savremena medicinska istraživanja objasnila su poreklo njihove raznolikosti, kao i razloge postojanja razlika u učestalosti tih anomalija, ali lečenje naslednih poremećaja viđenja boja za sada nije moguće. Uprkos tome, ovi poremećaji uglavnom ne dovode do nepremostivih problema u opažanju, tim pre što su u poslednje vreme razvijene brojne strategije kojima se uspešno prevazi-laze urođena ograničenja.

Za bolje razumevanje vida sa nekom vrstom nedostatka potrebno je razumeti način na koji čovek vidi. Postoje mnoge aplikacije koje pokušavaju da simuliraju vid dishromatopa. Budući da je simulacije slepila za boje teško razumeti ili proveriti, vrlo često se matrice prelazaka iz jednog prostora boja u drugi kopiraju bez ikakvog predznanja o funkcionisanju ljudskog vida ili o samom problemu dishromatopsije. Ovaj rad pokušava da na adekvatan način temeljno objasni na koji način se dolazi do verodostojnih rezultata gde se na nivou slike ili snimka može vršiti dalje tumačenje dishromatičnog vida. Korišćenje aplikacije, dakle, omogućava da se na jednostavan način prikaže svakodnevna okolina kroz oči protanopa, deuteranopa ili tritanopa. Na taj način omogućava se svakom pojedincu precizno i tačno razumevanje svakog nedostatka na intuitivan i razumljiv način.

Dalji razvoj projekta podrazumeva implementaciju novih filtera koji bi osobama sa nedostatkom omogućiti bolji i kvalitetniji život. Učitavanjem bilo koje željene slike ili gledanjem okoline kroz kameru, osobe sa bilo kojom od pomenutih vrsta dishromatopsije bi korišćenjem jednostavnih dinamičkih UI kontrola mogle bolje da razlikuju njima problematične boje i na takav način da obezbede sebi lakše snalaženje u svakodnevici.

8. LITERATURA

- [1] Francoise Vienot, Hans Brettel, and Jhon Mollon, *Digital Video Colourmaps for Checking the Legibility of Displays by Dichromats*. May 29 1998.
- [2] Građa i funkcija oka, Vaša online enciklopedija, Januar 16, 2014

Kratka biografija:

Aleksandra Haška rođena je u Novom Sadu 1994. god. Fakultet tehničkih nauka upisala je 2013. god. Bečelov rad iz oblasti računarske grafike odbranila je 2017. god.



Dr Željen Trpovski rođen je u Rijeci 1957. godine. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1998. god. Oblast interesovanja su telekomunikacije i obrada signala.

U realizaciji Zbornika radova Fakulteta tehničkih nauka u toku 2019. godine učestvovali su sledeći recenzenti:

Aco Antić	Đorđe Lađinović	Milan Trivunić	Staniša Dautović
Aleksandar Erdeljan	Đorđe Obradović	Milan Vidaković	Stevan Gostojić
Aleksandar Ristić	Đorđe Vukelić	Milena Krklješ	Stevan Milisavljević
Bato Kamberović	Đula Fabian	Milica Kostreš	Stevan Stankovski
Biljana Njegovan	Đura Oros	Milica Miličić	Strahil Gušavac
Bogdan Kuzmanović	Đurđica Stojanović	Mijodrag Milošević	Svetlana Nikoličić
Bojan Batinić	Filip Kulić	Milovan Lazarević	Tanja Kočetov
Bojan Lalić	Goran Sladić	Miodrag Hadžistević	Tatjana Lončar -
Bojan Tepavčević	Goran Švenda	Miodrag Zuković	Turukalo
Bojana Beronja	Gordana	Mirjana Damnjanović	Uroš Nedeljković
Branislav Atlagić	Milosavljević	Mirjana Malešev	Valentina Basarić
Branislav Nerandžić	Gordana Ostojić	Mirjana Radeka	Velimir Čongradec
Branislava	Igor Budak	Mirko Borisov	Veran Vasić
Novaković	Igor Dejanović	Miro Govedarica	Veselin Perović
Branka Nakomčić	Igor Karlović	Miroslav	Vladimir Katić
Branko Milosavljević	Ivan Beker	Hajduković	Vladimir Strezoski
Branko Škorić	Ivana Katić	Miroslav Popović	Vlado Delić
Damir Đaković	Ivana Kovačić	Mitar Jocanović	Vlastimir Radonjanin
Danijela Lalić	Ivana Miškeljin	Mladen Kovačević	Vuk Bogdanović
Darko Čapko	Jasmina Dražić	Mladen Radišić	Zdravko Tešić
Darko Marčetić	Jelena Atanacković	Nemanja	Zoran Anišić
Darko Reba	Jeličić	Stanisavljević	Zoran Brujić
Dejan Ubavin	Jelena Borocki	Nemanja Sremčev	Zoran Jeličić
Dejana Nedučin	Jelena Kiurski	Nikola Đurić	Zoran Mitrović
Dragan Ivanović	Jelena Radonić	Nikola Jorgovanović	Zoran Papić
Dragan Ivetić	Jovan Petrović	Nikola Radaković	Željko Trpovski
Dragan Jovanović	Jovanka Pantović	Ninoslav Zuber	Željko Jakšić
Dragan Kukolj	Ksenija Hiel	Ognjen Lužanin	
Dragan Mrkšić	Laslo Nađ	Pavel Kovač	
Dragan Pejić	Lazar Kovačević	Peđa Atanasković	
Dragan Šešlija	Leposava Grubić	Petar Malešev	
Dragana Bajić	Nešić	Predrag Šiđanin	
Dragana	Livija Cvetičanin	Radivoje Dinulović	
Konstantinović	Ljiljana Vukajlov	Radovan Štulić	
Dragana Šarac	Ljiljana Cvetković	Relja Strezoski	
Dragana Štrbac	Ljubica Duđak	Slavica Mitrović	
Dragoljub Šević	Maja Turk Sekulić	Slavko Đurić	
Dubravka Bojanić	Marko Todorov	Slobodan Dudić	
Dušan Dobromirov	Marko Vekić	Slobodan Krnjetin	
Dušan Gvozdenac	Maša Bukurov	Slobodan Morača	
Dušan Kovačević	Matija Stipić	Sonja Ristić	
Dušan Uzelac	Milan Rapajić	Srđan Kolaković	
Duško Bekut	Milan Simeunović	Srđan Popov	
Đorđe Ćosić	Milan Trifković	Srđan Vukmirović	

