



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ  
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА



# **ЗБОРНИК РАДОВА ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА**

Едиција: Техничке науке - зборници

Година: XXXVI

Број: 4/2021

Нови Сад

Едиција: „Техничке науке – Зборници“

Година: XXXVI

Свеска: 4

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 Александар Купусинац

Проф. др Срђан Колаковић

Проф. др Борис Думнић

Проф. др Дарко Стефановић

Проф. др Себастиан Балоиш

Проф. др Драган Ружић

Проф. др Мирослав Кљајић

Проф. др Дубравко Ђулибрк

Проф. др Дејан Убавин

Проф. др Миодраг Ђукић

Проф. др Мирјана Дамњановић

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 Александар Купусинац, главни  
уредник

Проф. др Жељен Трповски, технички  
уредник

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 четврта 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](http://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 16.10.2020. до 31.10.2020. год., а који се промовишу 22.03.2021. 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 три свеске.

У овој свесци, са редним бројем 4., објављени су радови из области:

- грађевинарства,
- саобраћаја,
- графичког инжењерства и дизајна и
- архитектуре.

У свесци са редним бројем 3. објављени су радови из области:

- машинства и
- електротехнике и рачунарства.

У свесци са редним бројем 5. објављени су радови из области:

- инжењерског менаџмента,
- инжењерства заштите на раду и заштите животне средине,
- мехатронике,
- геодезије и геоматике,
- управљања ризиком од катастрофалних догађаја и пожара,
- инжењерства информационих система и
- анимације у инжењерству.

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
<b>Radovi iz oblasti: Građevinarstvo</b>	
1. Вељко Вукашиновић, Матија Стипић, ХИДРАУЛИЧКА АНАЛИЗА ОДВОЂЕЊА УПОТРЕБЉЕНИХ ВОДА ОПШТИНЕ ПРИЈЕПОЉЕ	583-586
2. Никола Вукић, УТИЦАЈ ПОЈЕДИНАЧНИХ ОТВОРА У РЕБРИМА СПРЕГНУТИХ НОСАЧА НА ДЕФОРМАЦИЈУ .....	587-590
3. Марко Ђурђевић, Милош Шешлија, ИЗРАДА ПРЕТХОДНИХ АСФАЛТНИХ МЕШАВИНА ЗА ПРИМЕНУ У ГРАДСКИМ УСЛОВИМА .....	591-594
4. Dejan Mitrović, PROJEKAT ARMIRANOBETONSKE VIŠESPRATNE ZGRADE PREMA EVROPSKIM STANDARDIMA .....	595-598
5. Горан Филиповић, ПРОЦЕНА СТАЊА И САНАЦИЈА АРМИРАНО-БЕТОНСКЕ КОНСТРУКЦИЈЕ ЗГРАДЕ ЦЕНТРАЛНЕ ЖЕЛЕЗНИЧКЕ ПОСТАВНИЦЕ .....	599-602
6. Uroš Tomić, PROCENA STANJA, ENERGETSKA SANACIJA I DOGRADNJA ZELENOG KROVA UPRAVNE ZGRADE KOMPANIJE VEGA D.O.O. U VALJEVU .....	603-606
7. Горан Григоров, АНАЛИЗА ПРОЈЕКТОВАЊА БИЦИКЛИСТИЧКЕ ИНФРАСТРУКТУРЕ У ЕВРОПИ СА ПРИМЕРОМ ПРОЈЕКТОВАЊА ВАНГРАДСКОГ БИЦИКЛИСТИЧКОГ .....	607-610
8. Петар Јелић, МЕТОДОЛОГИЈА ПРОРАЧУНА ГАБИОНСКИХ ПОТПОРНИХ ЗИДОВА ПРЕМА ЕВРОКОДУ 7	611-614
9. Dejan Palalić, PRIMENA POTPORNIH KONSTRUKCIJA U ULICI BRAĆE ANĐELIĆ U SREMSKIM KARLOVCIMA	615-618
10. Nikola Stepanović, ANALIZA I PRIMENA BAGERA REFULERA PRI IZMULJENJU KANALA OSNOVNE KANALSKE MREŽE HIDROSISTEMA DUNAV-TISA-DUNAV .....	619-622
11. Милица Којић, Милош Шешлија, УПОТРЕБА МУЉА ИЗ ВОДЕ ЗА ИЗРАДУ НАСИПА И НОСЕЋИХ СЛОЈЕВА У ПУТАРСТВУ ..	623-626

	<b>STRANA</b>
12. Aleksandar Janković, ANALIZA MERENJA UGIBA U KOLOVOZU METODOM FWD NA PRIMERU DRŽAVNOG PUTA I-B REDA .....	627-630
13. Bojana Subotić, Vladimir Mučenki, УПРАВЉАЊЕ РИЗИЦИМА У ПОЧЕТНИМ ФАЗАМА МАЛИХ ИНФРАСТРУКТУРНИХ ПРОЈЕКТА .....	631-634
14. Nevena Pantić, Srdjan Kolaković, IZGRADNJA SISTEMA ZA NAVODNJAVANJE NA LOKALITETU OPŠTINE KANJIŽA .....	635-637
15. Nataša Nikolin, SAVREMENA REŠENJA IZGRADNJE SISTEMA ZA TRETMAN OTPADNIH VODA NA PRIMERU PPOV ŽITIŠTE .....	638-641
16. Jelena Brcanski, IMPLEMENTACIJA BIM TEHNOLOGIJE U JAVNI SEKTOR .....	642-645
17. Biljana Ćulibrk, PROCENA STANJA I ENERGETSKA SANACIJA VIŠESPRATNE STAMBENE ZGRADE U ULICI STANOJA STANOJEVIĆA U NOVOM SADU .....	646-649

### **Radovi iz oblasti: Saobraćaj**

1. Milan Maširević, ORGANIZACIJA DOSTAVNOG PODRUČJA APATIN .....	650-653
2. Dušan Krajnović, UTVRĐIVANJE UTICAJA PARKIRANJA NA TROŠKOVE VOZILA NA RASKRNICAMA U NOVOM SADU .....	654-657
3. Предраг Анђелковић, Гордан Стојић, ПРОГНОЗА МЕЂУНАРОДНИХ ТОКОВА ПУТНИКА У ЖЕЛЕЗНИЧКОМ САОБРАЋАЈУ .....	658-661
4. Stefan Stojanović, Nenad Ruškić, VREDNOVANJE PREDLOGA REŠENJA ZA POBOLJŠANJE USLOVA ODVIJANJA SAOBRAĆAJA NA RASKRNICI LESKOVCU .....	662-665
5. Никола Јасика, ВИЗИЈЕ РАЗВОЈА ЛАНАЦА СНАБДЕВАЊА СА АСПЕКТА ДИГИТАЛНЕ ТРАНСФОРМАЦИЈЕ ..	666-669
6. Jelena Marković, VREDNOVANJE PREDLOGA REŠENJA ZA POBOLJŠANJE USLOVA ODVIJANJA SAOBRAĆAJA NA RASKRNICAMA NA BULEVARU EVROPE, BULEVARU PATRIJARHA PAVLA I BULEVARU CARA LAZARA .....	670-673
7. Dalibor Pešić, SAVREMENI SISTEMI ODRŽAVANJA KOLOSEKA I PRISTUP ŽELEZNIČKOJ INFRASTRUKTURI	674-677

### **Radovi iz oblasti: Grafičko inženjerstvo i dizajn**

1. Selena Mijatović, Gojko Vladić, ELEMENTI ANIMACIJE ZA UČITAVANJE E-SADRŽAJA .....	678-681
2. Jovan Živković, Gojko Vladić, UTICAJ DIZAJNA U DIGITALNOM MARKETINGU NA PRIMERU PROFILA ZA DEPARTMAN GRID .....	682-685
3. Ivana Stupar, Nemanja Kašiković, Rastko Milošević, POSTOJANOST NA TRLJANJE OTISAKA NA METALU DOBIJENIH GRAFIČKIM SISTEMOM DURST RHO 750 .....	686-689
4. Ljiljana Pavlić, Savka Adamović, KONCENTRACIONI NIVOI ČESTIČNIH MATERIJA I LAKOISPARLJIVIH KOMPONENATA U DIGITALNOJ ŠTAMPARIJI .....	690-692

	<b>STRANA</b>
5. Gabriel Radatović, Nemanja Kašiković, Rastko Milošević, UPOREĐIVANJE KVALITETA ŠTAMPE NA OTISCIMA DOBIJENIH GRAFIČKIM SISTEMIMA XEROX DOCUCOLOR 252 I XEROX COLOR 1000 .....	693-696
6. Aleksandar Čolak, Nemanja Kašiković, Rastko Milošević, ISPITIVANJE PONOVLJIVOSTI ŠTAMPE NA OTISCIMA DOBIJENIM GRAFIČKIM SISTEMOM XEROX VERSANT 80 PRESS .....	697-700
7. Darko Despotović, Nemanja Kašiković, Ana Lilić, UTICAJ POVRŠINSKE MASE NA KVALITET OTISAKA DOBIJENIH GRAFIČKIM SISTEMOM KONICA MINOLTA C224E .....	701-704

### **Radovi iz oblasti: Arhitektura**

1. Nikola Živanović, ANTI PANDEMIJSKI HABITAT .....	705-708
2. Teodora Bogdanović, PORODICA NAMEŠTAJA – STOLICE .....	709-712
3. Nikola Horvat, KONCEPT PRODAVNICA KROZ ENTERIJER STARE VAJFERTOVE PIVARE U PANČEVU .....	713-716
4. Tatjana Prčić, KRITIČKA ANALIZA FOTOREALISTIČNIH I NEFOTOREALISTIČNIH VIZUELIZACIJA .....	717-720
5. Jelena Motorov, TURISTIČKI KOMPLEKS „KARAŠ“ U JASENOVU .....	721-724
6. David Danji, PRIMENA PROŠIRENE STVARNOSTI ZA UREĐIVANJE ENTERIJERA NA ANDROID MOBILNIM UREĐAJIMA .....	725-728
7. Filip Andrić, STUDIJA PROŠIRENJA PROSTORNIH KAPACITETA ZA VISOKO OBRAZOVANJE U SUBOTICI .	729-732
8. Mladenka Čajević, ENTERIJER SUŠI BARA U NOVOM SADU – ISTRAŽIVANJE PRIMJENE MOBILIJARA OD BETONA	733-736
9. Svetlana Blagojević, NOVI SAD 2030: URBANISTIČKA STUDIJA I METODOLOGIJA RAZVOJA BIKIKLISTIČKOG SAOBRAĆAJA .....	737-740
10. Boško Ilić, IDEJNO REŠENJE ADAPTIVNE FASADE RADNIČKOG UNIVERZITETA U NOVOM SADU .....	741-744
11. Sara Stanić, Ljiljana Vukajlov, PRISTUPAČNOST JAVNIH PROSTORA NA PRIMERU UNIVERZITETSKOG KAMPUSA U NOVOM SADU .....	745-748
12. Tamara Kecman, PRISTUP PROJEKTOVANJU ENTERIJERA STAMBENOG OBJEKTA U SAVREMENOM DRUŠTVENOM KONTEKSTU .....	749-752
13. Edis Džanović, RAZVOJ SAKRALNE ISLAMSKE ARHITEKTURE I PRIMENA SAVREMENOG ARHITEKTONSKOG STVARALAŠTVA NA PRIMERU DŽAMIJE U PRIBOJU .....	753-756
14. Smiljana Marić, REALISTIČAN PRIKAZ STRUKTURE PLETENIH TKANINA .....	757-760
15. Staša Jončić, REVITALIZACIJA I REŠENJE ENTERIJERA OBJEKTA AUTO-REMONTNOG PREDUZEĆA „AUTOKOMANDA“ U BEOGRADU .....	761-764
16. Nikola Veselinović, Marko Jovanović, VREDNOVANJE PRIKAZA ENTERIJERSKIH SCENA PUTEM MOBILNIH UREĐAJA .....	765-768
17. Nela Novaković, Bojan Tepavčević, PRIMENA GRIDŠEL KONSTRUKCIJE NA PROJEKTU BOTANIČKE BAŠTE U NOVOM SADU .....	769-772

	<b>STRANA</b>
18. Јована Јанковић, ОБЈЕКАТ МЈЕШОВИТЕ НАМЈЕНЕ – НАДОГРАДЊА РОБНЕ КУЋЕ "НОРК" У НОВОМ САДУ	773-776
19. Вишња Дамњановић, СПОЛЈНО УРЕЂЕЊЕ УНУТАРБЛОКОВСКИХ ПРОСТОРА У ОКВИРУ ДВА БЛОКА ОПШТИНЕ ВРАЧАР .....	777-780
20. Милена Јевтић, PRIMENA PARAMETARSKOG PRISTUPA PROJEKTOVANJU SVETLOSNE INSTALACIJE U ENTERIJERIMA NOĆNIH KLUBOVA .....	781-784
21. Stefan Vujić, PRISTUP ARHITEKTONSKOM PROJEKTOVANJU PRIMENOM MAKETA – PROJEKAT RADNOG I STAMBENOG OBJEKTA .....	785-787
22. Nemanja Jović, KREATIVAN HUB U KOMPLEKSU ELEKTROLUXA- PROJEKTOVANJE ENTERIJERA .....	788-790
23. Ljupka Radosavljević, PRIMENA PROCEDURALNIH MAPA U VIZUALIZACIJI ENTERIJERA .....	791-794
24. Nataša Bošković, MULTIFUNKCIONALNA REVITALIZACIJA FABRIKE TEKSTILA „CVETA DABIĆ“ U UŽICU .....	795-798
25. Ружица Ристић, Милена Кркљеш, МЕМОРИЈАЛНА АРХИТЕКТУРА УКЛЕТОГ НЕИМАРА .....	799-802
26. Violeta Kotrošan, Milena Krklješ, IDEJNO REŠENJE MULTIFUNKCIONALNOG OBJEKTA U SREMSKOJ KAMENICI .....	803-806

**ХИДРАУЛИЧКА АНАЛИЗА ОДВОЂЕЊА УПОТРЕБЉЕНИХ ВОДА ОПШТИНЕ ПРИЈЕПОЉЕ****HYDRAULIC ANALYSIS OF WASTEWATER DISCHARGE FROM THE MUNICIPALITY PRIJEPOLJE**Вељко Вукашиновић, Матија Стипић, *Факултет техничких наука, Нови Сад***Област – ГРАЂЕВИНАРСТВО**

**Кратак садржај** – У раду је изложено решење одвођења употребљених вода Општине Пријепоље до постројења за пречишћавање отпадних вода. Ради се о примеру канализационог система где се због топографије терена јављају велике дубине укопавања цеви и потреба за уградњом црпних станица. Хидрауличка анализа одвођења отпадних вода са предметног подручја извршена је преко програмског пакета EPA SWMM 5.1.

**Кључне речи:** Канализација употребљених вода, Пречистач отпадних вода, Димензионисање цевовода и црпних станица, Хидрауличка анализа

**Abstract** – This paper presents the solution of wastewater disposal of Prijepolje to the sewage treatment. This is an example of a sewage system where due to topography of the terrain, large depths of pipe burial occur and therefore pumping stations are needed to be installed. Hydraulic analysis of wastewater in Prijepolje was carried out according to the program package EPA SWMM 5.1.

**Keywords:** Sewage of wastewater, Sewage treatment, Sewage pipes and pumping stations capacity calculation, Hydraulic analysis

**1. УВОД**

Тренутно стање канализационе мреже Општине Пријепоље је незадовољавајуће, где не постоји изграђен пречистач за воду. Сва канализација отпадних вода се на више локација излива директно у реку Лим, чиме се водоток загађује на великом потезу.

Циљ рада јесте да се одабере локација и предложи решење за изградњу централног постројења за пречишћавање отпадних вода, до којег је потребно пројектовати главни колектор за отпадне воде који се предвиђа левом обалом Лима од најузводније тачке у насељу (границе Генералног плана) све до најнизводније – централног постројења за пречишћавање комуналних и индустријских отпадних вода (ППОВ).

**НАПОМЕНА:**

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био доц. др Матија Стипић.

Предвиђени систем за каналисање Општине Пријепоље и околних насеља територије Генералног плана је сепарациони.

У главни колектор уливаће се планирани бочни колектори насеља Ковачевац, Ивање, Ратајска, Сељашница и Залуг.

На главном колектору предвиђено је пет црпних станица за издизање употребљене воде, док је осталих шест предвиђено на десној обали Лима за подизање воде, као и за препумпавање отпадне воде преко мостова на леву обалу Лима.

Планираним решењем изградње канализационог система са централним постројењем за пречишћавање комуналних и индустријских отпадних вода, побољшаће се квалитет воде у Лиму, заштитиће се од загађивања и то на дужем потезу, узводно и низводно од централног дела Пријепоља.

**2. ОПШТЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ОПШТИНЕ ПРИЈЕПОЉЕ**

Општина Пријепоље налази се у југозападном делу Републике Србије на тремећи Србије, Босне и Херцеговине и Црне Горе. Припада Златиборском округу са површином од 872km<sup>2</sup>.

Тачка са најнижом надморском висином је место ушћа реке Милешевке у Лим – 440m надморске висине. Највиша тачка је врх планине Јадовник, Катуних – 1734m надморске висине.

По попису становништва из 2011. године Општина Пријепоље имала је 37.059 становника, што је чинило 12,93% становништва Златиборског округа.

Конфигурација терена коју карактерише узани заравњен појас дуж реке Лим и реке Милешевке, путни и железнички правци који се пружају у овим долинама, условили су велику развученост грађевинског реона и груписање изградње према топографији терена [1].

**3. МОДЕЛИРАЊЕ ТЕЧЕЊА У КАНАЛИЗАЦИОНОЈ МРЕЖИ**

Струјање воде у канализационим цевима (колекторима) се најчешће описује преко једначине одржања масе и динамичке једначине за линијско (написане за један правац) течење воде у отвореном каналу. То су Сен-Венанове једначине на којима се

базира и програм EPA SWMM, коришћен за потребе моделовања. Облик Сен-Венанових једначина изгледа:

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \beta \frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial z}{\partial x} + gASt = 0 \quad (2)$$

Постоје три начина (модела) у склопу пакета SWMM који се користе за решавање Сен-Венанових једначина, а то су:

- Модел устаљеног течења;
- Модел кинематског таласа;
- Модел динамичког таласа.

Свако изостављање чланова упроштава и поједностављује нумеричко решавање, али то за последицу има недовољну тачност тако добијеног решења. Имајући то у виду, приликом хидрауличке анализе је коришћен модел динамичког таласа, који решава претходно наведе једначине у њиховом пуном облику [2].

#### 4. ПРОГРАМСКИ ПАКЕТ EPASWMM 5.1.

За потребе димензионисања и анализирања канализационе мреже Општине Пријеполје унети су одговарајући улазни параметри.

Њихова правилна употреба омогућава покретање модела (канализационе мреже), односно симулацију и анализу кроз коју се као резултат могу добити брзине по деоницама, проток у мрежи за различите периоде (дана, месеца, године), квалитет отпадне воде и тако даље. У улазне параметре убрајамо:

- број становника;
- предвиђени пројектни период;
- меродавну количину употребљене воде од стране становништва (насеља), индустрије, јавних објеката и инфилтрације стране воде;
- коефицијент неравномерности дотока употребљених вода;
- тип, пречник и меродавну храпавост усвојених цеви за канализацију;
- врсту индустрије, са аспекта технологије производње;
- дубине полагања цеви, уз напомену о максималним и минималним ограничењима [4].

#### 5. АНАЛИЗА ХИДРАУЛИЧКОГ ПРОРАЧУНА

Претходно је напоменуто да се у оквиру овог мастер рада обрађују употребљене отпадне воде, сачињене од отпадних вода из домаћинства, индустрије и различитих установа. За њихово одређивање неопходно је познавање:

- специфичног дотицаја отпадне воде ( $q_{sp}[l/st/dan]$ );
- броја еквивалент становника на крају пројектног периода ( $N$ ).

Специфични дотицај отпадне воде добијамо када укупни дневни дотицај неког подручја сведемо на дотицај по једном становнику.

Рачунамо га помоћу података о специфичној потрошњи воде. Поред тога, приликом анализе меродавних количина неопходно је обрадити и податке о процеђивању подземне воде. Процедне воде, заједно са отпадним водама изражавамо у јединици времена и усвајамо као меродавне количине за евакуацију одговарајућим канализационим системом [3].

За хидраулично димензионисање канализационог система неопходно је дефинисати режим дотицаја отпадних вода у зависности од режима потрошње воде. Количина воде за сваку категорију потрошача варира како у току дана, тако и у току године. Дневна неравномерност се обично приписује динамици дневних активности које се у току дана обављају, док сезонска неравномерност проистиче из сезонских фактора у које убрајамо промену температуре, промену количине падавина и друге утицаје.

Из овога закључујемо да је одређивање потребног капацитета као и неравномерности потрошње индивидуално и да се најбољи резултати могу добити само приликом детаљне анализе посматраног места. Како је за то потребно пуно времена, уколико за посматрано место већ нема урађена анализа, обично се примењују нормативи потрошње, уз напомену да они треба да нам дају основу, али да за правилну примену морамо спровести опсежне припреме.

За централни, најгушће насељени део Општине Пријеполје усвојен је специфичан дотицај отпадних вода од  $q_{sp}=200l/st/dan$ , док су за коефицијенте неравномерности усвојени:  $k_{max,dan}=1.4$  и  $k_{max,h}=1.6$ . За преостале катастарске општине (Залуг, Селашница, Ратајска, Ивање, Ковачевац и Миоска), мање насељености, усвојен је специфичан дотицај отпадних вода од  $q_{sp}=130l/st/dan$ , док су за коефицијенте неравномерности усвојени:  $k_{max,dan}=1.5$  и  $k_{max,h}=2.0$ .

$$Q_{sr,dn} = q_{spec} * N \quad (3)$$

$N$  - укупан број потрошача

$$Q_{max,dn} = Q_{sr,dn} * k_d \quad (4)$$

$k_d$  – коефицијент дневне неравномерности

Укупна меродавна потрошња се уноси у изабрани програм на следећи начин:

$$Q_{spec,deon} = \frac{Q_{max,dn,ukup}}{\Sigma L} \quad (5)$$

$\Sigma L$  – укупна дужина канализационе мреже

Чворно оптерећење:

$$Q_{cvor,i} = Q_{spec,deon} * \Sigma L_i \quad (6)$$

$\Sigma L_i$  – низводна деоница од чвора.

Меродавна количина отпадне воде се у програмски пакет EPA SWMM уноси као специфично чворно оптерећење, што за резултат даје брзине, протицаје и испуњеност цеви у сваком часу времена трајања симулације.

Претходно је речено да се неравномерност потрошње отпадне воде битно разликује у различитим деловима дана те ју је такође неопходно унети у програм. Имајући у виду топографију терена, одабране пречнике цеви као и њихове минималне допуштене нагибе, извођење канализационе мреже са целокупним гравитационим одвођењем отпадне воде ка њиховом пречистачу није могуће ни са техничке ни са економске стране. С тим у вези, направљено је решење којим се обухватају пумпне станице.

## 6. ППОВ – ПОСТРОЈЕЊЕ ЗА ПРЕЧИШЋАВАЊЕ ОТПАДНИХ ВОДА

Предвиђено је заједничко, централно постројење за пречишћавање отпадних вода лоцирано на левој обали Лима, низводно од града, у непосредној близини ушћа реке Љупче у Лим, на граници ГП-а.

Отпадна вода из Општине Пријепоље стиже гравитационим водом Ø630 до испред ППОВ. Да би се омогућило гравитационо течење отпадне воде између објеката ППОВ, а такође избегле велике дубине укопавања објеката и цевовода, на почету ППОВ се отпадна вода улива у главну црпну станицу која препумпава отпадну воду на потребну висину. Отпадна вода затим, потисним цевоводом Ø200, преко електромагнетног мерача протицаја дотиче у песколлов-хватач масноћа или варијантно у денитрификациони базен.

Отпадна воде се преко оштроивичног прелива и шахта песколова улива у денитрификациони базен где се интерном рецикулацијом убацује нитрификована смеша са краја биолошког базена, потопљеном муљном пумпом. Вода се у денитрификационом базену не аерише, а да не би дошло до исталожавања у базену врши се мешање са две мешалице.

Отпадна вода се из денитрификационог базена преко седам отвора Ø200 прелива у биолошки базен. Овде се аерише удубавањем ваздуха преко аерационих плоча монтираних на дну базена. Овиме се поспешују услови за развој аеробних микроорганизама и разградњу органског загађења као и оксидацију азотних једињења уз истовремену стабилизацију муља. Аерисањем се такође постиже мешање смеше и одржавање муља у суспензији.

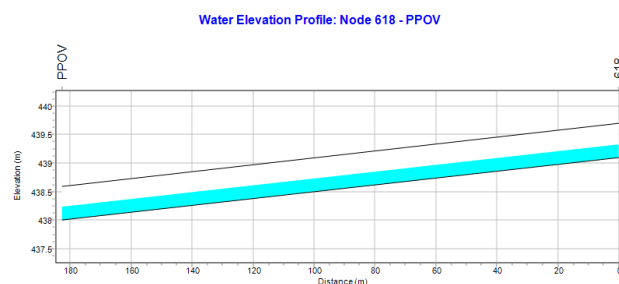
Отпадна вода се преко оштроивичног прелива улива у сабирни шахт и даље у централну комору накнадног таложника. Из централне коморе се преко шест умиривача тока, вода уводи у накнадни таложник. Вода струји радијално од центра ка периферији таложника. Умирењем тока муљ се талози на дно таложника. Радијалним згртачима се изталожени муљ континуирано усмерава према централној таложној комори одакле се гравитационо излива у црпну станицу муља. Пречишћена отпадна вода се гравитационо излива у сабирни шахт а затим преко мерача протока излива у мелирациони канал.

Муљ се из накнадног таложника гравитационо излива у црпну станицу муља, где су монтиране четири муљне потопљене пумпе. Две пумпе (једна радна и

једна резервна), су везане за потисни вод Ø150, од црпне станице муља, до базена за денитрификацију или варијантно до биолошког базена (рецикулациони вод муља). Муљ се континуирано рецикулише због одржавања потребне концентрације муља у биолошком базену. Друге две пумпе (једна радна и једна резервна), су везане за потисни вод Ø150, од црпне станице муља, до базена за денитрификацију или варијантно до биолошког базена (рецикулациони вод муља). Друге две пумпе (једна радна и једна резервна) су везане за потисни вод Ø100 од црпне станице до гравитационог згушњивача (вод вишка муља). Муљ се повремено препумпава из црпне станице муља у згушњивач, где се угушћује до концентрације довољне за даљу обраду муља.

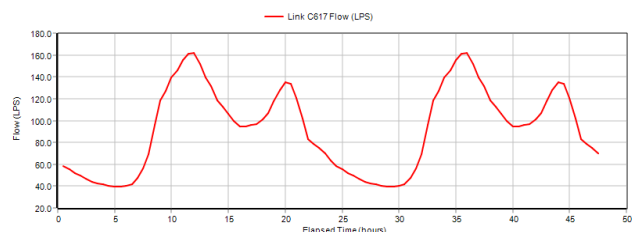
## 7. РЕЗУЛТАТИ ПРОРАЧУНА

На Слици 1 приказана је деоница, непосредно пред пречистач отпадне воде, односно подужни профил канализације са максималном испуњеношћу, забележену током дана, у износу од 39%. Тиме је испуњен услов да степен испуњености не сме бити већи од 65% пуног профила, што је условљено потребом за оваздушјење цевовода.



Слика 1. Резултати симулације

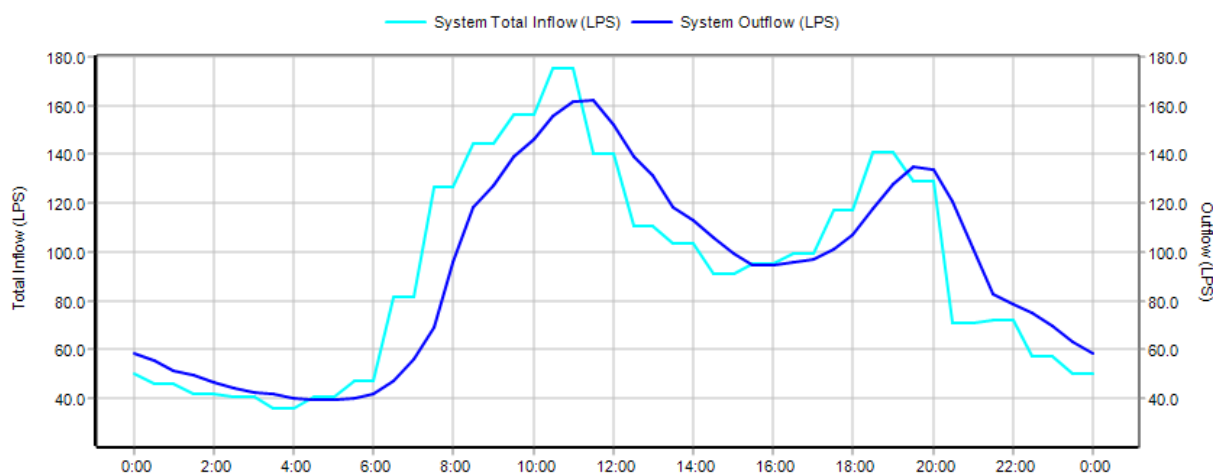
На слици 2 приказана је деоница, непосредно пред пречистач отпадне воде у којој је регистрован највећи проток унутар канализационог система, регистрован у часу највеће потрошње отпадне воде у износу од око 164,11 l/s.



Слика 2. Резултати симулације

На слици 3 приказан је збирни улазни хидрограм целог система (плава светла линија) и излазни хидрограм у чвору непосредно пред пречистач отпадне воде (плава тамна линија) у току једног дана.

На слици 3 се може видети јасна разлика између улазног и излазног хидрограма, што је последица велике укупне дужине целокупне канализационе мреже Општине Пријепоље која износи 55,6km.



Слика 3. Резултати симулације

## 8. ЗАКЉУЧАК

Тренутно стање одвођења отпадних вода Општине Пријеполје је незадовољавајуће. Циљ рада јесте одабир решења, кроз симулацију и хидраулички прорачун, које ће омогућити ефикасно прикупљање и одвођење свих отпадних вода до једног заједничког постројења за пречишћавање отпадних вода (ППОВ).

На основу расположивих подлога и података о становништву, пројектована је гравитациона канализација. За случајеве када је пад терена већи од максималног дозвољеног пада цеви, предвиђене су каскаде са вертикалном цеви где максимална денivelација коју треба савладати износи 3m. На главном колектору предвиђено је пет црпних станица, док је осталих шест предвиђено на десној обали Лима за подизање воде, као и за препумпавање отпадне воде преко мостова на леву обалу Лима.

Хидрауличким прорачуном, користећи програмски пакет EPA SWMM 5.1., добијени су максимални протоци и брзине, као и степен испуњености у цевима дефинисаних пречника.

На територији Општине Пријеполје, за изградњу канализационог система усвојене су цеви од тврдог поливинил хлорида (PVC). Минимални усвојени пречник цеви, уједно и најзаступљенији јесте  $\varnothing 250\text{mm}$ . Максимални пречник износи  $\varnothing 630\text{mm}$ . Будући да је за потискивање воде преко мостова утврђена потреба за изградњом дела потисне мреже, коришћене су цеви од полиетилена високе густине PEHD.

Максимални степен испуњености постојећег стања је забележен у часу највеће продукције отпадних вода износи 61%. Тиме је остварен услов да степен испуњености не сме бити већи од 65% пуног профила.

У оквиру рада су димензионисани основни објекти ситета канализације, дат је приказ шеме мреже, а приложени су и неопходни графички прилози који документују добијене резултате.

## 9. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Просторни план Општине Пријеполје
- [2] Хајдин Георгије: Механика флуида књига прва Увођење у хидраулику, Грађевински факултет, Београд, 2002
- [3] Писана предавања: доц. др Матија Стипић, Комунална хидротехника, Факултет техничких наука у Новом Саду, 2016
- [4] SWWM5- uputstvo za upotrebu

### Кратка биографија:



**Вељко Вукашиновић** рођен је у Пријеполју 1993. године. Дипломски рад из области грађевинарства – комунална хидротехника одбранио је 2017. године на Факултету техничких наука у Новом Саду. Мастер рад из области комуналне хидротехнике – хидрауличка анализа употребљених вода Општине Пријеполје одбранио је на истом факултету 2020. године.



**Матија Стипић** рођен је у Сомбору 1964. године. Докторирао је на Факултету техничких наука 2009. године у Новом Саду, а од 2011. има звање доцента. Област интересовања су му хидраулика и комунална хидротехника.

УТИЦАЈ ПОЈЕДИНАЧНИХ ОТВОРА  
У РЕБРИМА СПРЕГНУТИХ НОСАЧА НА ДЕФОРМАЦИЈУTHE IMPACT OF SINGLE WEB OPENINGS  
ON DEFLECTIONS OF COMPOSITE BEAMS

Никола Вукић, Факултет техничких наука, Нови Сад

## Област – ГРАЂЕВИНАРСТВО

**Кратак садржај** – У раду је анализиран утицај појединачних правоугаоних отвора у ребру челичног профила на угибе спрегнутих носача од челика и бетона. Параметрска анализа обухвата носаче распона 10 m и 15 m са различитим величинама и положајима укрупњених и неукрупњених отвора.

**Кључне речи:** Спрегнуте конструкције, отвори, угиби

**Abstract** – This paper analyzes the impact of single rectangular web openings on deflections of steel concrete composite beams. In the analysis size and position of unstiffened and stiffened openings are varied for 10 m and 15 m span.

**Keywords:** Composite structures, openings, deflections

## 1. УВОД

У фази пројектовања објекта често је неопходно предвидети простор за вођење различитих врста инсталација (водовод, канализација, вентилација климатизација, грејање и др.). Овај простор могуће је обезбедити повећањем спратне висине, али овакво решење повећава трошкове изградње.

Код конструкција са челичним и спрегнутим носачима рационалније решење јесте смештање инсталација у висини пресека пројектовањем гредних носача са отворима у ребрима, што се све чешће користи у пракси.

С обзиром да слабљење пресека доводи и до смањења крутости, а последично и до повећања деформација, неопходно је размотрити величину и положај отвора у ребру како би критеријуми носивости, стабилности и употребљивости били задовољени.

Узимајући у обзир начин израде и прорачун постоје појединачни отвори и више отвора на једнаком растојању. Код појединачних отвора постоји један отвор или неколико (изолованих) отвора код којих не постоји међусобни утицај и могу се прорачунавати појединачно. Друга група су отвори који се постављају на једнаком растојању од почетка до краја носача, осим у зонама максималних вредности трансверзалних сила, где отвори изостају.

## НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био доц. др Милан Спремић.

## 2. ДЕФОРМАЦИЈЕ НОСАЧА СА ОТВОРОМ У РЕБРИМА

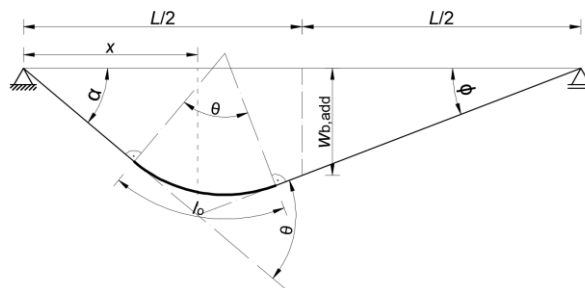
Увођењем отвора у ребро спрегнутог носача смањује се површина попречног пресека ребра која доприноси савојној и смичућој крутости носача, што доводи до појаве додатног угиба услед увођења отвора ( $w_{\text{add}}$ ).

У овом поглављу ће према [1] и [2] бити изведени изрази за додатни угиб носача статичког система просте греде распона  $L$  са правоугаоним отворима дужине  $l_o$  и висине  $h_o$  на растојању  $x$  од ослоња. Висина челичног профила је  $h$ , а висина АБ плоче која је спрегнута са челичним носачем  $h_c$ . Разматрани отвори се налазе на средини висине челичног профила и нису укрупњени хоризонталним или вертикалним укрупњењима.

Добијени додатни угиби биће поређени са угибом носача без отвора услед савијања ( $w_b$ ).

## 2.1. Додатни угиби услед савијања

На слици 1 је приказана додатна деформација носача услед савијања на месту отвора.



Слика 1. Додатна деформација услед савијања [1]

На основу геометрије на слици 1 следи да је:

$$\theta = \alpha + \phi, \quad (1)$$

$$x \cdot \operatorname{tg} \alpha = (L - x) \cdot \operatorname{tg} \phi \quad (2)$$

$$w_{b,\text{add}} = \phi \cdot \frac{L}{2}. \quad (3)$$

Из израза (1) и (2) се добија угао ротације  $\phi$ :

$$\phi = \frac{x}{L} \cdot \theta. \quad (4)$$

Додатни угиб у функцији угла ротације и положаја отвора добија се уврштавањем израза (4) у (3):

$$w_{b,\text{add}} = \theta \cdot \frac{x}{2}. \quad (5)$$

Угао ротације услед додатне закривљености еластичне линије носача са отвором износи:

$$\theta = \left[ \frac{M}{EI} - \frac{M}{EI_{eff,o}} \right] \cdot l_o. \quad (6)$$

У изразу (6)  $EI$  је савојна крутост носача без отвора, а  $EI_{eff,o}$  савојна крутост на месту отвора. Њихов однос има следећу вредност [1]:

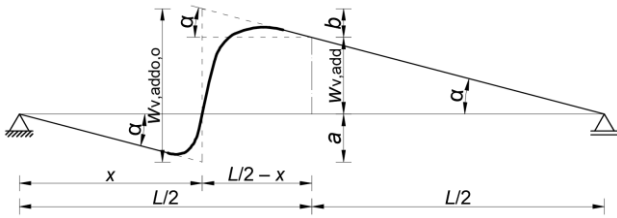
$$\frac{EI}{EI_{eff,o}} = 0,35 \cdot \left( \frac{h_o}{h} \right)^{1,5} + 1. \quad (7)$$

Додатни угиб услед савијања је:

$$\frac{w_{b,add}}{w_b} = 6,72 \cdot \left( 1 - \frac{x}{L} \right) \cdot \left( \frac{x}{L} \right)^2 \cdot \left( \frac{l_o}{h} \right) \cdot \left( \frac{h_o}{h} \right)^{1,5} \cdot \left( \frac{h}{L} \right). \quad (8)$$

## 2.2. Додатни угиби услед чистог смицања

С обзиром да највећи део вертикалног смицања прима ребро челичног профила, његово слабљење доводи до појаве додатног угиба услед смицања ( $w_{v,add}$ ). Смичућа деформација приказана је на слици 2.



Слика 2. Додатна деформација услед смицања [1]

Применом принципа виртуелних сила може се одредити угиб услед смицања по дужини правоугаоног отвора  $l_o$ , чији је почетак на растојању  $x_1$ , а крај на растојању  $x_2$  од ослонца:

$$w_v = \int_{x_2}^{x_1} k \frac{T\bar{T}}{GA} ds = k \cdot \frac{ql_o}{GA} \cdot \left( \frac{L}{2} - x \right). \quad (9)$$

Додатни угиб услед чистог смицања по дужини отвора  $l_o$  дат је изразом:

$$w_{v,add,o} = \frac{ql_o}{Ght_w} \cdot \left( \frac{L}{2} - x \right) \cdot \left( \frac{h_o}{h-h_o} \right). \quad (10)$$

Како је смичући угиб на средини носача ( $w_{v,add}$ ) једнак половини угиба дуж отвора ( $w_{v,add,o}$ , слика 2) и како угиб спрегнутог носача приближно износи 70% угиба неспрегнутог носача [1], додатни смичући угиб на средини носача је:

$$w_{v,add} = 0,35 \cdot \frac{ql_o}{Ght_w} \cdot \left( \frac{L}{2} - x \right) \cdot \left( \frac{h_o}{h-h_o} \right). \quad (11)$$

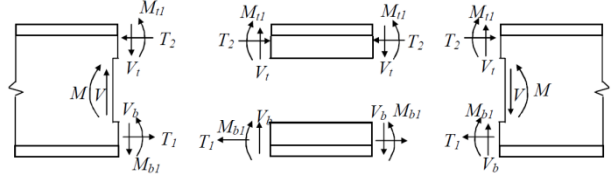
Коначан израз за угиб на средини носача услед чистог смицања има следећи облик:

$$\frac{w_{v,pure,add}}{w_b} = 28 \cdot \left( 1 - \frac{2x}{L} \right) \cdot \left( \frac{l_o}{h} \right) \cdot \left( \frac{h_o}{h-h_o} \right) \cdot \left( \frac{h}{L} \right)^3. \quad (12)$$

## 2.3. Додатни угиб услед савијања као Вирендел носач

Око отвора у ребру челичног профила се јављају нормалне силе  $T_1$  и  $T_2$ , трансверзалне силе  $V_1$  и  $V_b$  и momenti савијања  $M_{t1}$  и  $M_{b1}$ , који се називају и Вирендел momenti.

У горњем Т-пресеку се јавља сила притиска  $T_2$ , трансверзална сила  $V_1$  и момент савијања  $M_{t1}$ , а у доњем сила затезања  $T_1$ , трансверзална сила  $V_b$  и момент савијања  $M_{b1}$  (слика 3).



Слика 3. Силе које делују око отвора [2]

Смичући угиб средине носача услед савијања као Вирендел носача износи:

$$w_{vier} = 0,35 \cdot \frac{V \cdot l_{eff}^3}{24EI_{Tee}}. \quad (13)$$

Момент инерције Т-пресека се приближно може одредити као:

$$I_{Tee} \approx \left( \frac{h-h_o}{2} \right)^3 \cdot \frac{t_w}{4}. \quad (14)$$

Уврштавањем изрази (14) у (13) добија се израз за угиб по дужини отвора:

$$w_{vier} = 0,23 \cdot \frac{q \cdot l_{eff}^3 \cdot (L-2x)}{E \cdot (h-h_o)^3 \cdot t_w}. \quad (15)$$

Додатни смичући угиб на средини носача услед савијања као Вирендел носач једнак је:

$$\frac{w_{vier,add}}{w_b} = 14 \cdot \left( 1 - \frac{2x}{L} \right) \cdot \left( \frac{l_{eff}}{h-h_o} \right)^3 \cdot \left( \frac{h}{L} \right)^3. \quad (16)$$

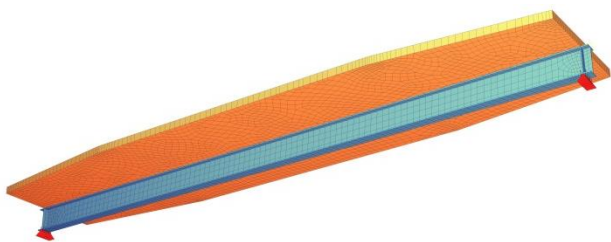
## 3. УТИЦАЈ СЛАБЉЕЊА РЕБРА НА УГИБЕ СПРЕГНУТОГ НОСАЧА

Теоријски добијени изрази проверени су кроз параметарску анализу спрегнутог носача система просте греде. Варирани су распон носача ( $L$ ), величина отвора (дужина  $l_o$  и висина  $h_o$ ), растојање отвора од ослонца ( $x$ ) и укрућење (без и са хоризонталним укрућењем).

Резултати параметарске анализе добијени су коришћењем програмског пакета *Софистик* (SOFiSTiK), према упутству произвођача софтвера [3]. Коришћена је линеарна анализа, носач је моделиран површинским четвороугаоним коначним елементима величине 0,1 m. Усвојен је бетон класе чврстоће C25/30 и челик S355.

### 3.1. Носач са неукрућеним отвором ( $L=10$ m)

Усвојен је челични носач IPE 400 и пуна армирано-бетонска плоча дебљине 120 mm (слика 4).



Слика 4. Модел носача распона  $L=10\text{ m}$

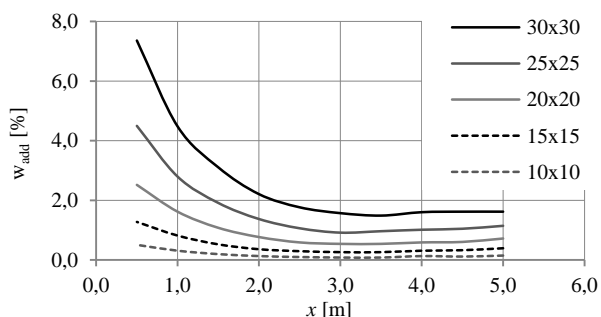
Анализирано је стално и променљиво оптерећење у тренутку оптерећивања конструкције ( $t=t_o$ ) и добијене су следеће вредности:

- стално оптерећење (тежина челичног носача, АБ плоче и додатног сталног опт.)  $g=13,49\text{ kN/m}$
- променљиво оптерећење (категирија Б – канцеларијске просторије)  $q=9,00\text{ kN/m}$

За носач без отвора добијен је угиб  $w=6,115\text{ mm}$ .

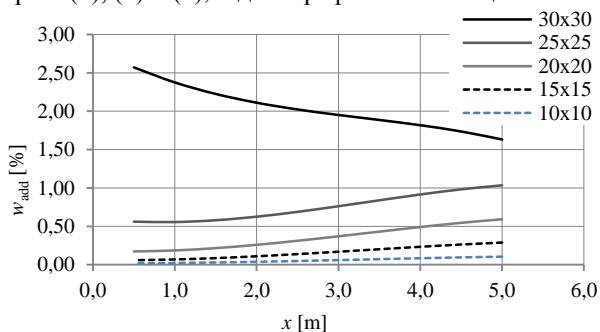
У ребру челичног профила моделирани су отвори димензија од  $l_o/h_o=10/10\text{ cm}$  до  $l_o/h_o=30/30\text{ cm}$  на десет положаја са кораком  $0,5\text{ m}$  (од  $x=0,5\text{ m}$  до  $x=5,0\text{ m}$  од ослонца).

Вредности додатног угиба на средини носача у функцији положаја отвора приказане су на слици 5 за различите величине отвора.



Слика 5. График зависности додатног угиба од положаја неукрућеног отвора ( $L=10\text{ m}$ ) – SOFiSTiK

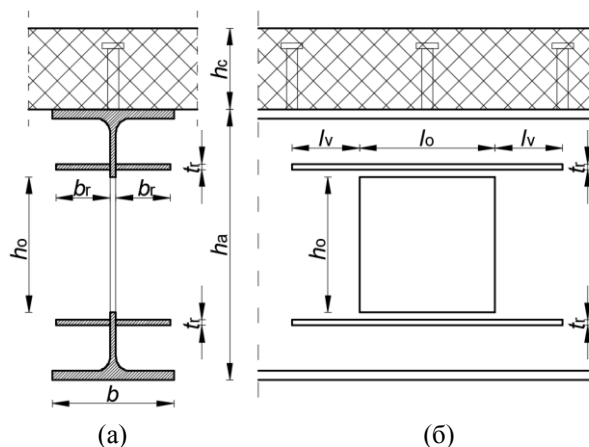
Повећања угиба одређена су и аналитички, сабирањем израза (1), (2) и (3), и дата графички на слици 6.



Слика 6. График зависности додатног угиба од положаја неукрућеног отвора ( $L=10\text{ m}$ ) – аналитички

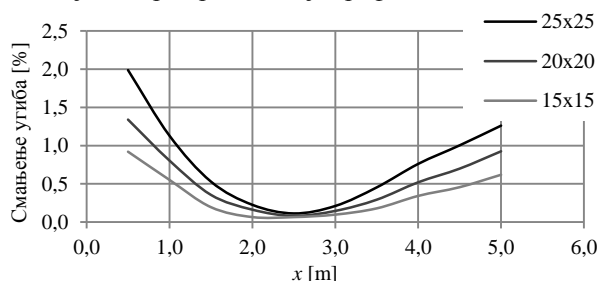
### 3.2. Носач са укрућеним отвором ( $L=10\text{ m}$ )

На модел носача из поглавља 3.1. додата су обострана хоризонтална укрућења изнад и испод отвора. Према препорукама из [4] усвојена је ширина укрућења  $b_r=80\text{ mm}$ , дебљина  $t_r=8\text{ mm}$  и дужина једнака дужини отвора  $l_o$  увећаној за дужину  $l_v=150\text{ mm}$  са обе стране отвора (слика 7).



Слика 7. Попречни пресек (а) и изглед (б) хоризонталног укрућења

Смањење угиба носача са укрућеним отвором у односу на носач са неукрућеним отвором у функцији положаја отвора приказано је графички на слици 8.



Слика 8. График зависности смањења угиба од положаја укрућеног отвора ( $L=10\text{ m}$ ) – SOFiSTiK

### 3.3. Носач са неукрућеним отвором ( $L=15\text{ m}$ )

Усвојен је челични носач IPE 600 и пуна армирано-бетонска плоча дебљине  $120\text{ mm}$ .

Анализом оптерећења добијене су вредности:

- стално ( $g=18,32\text{ kN/m}$ ) и
- променљиво оптерећење ( $q=12,00\text{ kN/m}$ ).

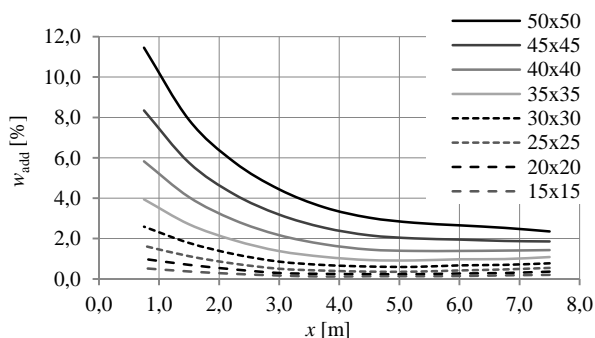
За носач без отвора линеарном анализом у софтверу добијен је угиб на средини носач  $w=11,899\text{ mm}$ .

У ребру челичног профила моделирани су отвори димензија од  $l_o/h_o=15/15\text{ cm}$  до  $l_o/h_o=50/50\text{ cm}$  на десет положаја са кораком  $0,75\text{ m}$  (од  $x=0,75\text{ m}$  до  $x=7,5\text{ m}$  од ослонца). Модел носача са отвором је приказан на слици 9.

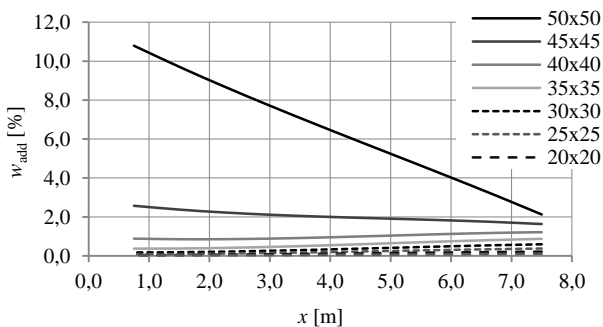


Слика 9. Модел носача са отвором ( $L=15\text{ m}$ )

Повећања угиба на средини носача у односу на носач без отвора приказана су на графицима 9 и 10.



Слика 9. График зависности додатног угиба од положаја неукрућеног отвора ( $L=15\text{ m}$ ) – SOFiSTiK

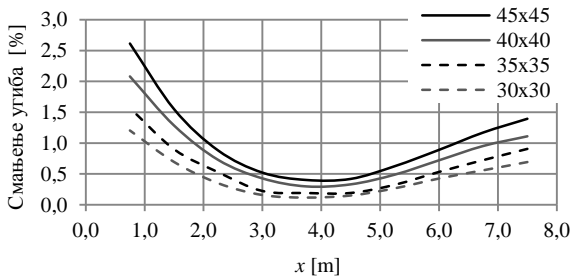


Слика 10. График зависности додатног угиба од положаја неукрућ. отвора ( $L=15\text{ m}$ ) – аналитички

### 3.4. Носач са укрућеним отвором ( $L=15\text{ m}$ )

Усвојене су следеће димензије хирозонталних укрућења: ширина укрућења  $b_f=80\text{ mm}$ , дебљина укрућења  $t_f=8\text{ mm}$  и дужина  $l_v=150\text{ mm}$  (слика 6).

Смањење угиба у односу на носаче са неукрућеним отвором дато је графички на слици 11.



Слика 11. График зависности смањења угиба од положаја укрућеног отвора ( $L=15\text{ m}$ )

## 4. ЗАКЉУЧАК

Израдом отвора у ребру челичног профила спрегнутог носача се ефикасно решава проблем вођења инсталација јер за њихов пролазак није неопходна додатна висина која повећава укупне трошкове конструкције. Параметарском анализом је показано да величина и положај отвора могу знатно да утичу на угиб средине спрегнутог носача. Са повећањем димензија отвора повећава се и угиб спрегнутог носача. Највећа вредност додатног угиба јавља се код носача са отворима у близини ослонца, док се минималне вредности јављају када су отвори постављени у средњој трећини распона. Код мањих распона са отворима свих величина и већих распона са отворима мањим од 70% висине челичног профила додатни угиб има

минималну вредност на трећини распона од ослонца, а нешто већу на средини распона. Код носача већих распона са отворима већим од 70% висине челичног профила минимална вредност угиба јавља се када је отвор на средини распона.

С обзиром да величина отвора не може да се смањује, јер зависи од димензија инсталација које кроз њега пролазе, најпогодније је на смањење угиба утицати постављањем отвора у средњој трећини распона носача.

Угиби спрегнутих носача са отворима могу се смањити хоризонталним и вертикалним укрућењима. Обострана хоризонтална укрућења највише утичу на смањење угиба средине носача ако се отвори налазе у близини ослонца, нешто мање смањују угибе када су отвори на средини распона, док за отворе на четвртини распона од ослонца нису ефикасан начин за смањење угиба. Хоризонтална укрућења процентуално више смањују угиб носача који имају веће отворе у односу на носаче са мањим отворима.

Линеарном анализом у Софистику су у већини случајева добијена конзервативнија решења у односу на аналитичке изразе из поглавља 2. Највећи степен поклапања резултата је добијен за положаје отвора на средини распона носача. Померање отвора ка ослонцу смањује степен преклапања решења.

Највећи утицај на повећање угиба услед постављања отвора на средини носача има савијање, а за отворе у близини ослонца савијање као Вирендел носач. Са смањењем величине отвора испод половине висине челичног носача се утицај смицања и савијања као Вирендел носача изједначавају.

## 5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] "Additional Deflections due to Circular Openings in Composite Cellular Beams" CEN Background Document 2017
- [2] R. Narayanan, V. Kalyanaraman, A. R. Santhakumar, S. Seetharaman, S. R. Satish Kumar, S. Arul Jayachandran, R. Senthil, "Teaching Materials – Chapter 28: Steel Beams with Web Opening", Institute for Steel Development and Growth
- [3] "Tutorial – SSD/SOFiPLUS – A Quick Reference", SOFiSTIK AG, 2010.
- [4] R. M. Lawson, S. J. Hicks, "Design of Composite Beams with Web Openings", Ascot, The Steel Construction Institute, 2011.
- [5] М. Пржуљ, „Спрегнуте конструкције“, Београд, ИРО „Грађевинска књига“, 1989.

### Кратка биографија:



**Никола Вукић** рођен је у Новом Саду 1994. године. Основне студије грађевинарства на Факултету техничких наука уписао је 2013, а дипломски рад одбранио 2017. године. Мастер рад на Факултету техничких наука из области грађевинарства – спрегнуте конструкције одбранио је 2020. године.

Контакт: [nikolavukic.ns@gmail.com](mailto:nikolavukic.ns@gmail.com)

**ИЗРАДА ПРЕТХОДНИХ АСФАЛТНИХ МЕШАВИНА  
ЗА ПРИМЕНУ У ГРАДСКИМ УСЛОВИМА****PREPARATION OF PRELIMINARY ASPHALT MIXTURES  
FOR USE IN URBAN CONDITIONS**Марко Ђурђевић, Милош Шешлија, *Факултет Техничких Наука, Нови Сад***Област - ГРАЂЕВИНАРСТВО**

**Кратак садржај** - У раду су дате везе између асфалтних мешавина АБ 16 и БНС 22 са и без полимера. Описана је комплетна процедура пројектовања претходног састава асфалтних мешавина и упоредни приказ графика истих карактеристика (стабилност, течење, шупљине испуњене везивом, укупне шупљине). Асфалтне мешавине са полимер модификованим битуменом због својих својстава имају све већу примену на градским саобраћајницама са тежким саобраћајним оптерећењем.

**Кључне речи:** Пројектовање, Асфалтне мешавине

**Abstract** – In this paper the links between asphalt mixtures AB 16 and BNS 22 with and without polymers are given. The complete procedure for designing of the preliminary composition of asphalt mixtures and comparing their graphs is also described (stability, creep, binder-filled voids, total voids). Due to its properties asphalt mixtures with polymer-modified bitumen has an increasing use on the urban roads with heavy traffic load.

**Keywords:** designing, asphalt mixtures, urban roads

**1. УВОД**

Површина пута по којој се одвија саобраћај назива се коловоз или коловозна конструкција. Основни критеријум за правилно функционисање коловозне конструкције у погледу трајности, сигурности и удобности вожње су:

- да је постављена на добро носиву подлогу(постељицу),
- да омогући ефикасно одвођење воде са површине коловоза,
- да има површински раван слој, потребно храпав, отпоран на хабање и утицај атмосфералија и хемикалија.

**2. САСТАВ АСФАЛТНИХ МЕШАВИНА**

Пројектовање састава асфалтних мешавина је углавном ствар избора и пропорције мешања компоненталних материјала да би се добила жељена оптимална својства асфалта у конструкцији.

**НАПОМЕНА**

Овај рад проистекао је из мастер рада чији је ментор био доц. др Милош Шешлија.

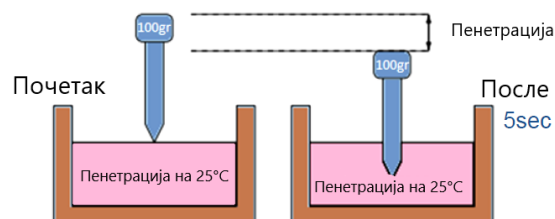
Примарни циљ пројектовања састава асфалтне мешавине јесте направити економичну мешавину каменог агрегата, гранулације у граничном појасу спецификације и битумена, тако да мешавина има:

- довољно битумена да се осигура трајност коловоза од замора и климатских утицаја,
- довољну стабилност да задовољи пројектно саобраћајно оптерећење без појаве оштећења и деформација,
- оптимални садржај шупљина у збијеној асфалтној мешавини,
- добру уградљивост без склоности ка сагрегацији.

**2.1 Везиво**

У флексибилним коловозним конструкцијама као везивно средство најчешће се користи битумен. Путни битумен се код нас израђује у 7 врста, и то: БИТ 200, БИТ 130, БИТ 90, БИТ 60, БИТ 45, БИТ 25, БИТ 15. Већа вредност означава тврђи битумен.

Комплетно испитивање битумена обухвата одређивање следећих карактеристика: пенетрација, тачка размекшавања, дуктилитет, тачка лома по Fraass-у, парафински број, нерастворљиви састојци, релативна густина, губитак масе после 5 сати, смањење пенетрације после загревања, тачка лома после загревања, динамичка вискозност и кинематичка вискозност. На слици 1 дат је опис пенетрације.



Слика 1. Опис пенетрације

**2.2 Камено брашно**

Камено брашно се добија млевењем карбонатних стена (кречњак и доломит). Услови квалитета за камено брашно прописани су по стандарду SRPS В.В3.045. У стандарду за камено брашно дата су три услова квалитета: гранулација, индекс пластичности и индекс отврдњавања битумена.

## 2.3 Песак

Песак је минерални агрегат величине од 0,09 до 2,0 mm. Може бити природни и дробљени.

Песак за асфалтне мешавине добија се на два начина:

- природни песак из природних налазишта,
- дробљени песак који се добија дробљењем камена.

## 2.4 Камена ситнеж

Камена ситнеж је дробљени каменни агрегат величине зрна од 2 до 63 mm. Фракције камене ситнежи које се примењују у асфалтним мешавинама су основне фракције 4/8, 8/16 и 16/32 и међуфракције: 2/4, 8/11, 11/16, 16/22, 22/32 и 32/45

Поред ових агрегата, користи се и несепарисан агрегат 0/22, 0/32 и 0/45 mm, а то су:

- дробљени агрегат из дробљеног постројења,
- природна дробина,
- шљунак.

## 3. ПРОЈЕКТОВАЊЕ АСФАЛТНЕ МЕШАВИНЕ

Добро пројектована асфалтна мешавина мора поседовати следећа својства:

- Стабилност (отпорност на деформацију под оптерећењем),
- Трајност (отпорност на климатске утицаје и дејство саобраћаја у току времена),
- Флексибилност (отпорност на замор под дејством саобраћајног оптерећења и ниских температура),
- Храпавост површине асфалта (отпорност на клизање),
- Водонепропустљивост,
- Уградљивост.

### 3.1 Прорачун гранулометријског састава асфалтне мешавине

Прорачун који следи важи за одређивање гранулометријског састава било које минералне мешавине за асфалт, цемент бетон и друге неvezане минералне мешавине. Основна формула за прорачун дата је изразом (1):

$$P=A \times a + B \times b + V \times v + itd \quad (1)$$

$P$  – проценат пролаза минералне мешавине састављене од материјала  $A$ ,  $B$ , и  $V$ ,

$A$ ,  $B$ ,  $V$  – проценат пролаза материјала на датом сити,

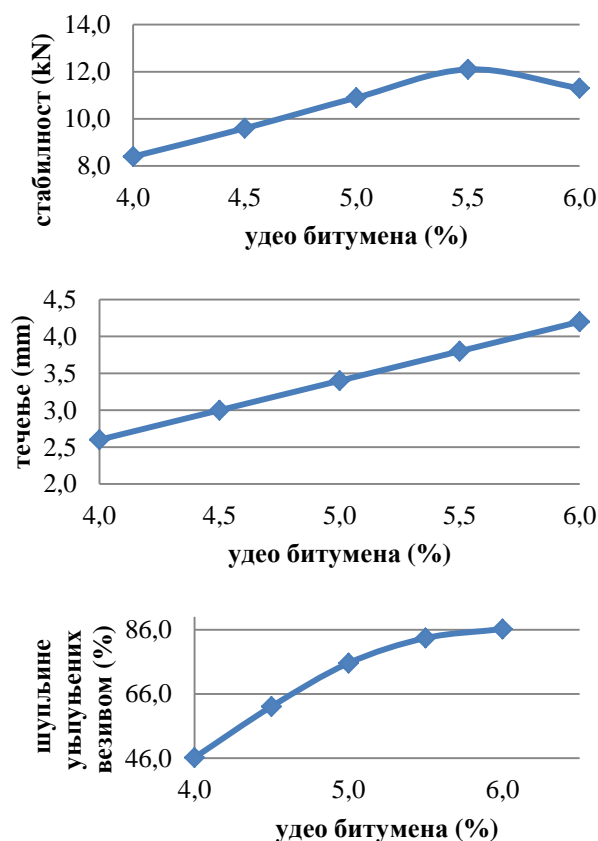
$a$ ,  $b$ ,  $v$  – пропорције учешћа материјала у мешавини, при чему збир учешћа мора бити једнак 1 или 100 %.

## 4. ПРОЈЕКТОВАЊЕ ПРЕТХОДНОГ САСТАВА АСФАЛТНЕ МЕШАВИНЕ АБ16с

### 4.1 АБ 16с – без полимера

На основу анализе физичко-механичких карактеристика асфалтне мешавине са различитим садржајима везива и саставом минералне мешавине, усваја се

оптимални садржај везива у износу од 4,8% масе. На слици 2 дат је графички приказ физичко – механичких карактеристика асфалтне мешавине.



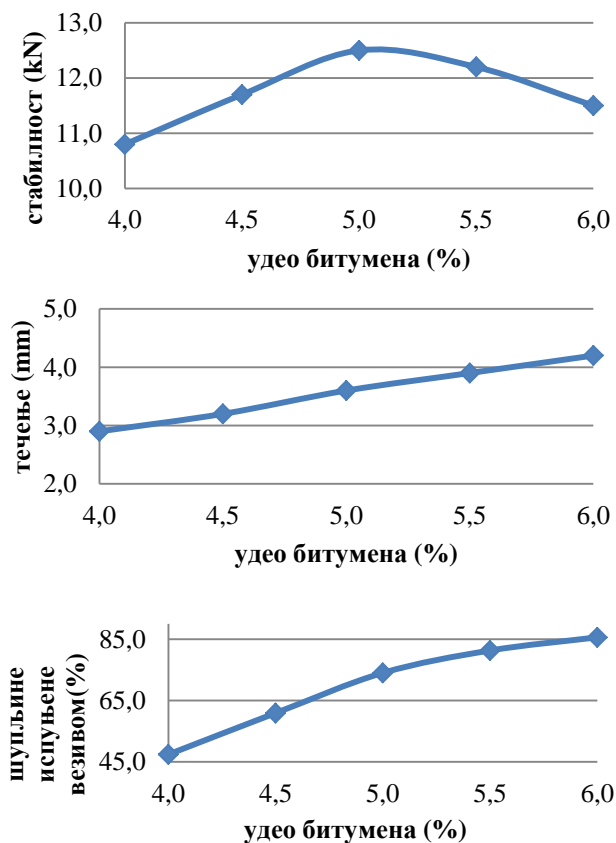
Слика 2. Графички приказ лабораторијских испитивања асфалтне мешавине са различитим садржајем везива

На основу резултата испитивања физичко – механичке карактеристике претходне асфалтне мешавине АБ16с са оптималним садржајем везива у износу од 4,8% масе, закључује се да испитана асфалтна мешавина испуњава услове квалитета дефинисане у стандарду SRPS U.E4.014:1990 и као таква може се применити за израду хабајућег слоја АБ16с за врло тешко саобраћајно оптерећење.

### 4.2 АБ 16с Пмб – са полимером

На основу анализе физичко-механичких карактеристика асфалтне мешавине са различитим садржајима везива и саставом минералне мешавине усваја се оптимални садржај везива у износу од 4,8% масе. На слици 3 дат је графички приказ физичко – механичких карактеристика асфалтне мешавине.

На основу резултата испитивања физичко – механичке карактеристике претходне асфалтне мешавине АБ16с – са полимером, са оптималним садржајем везива у износу од 4,8% масе, закључује се да испитана асфалтна мешавина испуњава услове квалитета дефинисане у стандарду SRPS U.E4.014:1990 и као таква може се применити за израду хабајућег слоја АБ16с за врло тешко саобраћајно оптерећење.

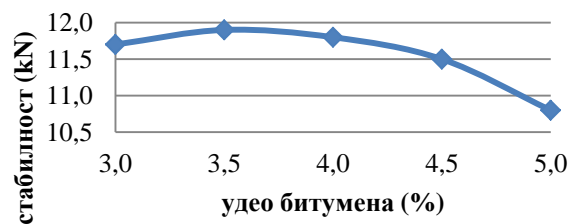
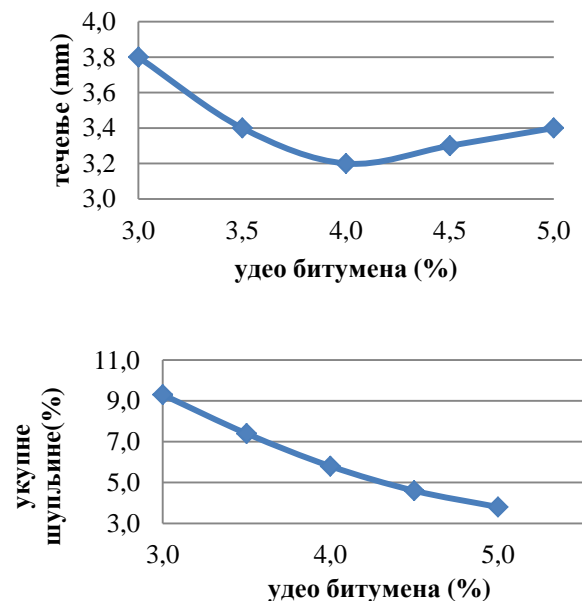


Слика 3. Графички приказ лабораторијских испитивања са различитим садржајем везива

## 5. ПРОЈЕКТОВАЊЕ ПРЕТХОДНОГ САСТАВА АСФАЛТНЕ МЕШАВИНЕ БНС 22сА

### 5.1 БНС 22сА – без полимера

На основу анализе физичко-механичких карактеристика асфалтне мешавине са различитим садржајима везива и саставом минералне мешавине, усваја се оптимални садржај везива у износу од 3,9% масе. На слици 4 дат је графички приказ физичко – механичких карактеристика асфалтне мешавине.

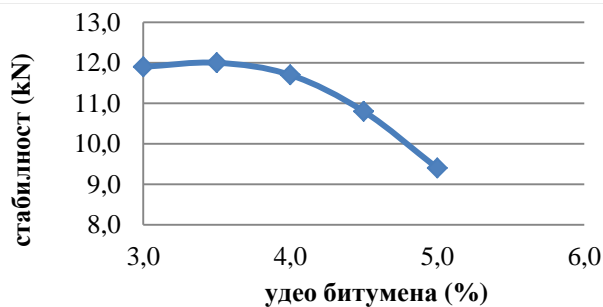
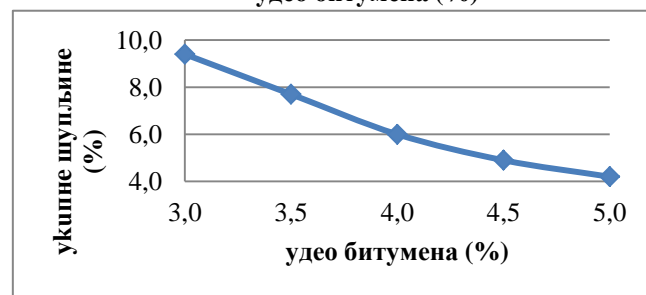
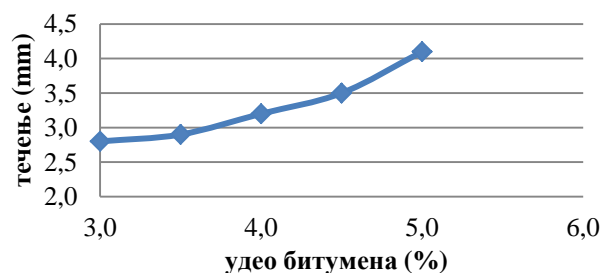


Слика 4. Графички приказ лабораторијских испитивања са различитим садржајем везива

На основу резултата испитивања физичко – механичке карактеристике претходне асфалтне мешавине БНС 22сА са оптималним садржајем везива у износу од 3,9% масе, закључује се да испитана асфалтна мешавина испуњава услове квалитета дефинисане у стандарду SRPS U.E4.014:1990 и као таква може се применити за израду битуменизираног слоја БНС 22сА за врло тешко саобраћајно оптерећење.

### 5.2 БНС 22сА Пмб – са полимером

На основу анализе физичко-механичких карактеристика асфалтне мешавине са различитим садржајима везива и саставом минералне мешавине, усваја се оптимални садржај везива у износу од 3,9% масе. На слици 5 дат је графички приказ физичко – механичких карактеристика асфалтне мешавине.



Слика 5. Графички приказ лабораторијских испитивања асфалтне мешавине са различитим садржајем везива

На основу резултата испитивања физичко – механичке карактеристике претходне асфалтне мешавине БНС 22сА Пмб са оптималним садржајем везива у износу од 3,9% масе, закључује се да испитана асфалтна мешавина испуњава услове квалитета дефинисане у стандарду SRPS U.E4.014:1990 и као таква може се применити за израду битуменизираног слоја БНС 22сА Пмб за врло тешко саобраћајно оптерећење.

## 6. ЗАКЉУЧАК

У мастер раду је приказана упоредна анализа две асфалтне мешавине АБ16с и БНС22сА где се увиђају предности и мане учешћа обичног битумена и полимер модификованог битумена и где асфалтне мешавине имају својства да буду флексибилне у зимским условима, а у летњим да имају одређену крутост.

Из тог разлога полимер модификовани битумен има све већу примену на саобраћајницама са тешким саобраћајним оптерећењем, односно на деловима пута где је присутан велики обим саобраћаја, како би се успели продужити век оваквог типа асфалтних слојева, односно битуменизираних слојева.

## 7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Радовић Н.:Скрипта са предавања из предмета:  
*Одабрана поглавља из пројектовања путева*,  
Писана предавања, Факултет Техничких Наука,  
Нови Сад, 2012/2013
- [2] Узелац Ђ.:*Коловозне конструкције*, Факултет  
Техничких Наука, Нови Сад, 2014.
- [3] Суботић П. : *Приручник за асфалт*, Институт за  
путеве А. Д. , Београд, 2002.
- [4] Приручник за пројектовање путева, ЈП Путеви  
Србије

## Кратка биографија:



**Марко Ђурђевић** рођен је у Лозници 1991. године. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Грађевинарства – Путеви, железнице и аеродроми је одбранио 2020. године.  
контакт:  
marko\_djurdevic@outlook.com



**Милош Шешлија**, рођен је у Новом Саду 1987. год.. Докторирао је на Факултету техничких наука у Новом Саду 2018. год., а од 2019. год. је у звању доцента на Катедри за геотехнику и саобраћајнице.

**PROJEKAT ARMIRANOBETONSKE VIŠESPRATNE ZGRADE  
PREMA EVROPSKIM STANDARDIMA****THE DESIGN OF MULTI-STOREY REINFORCED CONCRETE BUILDING  
ACCORDING TO EUROPEAN STANDARDS**Dejan Mitrović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

**Kratak sadržaj** – U prvom delu rada prikazan je projekat armiranobetonske višespratne zgrade Po+Pr+5, a u drugom delu je analiziran uticaj torzionih efekata na seizmički odgovor konstrukcija zgrada prema evropskim standardima.

**Ključne reči:** Armiranobetonska zgrada, Evropski standardi, Evrokod, Uticaj torzionih efekata.

**Abstract** – The first part of the work consists of the design of multi-storey reinforced concrete building, basement + ground floor + 5 stories, and the second part consists of the analysis of the impact of torsion effects on the seismic response of building structures according to Eurocodes.

**Keywords:** Reinforced concrete multi-storey building, European standards, Eurocode, Torsion effects

**1. UVOD**

Projektnim zadatkom predviđeno je projektovanje armiranobetonske višespratne zgrade Po+Pr+5 prema evropskim standardima, nepravilne osnove odnosno približnog izgleda slova "T". Zgrada je skeletnog tipa sa platnima za ukrućenje. Fundirana je na temeljnoj ploči debljine 70 cm. Lokacija objekta je Novi Sad.

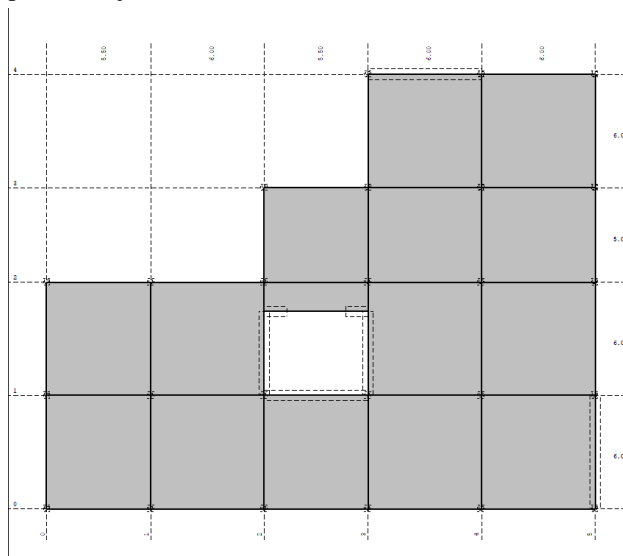
**2. OPIS PROJEKTA****2.1. Projektni zadatak i arhitektonsko rešenje**

Prema projektnom zadatku projektovan je poslovni objekat. Objekat sadrži podrum, prizemlje, pet spratova i ravan prohodan krov. Spratna visina podruma kao i ostalih etaža iznosi 3.20 m. Sve etaže objekta povezane su vertikalnom komunikacijom, koja se sastoji od stepeništa i lifta. Podrum se sastoji od šest ostava i hodnika a povezan je sa stambeno poslovnim delom vertikalnom komunikacijom u vidu lifta i dvokrakog stepeništa. Prizemlje se sastoji od tri lokala, ulaza sa hodnikom, dve stambene jedinice, stepeništa i lifta. Ostali spratovi sadrže hodnik, lift, stepenište za sprat, kancelarijske prostorije i mokre čvorove. Svaka od kancelarija ima WC i čajnu kuhinju. Za vertikalnu komunikaciju predviđen je lift i dvokrako stepenište koje je smešteno između tri zidna platna. Podne površine su obložene parketom ili keramičkim pločicama u zavisnosti od namjene prostorije.

**NAPOMENA:**

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

U kancelarijama je predviđen parket kao završna podna obloga. U kuhinjama, kupatilu i ulaznim hodnicima podovi su od keramičkih pločica, kao i u podrumu. Svi podovi u lokalima u prizemlju objekta su od keramičkih pločica. Prozori i vrata su od PVC stolarije. Pregradni zidovi se izvode kao laki montažni i debljine su 13 cm. Sastoje se od drvene konstrukcije obložene Fermacell pločama i bojene sa disperznom bojom. Fasadni zidovi sastoje se od giter bloka debljine 25cm i demit fasade. Sa unutrašnje strane su zidovi malterisani krečnim malterom, gletovani i obojeni. Za krovnu konstrukciju predviđen je prohodan ravan krov. Kako bi se obezbedilo efikasno odvođenje padavina, krovna površina se izvodi u nagibu 2%, koji je obezbeđen slojem za pad. Osnova tipskog sprata prikazana je na slici 1.



Slika 1. Osnova tipskog sprata

**2.2. Konstruktivni sistem zgrade**

Konstruktivni sistem objekta je ukrućeni skeletni sistem. Rasponi greda su oko 6m u oba pravca. Stubovi su dimenzija 40/40 i 50/50 cm a međusobno su povezani gredama dimenzija 35/55 cm. Dimenzije stubova su usvojene iz uslova dozvoljenih napona koje propisuje Evrokod. Međuspratna konstrukcija je projektovana kao sistem kontinualnih krstasto-armiranih ploča u oba pravca, debljine 15 cm. Zidovi za ukrućenje su debljine 20 cm i orijentisani su u dva međusobno upravna pravca.

Stepenište je formirano kao dvokrako i sastoji se od dve kose ploče i ploče međupodesta. Formirano je od nivoa garaže do nivoa V sprata. Debljina kosih ploča i ploče

međupodesta je usvojena kao i debljina međuspratne konstrukcije 15 cm. Širina stepenišnog kraka i širina međupodesta iznosi 120 cm. Fundiranje objekta je izvršeno na temeljnoj ploči debljine 70 cm. Ispod temeljne ploče nasipa se tampon sloj šljunka debljine 15 cm i sloj lakog betona debljine 7 cm. Preko sloja lakog betona postavlja se hidroizolacija koja je sa gornje strane zaštićena slojem nearmiranog betona debljine 4 cm.

Uticao tla se u proračun uvodi putem idealizacije tla usvajanjem Vinklerovog modela tla, kojim se tlo tretira kao elastična. Zidovi u podrumu su armirano betonski i služe za prijem pritiska tla u stanju mirovanja a ujedno i dodatno ukružuju konstruktivni sistem. Izvedeni su po celom obimu podrumskog dela konstrukcije. Debljine su 20 cm. Na spoljašnjem dijelu zidova izvodi se sloj hidroizolacije koja je zaštićena zidom od pune opeke, debljine 12 cm. Klase betona svih elemenata glavnog nosećeg konstruktivnog sistema su C25/30 i C30/37, dok je kvalitet armature svih elemenata B500C. Dozvoljeni napon u tlu iznosi 250 kPa.

### 2.3. Analiza opterećenja

Konstrukcije armiranobetonskih višespratnih zgrada je neophodno projektovati tako da mogu da prihvate i temeljima prenesu uticaje od svih relevantnih opterećenja i njihovih kombinacija. Za zadatu armiranobetonsku konstrukciju stambene zgrade definisane su sledeće vrste opterećenja:

- stalno opterećenje
- korisno opterećenje
- opterećenje od snijega
- opterećenje od vjetra
- opterećenje od seizmike

Stalna opterećenja su ona koja potiču od sopstvene težine konstruktivnih elemenata i nekonstruktivnih delova zgrade. Korisno opterećenje definisano je standardom Evrokod 1 EN 1991-1 1:2002 [1], na osnovu kategorije upotrebe prostorija u stambenim i poslovnim zgradama. Opterećenje snijegom se računa prema evropskom standardu EN 1991-1-3:2003 [1] za krovove nagiba između 0 i 30 i aplicira se na konstrukciju u vidu jednakopodeljenog površinskog opterećenja.

Opterećenje vjetrom računa se prema evrokod standardu EN 1991-1-4:2005 [1] i nanosi se na konstrukciju kao površinsko opterećenje, nakon čega se konvertuje u linijsko opterećenje. Seizmičko opterećenje se računa pomoću softvera Tower 7.0 koji nudi opciju seizmičkog proračuna prema Evrokod standardu EN 1998-1:2004 [3] primenom multimodalne spektralne analize. Ulazni podaci kojima se raspolaže su sledeći:

Objekat se nalazi na tlu C kategorije

Odnos  $a/a_g$  jednak je 0,2

Koeficijent prigušenja jednak je 0,05

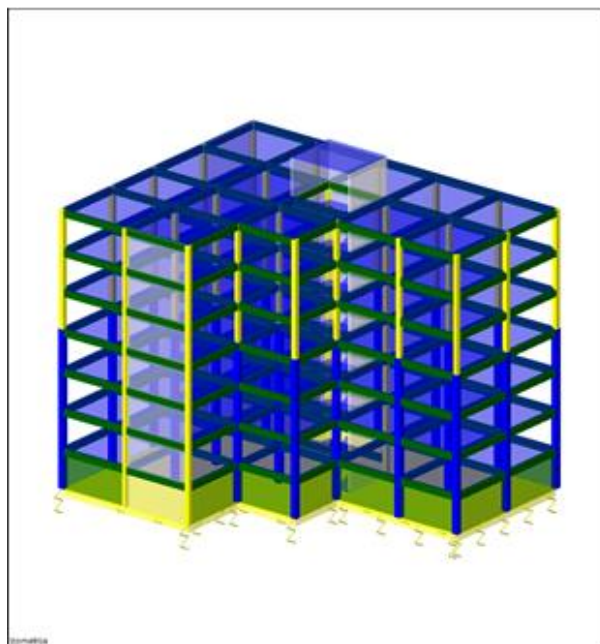
### 2.4. Modeliranje konstrukcije

Konstrukcija je modelirana kao prostorni model u programskom paketu Tower 7.0 tako što su u modelu definisane mehaničke i geometrijske karakteristike elemenata konstrukcije. Model se sastoji iz linijskih (grede, stubovi) i površinskih (ploče, zidovi) konačnih elemenata. Stubovima i gredinim elementima redukovana je torziona krutost na 10%. Takođe prema pravilniku gredama i zidnim platnima smanjujemo i savojnu krutost na 50%. Opterećenja su

aplicirana na model kao linijska i površinska, saglasno analizi opterećenja, posebno za svaki slučaj osnovnog opterećenja. Pri formiranju proračunskog modela korišćena je mreža konačnih elemenata veličine 0.5 m. U softveru je omogućeno modeliranje interakcije konstrukcije i podloge putem Vinklerovog modela tla. Usvojena je vrednost koeficijenta posteljice 20000 kN/m<sup>3</sup>.

Pomoću softvera izvršena je modalna analiza na osnovu koje su dobijene dinamičke karakteristike konstrukcije (svojtvene vrednosti i oblici oscilovanja) koje služe za proračun seizmičkih sila koje deluju na konstrukciju. Seizmički proračun urađen je multimodalnom spektralnom analizom. Proračun konstrukcije izvršen je prema linearnoj teoriji elastičnosti tj. prema teoriji prvog reda.

Linearnom teorijom pretpostavlja se materijalna i geometrijska linearnost problema. Proračunom konstrukcije saglasno linearnoj teoriji elastičnosti dobijaju se rezultati koji uglavnom odgovaraju ponašanju armiranobetonske konstrukcije u graničnom stanju upotrebljivosti (eksploataciji), kada su elementi daleko od svog kapaciteta nosivosti, i nelinearne karakteristike ponašanja betona i čelika nisu izražene. Linearna teorija elastičnosti je dominantna u praksi iz razloga što daje dovoljno tačne rezultate, pod uslovom da se pravilno proceni krutost elemenata konstrukcije i korektno isprojektuju detalji (na ovaj način se „veštački“ obuhvata neelastičan rad materijala ili pojava prslina). Tro-dimenzionalni model konstrukcije prikazan je na slici 2.



Slika 2. 3D model konstrukcije

### 2.5. Dimenzionisanje i armiranje elemenata

U softverskom paketu Tower 7.0 izvršeno je dimenzionisanje odabranih ploča: temeljne ploče, krovne ploče 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 H2 za X pravac i ram V5 za Y pravac. Dimenzionisanje i armiranje je izvršeno saglasno evropskom pravilniku [1] [2] [3], prema uticajima mjerodavnih graničnih kombinacija. Za sve elemente konstrukcije predviđene su marke betona C25/30 i

C30/37, dok su svi elementi armirani rebrastom armaturom B500C.

## 2.6. Proračunske kontrole

Prema pravilniku [2] [3] neophodno je bilo uraditi sledeće kontrole konstrukcije:

- Kontrola normalizovane vrednosti aksijalnih sila u stubovima
- Kontrola normalizovane vrednosti aksijalnih sila u zidovima
- Kontrola napona u tlu
- Kontrola relativnog spratnog pomeranja

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

## 3. UTICAJ TORZIONIH EFEKATA NA SEIZMIČKI ODGOVOR KONSTRUKCIJA ZGRADA SAGLASNO EC8

### 3.1 Uvod

Poslednja oblast master rada predstavlja teorijski dio koji obrađuje temu uticaja torzionih efekata na seizmički odgovor konstrukcija zgrada saglasno EC8. Prema EC8, pored otpornosti i krutosti konstrukcije u dva pravca zahteva 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 zadovoljili ovaj zahtjev raspoređujemo noseće elemente u osnovi međusobno ortogonalno, obezbeđujući slične karakteristike otpornosti i krutosti u oba glavna pravca. Izbor karakteristika krutosti konstrukcije treba da ograniči nastanak prekomernih pomeranja, koja mogu da dovedu do nestabilnosti usled efekata drugog reda ili do prevelikih oštećenja.

Osim bočne (fleksione) otpornosti i krutosti, konstrukcije zgrada treba da poseduju i adekvatnu torzionu otpornost i krutost sa ciljem da se smanji nastajanje torzionih pomeranja usled kojih dolazi do neravnomernog naprezanja, različitih konstrukcijskih elemenata. U tom smislu su u jasnoj prednosti konfiguracije u kojima su glavni noseći elementi, koji se suprotstavljaju seizmičkim dejstvima, raspoređeni bliže obimu zgrade.

Zašto je bitno obezbediti takav oblik osnove zgrade i raspored konstrukcijskih elemenata? Odgovor na ovo pitanje je da upravo pravilnim izborom dispozicije konstrukcije, a ujedno i pravilnim rasporedom konstrukcijskih elemenata sprečavamo pojavu velikog ekscentriciteta centra mase i centra krutosti, što za posledicu usled dejstva seizmičkih sila ima pojavu velikog momenta torzije koji deluje na našu konstrukciju, što dalje povlači za sobom kao posledicu velika pomeranja i uticaje, naročito u obodnim elementima konstrukcije (nepravilna dispozicija → veliki ekscentricitet → veliki moment torzije → velika pomeranja i uticaji).

Kod izbora zgrade u osnovi prednost je uvek na strani sažetih i simetričnih osnova. Dugačke, razučene, nesimetrične i nepravilne osnove treba izbegavati. Simetrija u osnovi zgrade je mera u pravcu postizanja jednostavnosti konstrukcije, ali i mera kojom se primarno doprinosi postizanju translatornog pomeranja tavanica (naspram rotacionog).

U odnosu na nesimetrične (kakav je i konkretan slučaj konstrukcije čiji je projekat obrađen u predhodnim poglavljima) ovakve zgrade se odlikuju povećanom seizmičkom otpornošću. Za nesimetrične osnove vrlo teško je obezbediti poklapanje centra mase i centra krutosti, što za posledicu ima torziranje zgrade u osnovi. Uticaji izazvani ovim torziranjem mogu biti vrlo značajni i čak, kod obodnih elemenata, prevazići uticaje translatornog pomeranja [7]. Na slici 3 prikazan je primer torziranja zgrade u osnovi.

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 strožijih uslova (na primer, manje vrednosti faktora ponašanja) i/ili nemogućnost korišćenja pojednostavljenih metoda proračuna (prostorni nasuprot ravanskom modelu; modalna analiza nasuprot metodi bočnih sila)

U narednom dijelu biće analizirano više različitih modela konkretne konstrukcije sa različitim rasporedima zidova za ukrućenje. Ideja je da se pokaže koliko utiče promjena položaja seizmičkih zidova za ukrućenje na pojavu torzionih efekata.

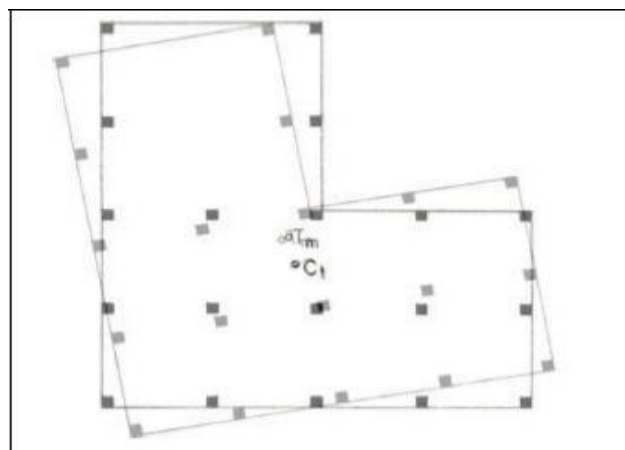
Plan je da se analiziraju zavisnosti i prikažu uporedni dijagrami promene kao rezultat analize ponašanja konstrukcije u zavisnosti od promjene položaja zidova za ukrućenje a da pritom ekscentricitet (rastojanje od centra mase do centra krutosti) ne bude bitno promijenjen.

Kao mjerodavani parametri za ponašanje konstrukcije usled torzionih efekata biće analizirani:

Pomijeranje etaža konstrukcije u dva međusobno ortogonalna pravca (X i Y pravac)

Analiziranje perioda oscilovanja konstrukcije za najuticajnije tonove

Oblici oscilovanja konstrukcije dobijeni primenom multimodalne spektralne analize

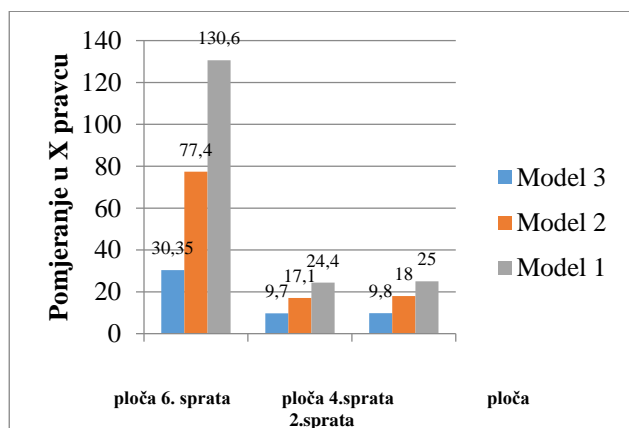


Slika 3. Torziranje zgrade u osnovi

### 3.2 Ponašanje konstrukcije u zavisnosti od promjene položaja seizmičkih zidova

Analizirana su tri modela konstrukcije sa različitim položajem seizmičkih zidova uz što minimalniju promjenu centra krutosti što je postignuto promjenom položaja zidova za ukrućenje od centra geometrije prema obimu objekta.

Na sledećem grafiku (slika 4) prikazana je promjena pomjeranja pojedinih etaža konstrukcije u zavisnosti od promjene položaja seizmičkih zidova.

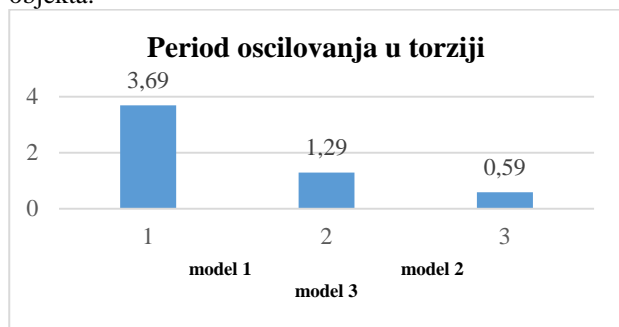


Slika 4. Grafik 1

Na osnovu grafika 1 (slika 4), analiziranjem pomjeranja vidimo da se pomeranje konstrukcije po etažama povećava kako se zidovi za ukrućenje približavaju centru geometrije objekta.

Razlog tome jeste što se za nepravilnu osnovnu geometriju seizmičkim djelovanjem na konstrukciju javlja torzioni moment koji izaziva velike sile i velika pomijeranja.

Na grafiku 2 (slika 5), možemo primjetiti pad perioda oscilovanja torzionog tona koji se javlja kao torziranje zgrade u osnovi time što se seizmički zidovi bliže obodu objekta.



Slika 5. Grafik 2

#### 4. ZAKLJUČAK

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 sledećih zaključaka:

Zidovi orijentisani u X i Y pravcu sprečavaju translatorno pomeranje 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 vrlo je bitan njihov raspored kako bi se sprečilo torziranje zgrade u osnovi.

Zidovi za ukrućenje, tačnije njihov položaj treba biti što udaljeniji od centra krutosti konstrukcije kako bi se suprotstavili što efikasnije torzionom momentu (idealna položaj jeste obodni deo konstrukcije).

Čak i manji ekscentriciteti sa nepovoljnim rasporedom seizmičkih zidova mogu da izazovu velike torzione efekte a samim tim veća pomeranja i veće uticaje, naročito u vertikalnim elementima koji se nalaze po obimu konstrukcije.

#### 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] Živorad Radosavljević, Dejan Bajić: "Armirani beton 3"- Građevinska knjiga, Beograd 2008.
- [6] S. Stefanović: Fundiranje, Naučna knjiga, Beograd 1989.
- [7] M. Čaušević: Dinamika konstrukcija, Tehnička knjiga, Zagreb 2010.

#### Kratka biografija:



**Dejan Mitrović**, rođen je u Sarajevu 1993. godine. Nakon završene srednje škole upisuje Fakultet tehničkih nauka, u Novom Sadu na odsjeku za građevinarstvo. Zvanje diplomiranog inženjera građevine stiče 2017. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva – Seizmička analiza konstrukcija je odbranio 2020. god.

**ПРОЦЕНА СТАЊА И САНАЦИЈА АРМИРАНО-БЕТОНСКЕ КОНСТРУКЦИЈЕ  
ЗГРАДЕ ЦЕНТРАЛНЕ ЖЕЛЕЗНИЧКЕ ПОСТАВНИЦЕ****ASSESSMENT AND REPAIR OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURE OF THE  
RAILWAY CONTROL POST BUILDING**

Горан Филиповић, Факултет техничких наука, Нови Сад

**Област – ГРАЂЕВИНАРСТВО**

**Кратак садржај** – У раду је извршена процена стања армирано-бетонске конструкције зграде централне поставнице железничке станице Земун са циљем њене санације. На основу детаљне анализе регистрованих оштећења, предложене су одговарајуће санационе мере, који укључују конструктивну и неконструктивну санацију објекта. Како је један од главних узрока оштећења објекта неадекватно одводњавање кровова, у раду је детаљније описан Плувиа Геберит систем кишне канализације, као једна од могућности за решење тог проблема.

**Кључне речи:** Санација, Дефекти, Оштећења, Процена стања, Плувиа Геберит

**Abstract** – Subject of this paper is assessment and repair of reinforced concrete structure of the railway control post within the marshalling yard in Zemun. Based on detailed analysis of the recorded damages, a conclusion related to the repair measures was conducted, including both structural and non-structural repair. As one of the main cause of the recorded damages is issue with roof drainage, Pluvia Geberit system is described further in the paper, as one of the possible solutions.

**Keywords:** Repair, Defects, Damages, Assessment, Pluvia Geberit

**1. УВОД**

Предмет овог рада је процена стања армирано-бетонске конструкције зграде централне поставнице железничке станице Земун са циљем њене санације.

Да би се утврдило тренутно стање конструкције, степен оштећења, као и врста и обим потребне санације, извршена је анализа постојеће пројектно-техничке документације, премеравање основних конструктивних елемената, детаљан визуелни преглед конструкције и њихов графички приказ и фотодокументација, укључујући опис и класификацију. Анализом прикупљених података донет је закључак о тренутном стању конструкције, а потом и одлука о обиму и начину санације објекта.

**НАПОМЕНА:**

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био проф. др Властимир Радоњанин.

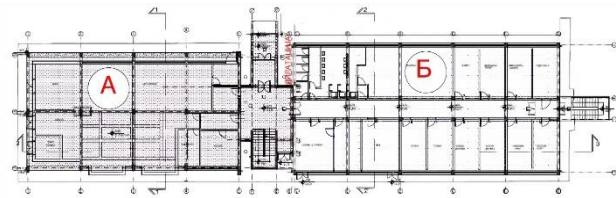
Како је код овог објекта примењен велики број оштећења услед неадекватног одвођења кишне канализације са крова, Плувиа систем би представљао одлично и ефикасно санационо решење.

Овај систем је све више заступљен, како код комерцијалних тако и код стамбених објеката, због својих погодности које ће бити представљене у наставку овог рада.

**2. ОПИС ОБЈЕКТА**

Железничка поставница Земун има за намену смештај саобраћајне службе и опреме у циљу формирања и расформирања свих возова који отпочињу или завршавају вожњу у Београду.

Објекат се састоји од нижег дела П+1 (део "Б") и куле спратности П+2 са вертикалном комуникацијом за оба дела (део "А")



Слика 1: Скица основе приземља објекта

Конструкција је пројектована и изведена као армирано-бетонски скелетни систем са подужним и попречним рамовима.

Темељну конструкцију чине армирано-бетонски тракасти темељи испод дела „А“, док се испод дела „Б“ налазе темељи самци трапезног попречног пресека променљивих димензија. Дубина фундација је 2,50 м. Међуспратну и кровну конструкцију представља ситноребраста таваница  $d_{пл}=8$  цм,  $h=27$  цм, са променљивом ширином ребра.

Кров објекта је првобитно пројектован и изведен као раван на оба дела, међутим, у протеклом периоду урађен је двоводни кров од лима на вишем делу објекта.

Спољашњи зидови су изведени од гитер блокова ширине 29 цм у кречном малтеру без термоизолације, док су унутрашњи рађени од пуне опеке у продужном малтеру са надвратним армирано-бетонским серкљажима.

### 3. ДЕТАЉАН ВИЗУЕЛНИ ПРЕГЛЕД ОБЈЕКТА

На „А“ делу објекта, уочена су разна оштећења попут ерозије фасаде, отпадања заштитног слоја бетона и појаве видљивих шипки арматуре, флеке од рђе по фасади, појаве влаге у зидовима, појаве прлина и пукотина. Сва ова оштећења не захтевају конструктивну санацију. Међутим, потребна је хитна санација да би се обезбедила трајност и употребљивост објекта и да би се спречила додатна оштећења која би временом евентуално угрозила стабилност конструкције.



Слика 2. Биолошка корозија



Слика 3. Ерозија фасаде услед цурења воде

Поред горе побројаних оштећења, на „Б“ делу уочена су још и оштећења која су довела до губитка стабилности конструкције. Наиме, услед вероватно континуираног и дуготрајног цурења канализационих цеви испод објекта, дошло је до спирања и деградације тла, што је даље проузроковало слегање појединих темеља. То је довело до појаве пукотина у стубовима и зидовима, и видљиве деформације елемената конструкције.



Слика 4. Пукотине и деформација стуба у оси 7

### 4. АНАЛИЗА РЕГИСТРОВАНИХ ДЕФЕКТА И ОШТЕЋЕЊА

Фасада објекта је услед разних утицаја претрпела велики број различитих оштећења - отпао малтер по фасади, биолошка корозија, биолошко растиње, флеке од рђе по површини фасаде, корозија арматуре, прлине услед скупљања малтера, ерозија фасаде.

Сва ова оштећења утичу на функционалност и угрожавају трајност објекта, и самим тим захтевају примену неконструктивне санације.

Насупрот њима, уочена су и оштећења као што су пукотине у стубовима и зидовима, услед слегања дела конструкције. Уочено је да су највеће деформације присутне у прва два поља, што је даље довело до губитка стабилности конструкције, и то захтева неки облик санације у конструктивном смислу.

### 5. ЗАКЉУЧАК О РЕГИСТРОВАНИМ ОШТЕЋЕЊИМА

Део „А“ објекта претрпео је само она оштећења која су довела до угрожавања функционалности и трајности објекта.

Део „Б“ објекта је, поред угрожене функционалности и трајности, претрпео и оштећења која су довела до губитка носивости и стабилности конструкције.

Како остатак конструкције није претрпео оштећења која би довела до губитка стабилности, један од могућих начина конструктивне санације представљало би рушење рамова 7, 8 и 9, санирање темеља на том делу и израду нових попречних рамова, уз формирање дилатације ка остатку конструкције дела „Б“ објекта.

Такође, на целокупном објекту потребно је применити и разне радове који припадају неконструктивној санацији, како би се омогућила функционалност и продужила трајност објекта.

### 6. КОНТРОЛНИ ПРОРАЧУН КОНСТРУКЦИЈЕ

Ради провере могућности предложеног санационог решења у конструктивном смислу, урађена су два прорачуна конструкције. Ови прорачуни урађени су помоћу софтверског пакета Tower.

Контролни прорачун дела конструкције који остаје након рушења има за циљ да се провери утицај рушења деформисаног дела објекта „Б“ на стабилност преостале конструкције, и да ли уграђена арматура, добијена из архивског пројекта, задовољава статичке утицаје од оптерећења након рушења прва два поља у објекту.

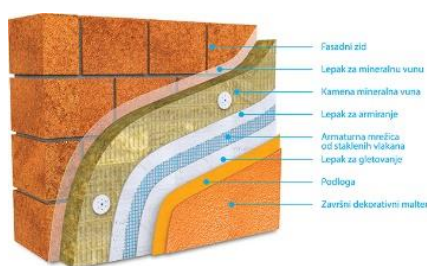
Други прорачун је контролни прорачун новог дела објекта и његово димензионисање.

Анализом резултата закључили смо да је могуће извршити конструктивну санацију на предложени начин, и да постојећа арматура задовољава нове утицаје, те да неће доћи до губитка носивости и стабилности дела „Б“ објекта.

### 7. САНАЦИЈА ОБЈЕКТА

Услед температурне разлике у просторијама објекта и у спољашњој средини, и непостојања термоизолације са спољне стране зида, долази до дифузије водене паре и појаве влаге. Спољашњи малтер је густ и паронепропустан, и због тога долази до његовог пуцања и отпадања.

Да би се овај проблем решио и фасада санирала, потребно је цео слој малтера обити до сувог зида, а затим урадити демит фасаду .



Слика 5. Детаљ слојева демит фасаде

Израдом новог система кишне канализације спречила би се поновна оштећења која су настала услед неадекватног одводњавања крова, као што су биолошка корозија, ерозија фасаде и биолошко растиње,

Услед корозије армиатуре, дошло је до повећања њене запремине и самим тим до пуцања и отпадања заштитног слоја бетона. Потребно је очистити армитуру, заштитити је анти-корозивним премазом, нанети прајмер, па репаратурни малтер.

Због великих деформација на конструктивним елементима, предложено је рушење прва два поља дела „Б“ објекта, где су и регистроване пукотине услед слегања. На месту срушеног дела, биће изграђена нова конструкција која ће бити дилатирана и од дела „А“ и од преосталог дела „Б“ објекта.

## 8. „PLUVIA GEBERIT“ СИСТЕМ ОДВОДЊАВАЊА КРОВА

Застарели систем одводњавања крова довео је до тога да се на објекту појави ерозија и биолошка корозија бетона манифестована као појава лишајева, биолошког растања и пукотина у зидовима објекта. Такође, видљива је појава флека од рђе.

Ове проблеме могуће је отклонити уградњом Плувиа система кишне канализације.

Плувиа систем кишне канализације представља веома ефикасно и поуздано решење одводњавања кровова, чак и у случају обилних падавина, користећи принцип потпритиска.

За разлику од традиционалних система одводњавања кровова који само омогућавају да се вода сјури низ цеви, Плувиа систем цеви се пуни брзо и одводи кишницу са крова користећи методу потпритиска, тако што кровна уливна грла спречавају присуство ваздуха и стварају вакуум.

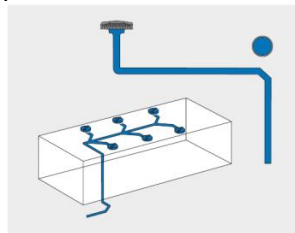
Плувиа цевовод је дизајниран за максимални проток воде. Резултат свега тога је удвостручен капацитет одводње са дупло мањим пречником цеви.

Захваљујући повећаном капацитету одводње, потребан је знатно мањи број кровних грла. Тиме се добија на уштеди материјала и брзини извођења радова, а истовремено се доприноси очувању крова.

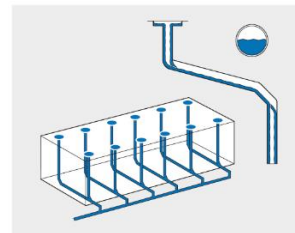
Пошто се цевовод пуни брзо и у потпуности, потребан је мањи број вертикала. То представља

значајну предност и олакшицу приликом пројектовања.

Такође, мањи број кровних глава и вертикала, доводи и до мањег и не тако компликованог темељног развода.



Слика 6. Плувиа систем одводњавања



Слика 7. Класичан систем одводњавања

Брзина протока у Плувиа цевоводу од преко 0,5 м/с када је испуњен водом доводи до усисавања, што истовремено преставља вид његовог самочишћења.

У случају слабе кише, Плувиа делује слично традиционалном систему одводњавања – цевовод је само делимично испуњен кишницом и долази до гравитационог одводњавања.

Уз јаку кишу, традиционални гравитациони систем одводњавања и даље се делимично пуни, док се код Плувиа система, цевовод потпуно напуни водом услед малог пречника (потпуно пуњење), ствара се вакуум и долази до ефекта усисавања и великог, брзог и ефикасног одводњавања.

Још једна од главних предности овог система је у томе што се цевовод води хоризонтално, тј. није потребно извести пад као код класичног развода. Тиме се не губи никакав простор испод инсталације.

Још једна специфична разлика у односу на традиционалан начин одводњавања, је то што се код Плувиа система при изради и монтажи цевовода прелази са већег на мањи пречник цеви. При томе, потребно је водити рачуна да горње ивице две цеви различитог пречника буду у истој равни, да не би дошло да загушења или враћања воде, и самим тим систем не би правилно функционисао.

Најчешће се систем Плувиа пројектује тако да постоје примарне и секундарне вертикале. Секундарне вертикале се активирају и одводе кишницу само у изузетним случајевима када су екстремне количине падавина.

Примарне вертикале се изливају и повезују на канализационе шахте, док се секундарне вертикале обично остављају уз фасаду, како би биле доступне за евентуалну интервенцију услед неке хаварије.

У циљу доброг пројектовања и димензионисања Плувиа система и касније његовог доброг и правилног функционисања, потребно је спровести детаљну анализу атмосферских падавина и хидраулички прорачун.

Данас постоје разни софтверски пакети који служе за пројектовање и димензионисање Плувиа система. Помоћу њих, може се одредити оптималан број кровних грла и потребан пречник цеви.

Иако кровни дренажни систем Плувиа захтева минимум одржавања, потребно је периодично спроводити проверу система како би се стекао увид у процену понашања равног крова кроз експлоатациони период. Поготово се провера мора обавити након сваког олујног времена и великих екстремних падавина.

Радови на контроли и одржавању омогућавају рано препознавање и исправљање знакова хабања и оштећења. Ово продужава радни век система одводње крова.

## 9. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Радоњанин В., Малешев М. – Трајност и процена стања бетонских конструкција (скрипта), ФТН Нови Сад, 2014.
- [2] Радоњанин В., Малешев М. – Санација бетонских конструкција (скрипта), ФТН Нови Сад, 2010.
- [3] Пројекат уклањања објекта – Стамбено насеље Краљево, Ваљево 2016.
- [4] Правилник за грађевинске конструкције, „Сл. гласник РС“, бр. 89/2019 и 52/2020
- [5] Продановић Душан – Механика флуида за суденте грађевинског факултета, Београд, 2013.
- [6] „Tower 7.0“ – Упутство за рад са програмом
- [7] „ArmCAD 2005“ – Упутство за рад са програмом
- [8] [www.geberit.rs](http://www.geberit.rs)
- [9] [www.knaufinsulation.com](http://www.knaufinsulation.com)
- [10] [srb.sika.com](http://srb.sika.com)
- [11] [www.google.com](http://www.google.com)

## Кратка биографија:



**Горан Филиповић** рођен је у Крупњу 1990. год. Звање Дипломираног инжењера грађевинарства на одсеку конструкције стиче октобра 2017.год. Мастер рад на Факултету техничких наука у Новом Саду из области санације бетонских конструкција одбранио је октобра 2020.год.

Тренутно запослен у STMG Consultancy.

Ожењен, отац једног детета.

контакт:goranfil1990@gmail.com

**PROCENA STANJA, ENERGETSKA SANACIJA I DOGRADNJA ZELENOG KROVA UPRAVNE ZGRADE KOMPANIJE VEGA D.O.O. U VALJEVU****ASSESSMENT, ENERGY RENEWAL AND EXTENSION OF THE GREEN ROOF OF THE ADMINISTRATIVE BUILDING OF THE COMPANY VEGA D.O.O IN VALJEVO**Uroš Tomić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

**Kratik sadržaj** – Rad se sastoji iz dve međusobno nezavisne celine. Prvi deo rada predstavlja teorijsko istraživački deo sa temom „Pasivne kuće-zgrade“, gde je opisan sam pojam pasivne kuće, principi primene, najbitnije osobine, sistem projektovanja, veza sa ekonomijom. U drugom delu rada izvršen je vizuelni makroskopski pregled objekta, sa ciljem utvrđivanja postojećeg stanja. Za objekat je urađen proračun energetske efikasnosti. Na osnovu ovog proračuna i vizuelnog pregleda konstrukcije, date su sanacione mere koje povećavaju trajnost objekta, energetska efikasnost, kao i njegovu usaglašenost sa Pravilnikom o energetske efikasnosti.

**Ključne reči:** Procena stanja, energetska efikasnost, sanacione mere, pasivne kuće

**Abstract** – The paper consists of two mutually independent units. The first part of the paper presents a theoretical research part with the topic „Passive house-building“, where the very concept of a passive house is described, the principles of application, the most important features, the design system, the connection with the economy. In the second part of the paper, a visual macroscopic examination of the object was performed, with the aim of determining the existing condition. An energy efficiency calculation has been made for the facility. Based on this calculation and visual inspection of the structure, repair measures are given that increase the durability of the building, energy efficiency, as well as it is in compliance with the Rulebook on energy efficiency.

**Keywords:** Assessment, energy efficiency, repair measures, passive houses

**1. UVOD**

Rad se sastoji iz dve celine: teorijsko-istraživačkog dela i stručnog dela. U prvom delu rada, koji je teorijsko-istraživačkog karaktera, analizirane su „Pasivne kuće-zgrade“.

Drugi, stručni deo rada, obuhvata vizuelni pregled konstrukcije i njegovu procenu stanja, proračun energetske sanacije pre i nakon izvršene energetske sanacije, i date su mere za produženje trajnosti objekta.

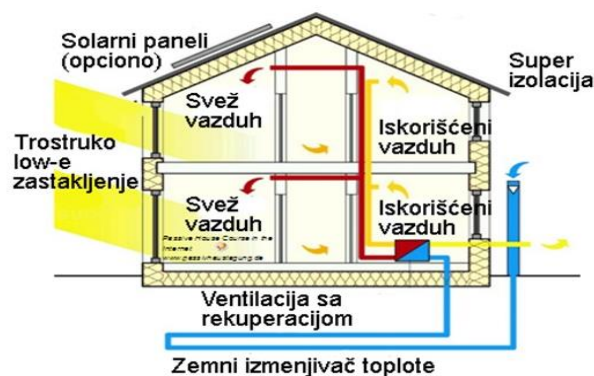
**NAPOMENA:**

Ovaj rad je proistekao iz master rada čiji je mentor bila dr Mirjana Malešev, red. prof.

**2. PASIVNE KUĆE-ZGRADE**

Pasivna kuća ne predstavlja energetska standard već pre koncept da se postigne najviši termički komfor uz najmanje troškove i prikazan je sam princip funkcionisanja (slika 1). Na osnovu toga definicija pasivne kuće bi bila: Pasivna kuća je zgrada u kojoj termički komfor može biti postignut isključivo naknadnim grejanjem ili hlađenjem svežeg vazduha koji je potrebno obezbediti radi postizanja dovoljnog kvaliteta vazduha unutar objekta—isključujući recirkulaciju iskorišćenog vazduha. Ovo je čisto funkcionalna definicija. Nisu joj potrebne numeričke vrednosti i ne zavisi od klime.

Termički komfor u pasivnoj kući obezbeđuje se pasivnim merama koliko god je to moguće - izolacija, izmena toplote, pasivno korišćenje solarne energije i oslobađenje toplote unutar kuće.

**OSNOVNI PRINCIPI PASIVNE KUĆE**

Slika 1. Osnovni principi funkcionisanja pasivne kuće

**2.1. Osnovne karakteristike**

Osnovne karakteristike pasivne kuće su:

- Kompaktna forma i poboljšana izolacija zgrade
- Energetski efikasno prozorsko zastakljenje i ramovi
- Južna orijentacija i uslovi osenčenosti
- Pasivno predgrevanje svežeg vazduha
- Vazдушna nepropusnost spoljne opne zgrade
- Visoko efikasna toplotna rekuperacija pomoću iskorišćenog vazduha korišćenjem izmenjivača toplote vazduh/vazduh
- Obezbeđivanje tople vode korišćenjem obnovljivih izvora energije
- Aparati koji štede energiju u domaćinstvu

## 2.2. Kriterijumi pasivne kuće (prema Passive house institutu)

- Specifična potrebna energija za grejanje je max.  $15\text{kWh/m}^2$  godišnje
- Specifična potrebna primarna energija za grejanje, hlađenje, PTV, električna energija za sve kućne uređaje je max.  $120\text{kWh/m}^2$  godišnje
- Toplotno opterećenje je max.  $10\text{W/m}^2$
- Vazдушna propustljivost pri n50 je max 0.6/h (broj izmena vazduha)
- Zimski komfor tj. operativna temperatura je  $\geq 20^\circ\text{C}$

Veoma dobro su izolovane, te im je potrebno 90% manje energije u poređenju sa konvencionalnim zgradama. Da bi se postigao ovaj uslov potrebno je da se prethodno nabrojani kriterijumi ispune.

## 2.3. Sistem projektovanja-izrade pasivne kuće

- Pasivni solarni dobitak

Pasivne kuće okrenute ka jugu takođe su i solarne kuće. Pasivni dobitci od sunčeve energije, koja ulaze kroz staklo dimenzionisani su da se obezbedi dovoljno dnevnog svetla i da pokrivaju oko 40% toplotnih gubitaka kuće. Da bi se to dostiglo, savremeni prozori za pasivne kuće imaju niskoemisiono troslojno staklo i superizolovane ramove. Takvi prozori zahvataju više toplote od sunca nego što se kroz njih gubi.

- Kombinovanje efikasne izmene toplote sa dodatnim grejanjem ubačenog vazduha

Pasivne kuće imaju neprekidno snabdevanje svežim vazduhom, optimizirano tako da obezbedi komfor korisnika. Protok svežeg vazduha precizno je regulisan kako bi se ubacila potrebna količina. Pre ubacivanja svež vazduh se filtrira, tako da je kvalitet unutrašnjeg vazduha bolji od spoljašnjeg. Visoke performanse izmenjivača toplote koriste se da prenesu toplotu sadržanu u iskorišćenom unutrašnjem vazduhu koji se izbacuje, na svež vazduh koji se ubacuje u prostoriju. Ova dva vazдушna protoka se ne mešaju. Tokom perioda hladnih dana, svež vazduh koji se ubacuje može da se dodatno zagreje. Provođenjem cevi za svež vazduh kroz tlo, moguće je predgrejati vazduh i na taj način smanjiti potrebu za dodatnim zagrevanjem ubačenog svežeg vazduha.

- Električna efikasnost

Opremanjem pasivne kuće energetski efikasnim kućnim aparatima, povezivanjem instalacije tople vode sa mašinama za veš i posuđe, vetrenjem prostorija i korišćenjem štedljivih kompaktnih fluorescentnih sijalica, električna potrošnja se takođe smanjuje za oko 50% u poređenju sa prosečnom, već izgrađenom kućom, a da se pri tome ništa ne izgubi na komforu i ugodnosti.

- Zadovoljenje preostalih energetski potreba obnovljivim izvorima energije

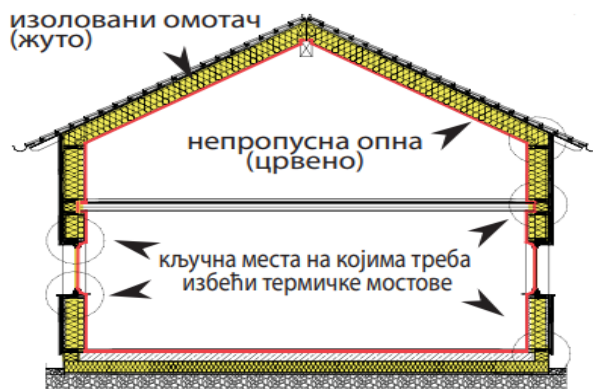
Ekonomični solarni termički sistemi mogu pokriti 40-60% od svih potreba za toplotom niske temperature pasivne kuće. Preostala potreba za energijom (za zagrevanje prostorija, pripremu tople vode i potrebna električna energija u domaćinstvu), budući da je značajno umanjena, može se u potpunosti zadovoljiti iz obnovljivih izvora energije. To je ono što čini pasivnu kuću potpuno primarno energetski i klimatski neutralnom.

Sunce je najveći izvor obnovljive energije i ta energija se može upotrebiti pomoću dve vrste solarnih kolektora:

1. Kolektori koji sunčevu energiju pretvaraju u električnu (fotonaponska konverzija)
2. Kolektori koji je pretvaraju u toplotnu energiju (toplotna konverzija)

- Izolacija

Najvažniji princip pasivne kuće je izolacija koja je postavljena kontinualno oko omotača zgrade bez termičkog mosta (slika 2). U pasivnoj kući cela opna zgrade ima odličnu termičku izolaciju. Omotač sadrži sve delove konstrukcije, koji odvajaju unutrašnju klimu od spoljašnje.



Slika 2. Izolacija – pasivna kuća

- Grejanje samo svežim vazduhom

Koristi se tzv. klasična kompaktna jedinica: svi uređaji zgrade su napravljeni u jednom prikladnom aparatu (grejanje, ventilacija i priprema tople vode). Sve je koncentrisano oko vazduha: vazduh je medijum koji prenosi toplotu (na strani za snabdevanje), vazduh je medijum koji prenosi toplotu (na strani za ubacivanje), izvor toplote za toplotnu pumpu (na strani za izbacivanje). Naravno, u toplim klimatima, korišćenjem ove opreme vazduh se može hladiti i sušiti. Važno je napomenuti da se za grejanje/hlađenje koristi samo svež vazduh potreban za obezbeđenje kvaliteta unutrašnjeg vazduha i da nema nikakve recirkulacije iskorišćenog vazduha. To je bitna razlika u odnosu na druge sisteme (npr. Split sisteme) koji se široko koriste u SAD. Oni koriste iskorišćeni vazduh za recirkulaciju.

- Ideja 1

Korišćenje ubacivanja svežeg vazduha potrebnog za kvalitet unutrašnjeg vazduha, za grejanje zgrade.

- Ideja 2

Grejanje ostatkom energije istrošenog vazduha (kompakt jedinica sa toplotnom pumpom).

- Ideja 3

Grejanje uz korišćenje biomase (kompaktne jedinice na pelete).

- Ideja 4

Grejanje kondenzovanim jedinicama (kompakt jedinice koje koriste prirodan gas).

### 3. PROCENA STANJA ZGRADE

#### 3.1. Tehnički opis

Objekat upravne zgrade poslovnog kompleksa Vega d.o.o. projektovan je i izveden kao slobodno-stojeći, spratnosti Pr+Sp (Pr-prizemlje, Sp-sprat), na katastarskoj parceli broj 1990 KO u Valjevu (slika 3). Objekat je postavljen na teren u skladu sa postojećim urbanističko tehničkim uslovima, uz poštovanje povoljne orijentacije u odnosu na funkcionalno rešenje. Sa izgradnjom objekta započeto je 1979 godine.

Namena objekta jeste poslovni objekat, za administrativne i poslovne svrhe.

Objekat je upravna zgrada u okviru poslovnog kompleksa, koga čine 8 objekata. Konstruktivno, objekat je rešen sa punim nosećim zidovima debljine 25cm i sa vertikalnim armirano betonskim nosećim stubovima. Međuspratna konstrukcija je od monzažnih TM-3 tavanica.



Slika 3. Objekat upravne zgrade

#### 3.2 Procena stanja objekta

Radi procene stanja objekta, obavljen je vizuelni pregled svih dostupnih delova i elemenata predmetne konstrukcije sa spoljašnje i unutrašnje strane. Pregledom je utvrđeno da se od glavnog projekta nije odstupalo. U pojedinim prostorijama objekta je vremenom promenjena namena čime se nije uticalo ni na konstrukciju objekta, ni na njenu završnu obradu. Urađen je detaljan vizuelni pregled, čime je obuhvaćeno snimanje veličine i položaja oštećenja i sve zabeleženo fotografijama.

Vizuelnim pregledom ustanovljeno je da je objekat u lošem stanju sa aspekta trajnosti, gledano sa unutrašnje i spoljašnje strane. Najveća oštećenja uočena sa na unutrašnjim stranama zidova i to na mestima odvoda atmosferilija sa krovne konstrukcije (slika 4). Oštećenja slojeva krovne konstrukcije i neodržavanje odlučnih instalacija predstavljaju glavne uzroke oštećenja na unutrašnjim stranama zidova.



Slika 4. Oštećenja na unutrašnjoj strani zida

#### 3.3. Zaključak

Na osnovu obavljenog vizuelnog pregleda i analize veličine i inteziteta uočenih defekata i oštećenja, zaključeno je da nisu ugroženi stabilnost i nosivost noseće konstrukcije, a da je funkcionalnost objekta delimično narušena. Trajnost objekta je smanjena.

Objekat danas zadovoljava kriterijume nosivosti i stabilnosti, ali u budućem periodu oštećenja na objektu bi mogla to ugroziti, ukoliko se ne preduzmu odgovarajuće mere zaštite.

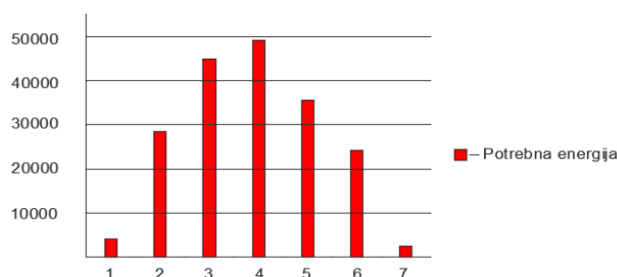
### 4. ELABORAT ENERGETSKE EFIKASNOSTI

#### 4.1. Građevinska fizika

Pri proračunu energetske efikasnosti urađen je kompletan proračun prolaza toplote kroz građevinske elemente koji čine termički omotač zgrade, proračun difuzije vodene pare, proračun gubitaka i dobitaka toplote, i na kraju proračun godišnje potrebne finalne energije za grejanje.

Prikazan je dijagram potrebne energije u kWh za grejanje po mesecima (slika 5). Ukupna godišnja potrebna energija za grejanje je 188814kWh/a, dok je specifična potrebna godišnja energija 200.16kWh/m<sup>2</sup>a. Proračunom je zaključeno da je postojeći objekat trenutno energetskog razreda G i da ne zadovoljava energetske zahteve za postojeće objekte prema Pravilniku o energetskej efikasnosti zgrada.

POTREBNA ENERGIJA PO MESECIMA



Slika 5. Dijagram potrebne energije u kWh za grejanje po mesecima

### 5. MERE ZA UNAPREĐENJE ENERGETSKE EFIKASNOSTI

U cilju poboljšanja energetske potreba i svojstava zgrade predviđena je sledeća sanacija:

- Zamena produžnog maltera spoljašnjih zidova sa građevinskim lepkom i mrežicom, kamenom vunom i pigmentnim fasadnim malterom.
- Dogradnja zelenog ekstenzivnog ravnog krova
- Zamena prozora i vrata bez termoizolacionog stakla sa jednostrukim staklom, i postavljanjem niskoemisionog stakla 4-12-4mm (Xe) i metalnog okvira na svim prozorima i vratima.

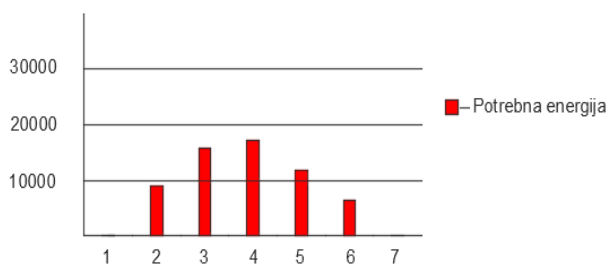
Debljina sloja kamene vune, određena je iz uslova zadovoljenja maksimalnog dozvoljenog koeficijenta prolaza toplote.

Prikazan je dijagram potrebne energije u kWh za grejanje po mesecima nakon energetske sanacije (slika 6).

Nakon uvođenja predloženih mera za termičku sanaciju i ponovnog proračuna energetske efikasnosti, potreba za energijom na godišnjem nivou sa značajno smanjila. Energetski razred se popravio i sada objekat pripada C

razredu. Objekat sada zadovoljava uslove po pitanju energetske efikasnosti u skladu sa Pravilnikom o energetske efikasnosti (Sl. glasnik RS br.061/2011).

POTREBNA ENERGIJA PO MESECIMA



Slika 6. Dijagram potrebne energije u kWh za grejanje po mesecima nakon izvršene sanacije

## 6. MERE SANACIJE RADI PRODUŽENJA TRAJNOSTI OBJEKTA

Nakon detaljne procene stanja, u okviru rekonstrukcije objekta predviđene su sledeće mere sanacije:

### 1. Sanacija zidova

- Zamena starog trošnog maltera sa svih površina spoljašnjih zidova i sa određenog dela površina unutrašnjih zidova
- Zamena pranog kulira oko celog objekta
- Obijanje i zamena zidnih keramičkih pločica u WC
- Sanacija oštećenja oko prozora usled lošeg ugrađivanja
- Sanacija lokalnih mehaničkih oštećenja
- Izrada kontaktne fasade sistema ETICS termoizolacije

### 2. Sanacija međuspratne i podne ploče

- Sanacija mehaničkih oštećenja
- Sanacija podne podloge vinaz ploča
- Demontaža i sanacija granitnih ploča u ulaznom holu i na stepenicama

### 3. Sanacija stubova

- Zamena starog trošnog maltera kako sa svih površina spoljašnjih tako i sa svih površina unutrašnjih delova stubova

- Injektiranje pukotina

### 4. Sanacija krovne konstrukcije

- Skidanje svih slojeva ravnog krova do AB i postavljanje slojeva ekstenzivnog zelenog krova
- Sanacija atike
- Skidanje oštećenje hidroizolacije atike i postavljanje nove koja će biti povezana sa HI ravnog krova

### 5. Sanacija stolarije

### 6. Sanacija limarije

- Demontaža i postavljanje novih čeličnih stepenica za izlazak na krovnu konstrukciju

### 8. Sanacija ulaznog stepeništa

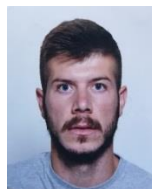
- Izvođenje parapetnih daski ispod prozora sa unutrašnje strane objekta

### 10. Sanacija svih instalacija (elektro, vodovodnih...)

## 7. LITERATURA

- [1] Inženjerska komora Srbije: Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada, "Sl.glasnik RS", br. 61/2011, Beograd
- [2] Malešev M., Radonjanin V.: Trajnost i procena stanja betonskih konstrukcija, Skripta sa predavanja, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- [3] V. Radonjanin, M. Malešev: Sanacija betonskih konstrukcija, Skripta sa predavanja, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- [4] Malešev M., Radonjanin V.: Materijali u građevinarstvu, Skripta sa predavanja, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- [5] Inženjerska komora Srbije: Predavanja za obuku o energetske efikasnosti zgrada, Beograd, 2012.
- [6] „Službeni glasnik Republike Srbije“ broj 71/94
- [7] <https://www.knaufinsulation.rs/proizvodi> - Podaci o kamenoj mineralnoj vuni
- [8] Građevinska direkcija Srbije – “Pasivne kuće”

### Kratka biografija:



**Uroš Tomić** rođen je u Valjevu, 1995. godine. Osnovne akademske studije završio je na fakultetu tehničkih nauka 2019. godine, iz oblasti građevinarstvo – konstruktivni smer. Diplomski rad radio je iz predmeta Metalne konstrukcije. Master akademske studije smer – konstrukcije upisao je iste godine. Master rad iz oblasti Sanacija betonskih konstrukcija odradio je i odbranio u 2020. godini.

**АНАЛИЗА ПРОЈЕКТОВАЊА БИЦИКЛИСТИЧКЕ ИНФРАСТРУКТУРЕ У ЕВРОПИ  
СА ПРИМЕРОМ ПРОЈЕКТОВАЊА ВАНГРАДСКОГ БИЦИКЛИСТИЧКОГ ПУТА****ANALYSIS OF CYCLING INFRASTRUCTURE DESIGN IN EUROPE WITH THE  
EXAMPLE OF DESIGNING OF CYCLE PATH**

Горан Григоров, Факултет техничких наука, Нови Сад

**Област- ГРАЂЕВИНАРСТВО**

**Кратак садржај** – Тема рада јесте анализа позитивних примера планирања, пројектовања, изградње и одржавања бициклических инфраструктура. Две водеће земље, што се тиче бициклическе инфраструктуре, Холандија и Данска представљају управо то, угледне примере како се може и мора. Србија са свим својим лепотама има потенцијал да развија бициклическу инфраструктуру како у градовима тако и ван њих спајајући села, насеља и градове.

Поред анализа, приказан је и процес пројектовања бициклических површина који мора да испуни основне захтеве бициклическе инфраструктуре, безбедност, директност, целовитост, привлачност и удобност.

Пројектовање и изградња бициклических површина, не разликује се у многоме са пројектовањем и изградњом путева, те можемо рећи да исто важи и за једне и за друге објекте, а то су фазе кроз које се ове радње одвијају, припремни радови, истражни радови и израда радних подлога за пројектовање, пројектовање бициклических површина и извођење радова на изградњи бициклических површина.

**Кључне речи:** Бициклическа инфраструктура, Бициклически пут, Пројектовање, Бициклизам

**Abstract** – Topic of the paper is the analysis of positive example of planning, designing, construction and maintenance of bicycle infrastructures. The two leading countries in terms of cycling infrastructure, Netherlands and Denmark, represent respectable examples of how it can and must be done. With all its beautis, Serbia has the potential to develop cycling infrastructure both in cities and outside of them, connecting villages, settlements and cities.

In addition to the analysis, the process of designing bicycle infrastructure surfaces is presented, which must implement the basic requirements of bicycle infrastructure, safety, directness, integrity, attractiveness and comfort.

The designing and construction of bicycle surfaces does not differ much from the design and construction of

roads, so we can say that the same applies to both objects, and these are phases through which these actions take place, preparatory work, research work and work of base for designing, designing of bicycle surfaces and execution of works on construction of bicycle surfaces.

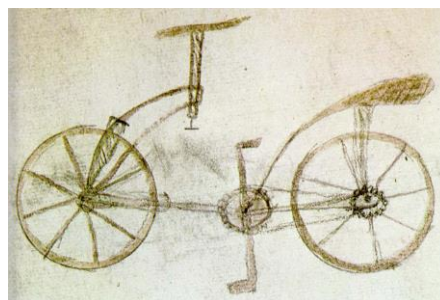
**Keywords:** Cycling infrastructure, Bicycle path, Designing, Cycling

**1. ИСТОРИЈАТ БИЦИКЛИЗМА  
И БИЦИКЛИСТИЧКЕ ИНФРАСТРУКТУРЕ****1.1 Историјски развој бицикла**

Сама реч бицикл настала је од латинске речи „bis“ што значи двоструко и грчке речи „kuklos“ у преводу круг, и преведећи грубо на српски језик значи двоструки круг. Бицикл је управо то, копнено превозно средство са два точка постављена један иза другог, које покреће возач односно бициклиста, помоћу педала својом физичком снагом.

Потреба за већим брзинама доводи до идеје да се повећа пречник точка, те је 1870 године британски инжењер Џејмс Старли направио бицикл са великим предњим точком како би повећа брзину путовања. Такав дизајн је назван пени-четврт пенија, због односа величине пречника предњег и задњег точка. Модел „Ariel“ имао је и диференцијални механизам који је омогућавао да се точак окреће 2 пута брже од окретања курбле, мада можемо приметити такав дизајн није деловао посебно безбедно, што ће довести до следећег модела.

Х.Ј.Лавсон четири године касније применио је ланчани пренос и омогућио да се одвоји осовина точка од осовине на којој су курбле и педале. Такав бицикл је имао точкове једнаке величине и звао се „safety bicycle“.



Слика 1. Прва скица бицикла

**НАПОМЕНА:**

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био доц. др Милош Шешлија.

## 2. БИЦИКЛИСТИЧКА ИНФРАСТРУКТУРА У ЕВРОПИ

### 2.1 Бициклическа инфраструктура у Холандији

Постоји мноштво разлога зашто је бициклизам у овој западно Европској земљи толико популаран вид транспорта, и сваки разлог је искориштен тако да је бициклизам у Холандији само у порасту. Бициклизам је уобичајени начин превоза у Холандији, где 36% људи наводи бицикл као своје најчешће транспортно средство.

#### 2.1.1 Географија, временски услови

Холандија је густо насељена и врло равна земља, што значи да су удаљености путовања мала и обично кратка, чак и између појединих градова. Такође, прохладна клима погодује вожњи те се на кратким релацијама може возити без знојења. Људи могу ићи на посао или школу бициклом, а да се не морају туширати или умивати, као што би морали да је време топлије, или ако је влажна клима.

#### 2.1.2 Приоритет бициклизма у оквиру путне инфраструктуре

Потребе бициклиста узимају се у обзир у свим фазама урбаног планирања. Урбана подручја су често организована као уткане (живе улице), што бициклистима и пешацима даје предност над моторизованим саобраћајем. Холандија користи приступ дизајнирању путева заснован на стандардима, где се сукоби између различитих видова транспорта елиминишу где год је то могуће, а уколико то ипак није могуће приоритет се даје пешацима и бициклистима. Резултат тога је да је вожња бициклом веома сигурна. Градови су пројектовани са ограниченим приступом аутомобилима и ограниченим паркингом. Настали густ саобраћај и ограничено паркирање чине употребу аутомобила непривлачном у градовима.

## 2.2 Бициклическа инфраструктура у Данској

### 2.2.1 Бициклическа култура

Још од малих ногу деца почичињу са вожњом бицикла и овај вид превоза постаје њихово примарно средство путовања до школе, и са овим трендом настављају све док са 18 година не положи возачки испит и почну да возе аутомобиле. У градовима је другачије и тамо је велики број људи који и након осамнаесте године настављају да користе бицикл као примарно превозно средство и све то због разгранате бициклическе инфраструктуре. Велики плус популаризацији бициклизма представља и едукација од малих ногу где ученици нижих разреда већ тада обавезно уче саобраћајна правила, понашања и прописе.

## 3. ТЕОРИЈСКЕ ОСНОВЕ ЗА ПРОЈЕКТОВАЊЕ БИЦИКЛИСТИЧКИХ ПОВРШИНА

### 3.1 Основни захтеви бициклическе инфраструктуре

Током деценијама бављења пројектовањем бициклических површина и њиховим непрекидним унапређивањем у западној Европи, дошло се до пет основних

захтева које свака бициклическа инфраструктура мора да задовољи:

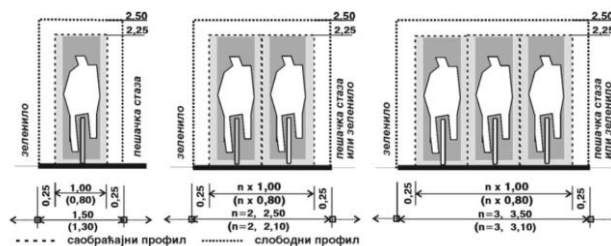
- безбедност – бициклиста се мора осећати безбедно током вожње. Ово се углавном постиже смањењем интензитета и смиривањем саобраћаја. У прометним деловима ван насеља вршити одвајање саобраћаја.
- директност – бициклиста од тачке А до тачке Б треба да стигне најкраћом могућом рутом. Системом регулаторних мера овај захтев се стимулише и врши се омасовљење бициклическог саобраћаја ("аутом ми треба 15 минута, а бициклом стижем за 5 минута")
- целовитост – подразумева у којој мери бициклиста може обављати своје кретања без прекида (што мање баријера, прекида, критичних тачака)
- привлачност – државе са развијеном културом бициклирања придају значај и овом аспекту, па се труде да се мрежа бициклическе инфраструктуре што више протеже кроз живописне пределе. За нас је то у овом тренутку далек стандард, али радимо на томе.
- удобност – овај услов подразумева квалитетне подлоге која омогућава вожњу без стреса.

## 3.2 Технички елементи бициклическе инфраструктуре

### 3.2.1 Технички облици бициклических површина

- бициклически пут,
- бициклическа стаза,
- бициклическа трака,
- бициклисти на коловозу (заједно са моторним саобраћајем).

Бициклически пут је прописном саобраћајном



Слика 2. Слободни и саобраћајни бициклически попречни профил

## 3.4 Коловозна конструкција бициклическе инфраструктуре

Квалитетна коловозна конструкција мора да обезбеди безбедност и удобну вожњу бициклистима. Предуслов за удобну вожњу јесте равна, квалитетно одржавана површина.

За безбедност треба обезбедити одговарајуће трење које битно утиче на равнотежу бициклисте и кочење. На бициклическој површини не смеју постојати избочине или други прекиди.

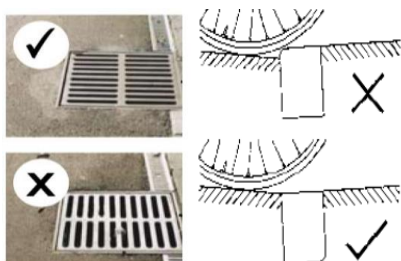
### 3.5 Детаљи

#### 3.5.1 Одводни шахтови

На бициклическим површинама се не препоручује уградња одводних шахтова. Ако се уградња одводних шахтова не може избећи, возња преко шахтова мора да буде омогућена, а решетке не смеју да буду постављене у смеру кретања.

#### 3.5.1 Ивичњацаи

Ивичњацаи који су постављени у правцу кретања бициклисте морају бити спуштени до нивоа возне површине тако да за бициклисте не представљају препреку. Уколико је могуће најбоље би било да се употреба ивичњака на тим местима изостави, за што удобније кретање бициклиста.



Слика 3. Правилно полагање сливничке решетке и ивичњака у зони бициклическе стазе [5]

## 4. ПРИМЕР ПРОЈЕКТОВАЊА ВАНГРАДСКОГ БИЦИКЛИСТИЧКОГ ПУТА

### 4.1 Технички извештај

#### 4.1.1 Увод

Кроз мастер рад је приказан пример ванградског бициклическог пута уз канал ОКМ ХС ДТД Нови Сад – Савино Село, који представља деоницу трасе од Новог Сада до аква парка у Бачком Петровцу и чија дужина износи  $L=4,408.92m$ . Планирано је да пројектовани бициклически пут омогући циклоистуристима приступ до туристичких знаменитости на подручју општине Бачки Петровац, као и да повеже насељена места дуж трасе планираних рута и као таква постане део Националне бициклическе руте ЕуроВело 6.



Слика 4. Прегледна карта бициклическог пута

#### 4.1.2 Ситуација

Осовина новопроектваног бициклическог пута се протеже дуж инспекцијске стазе узводно уз канал ДТД-а. Почетак бициклическог пута је лоциран на

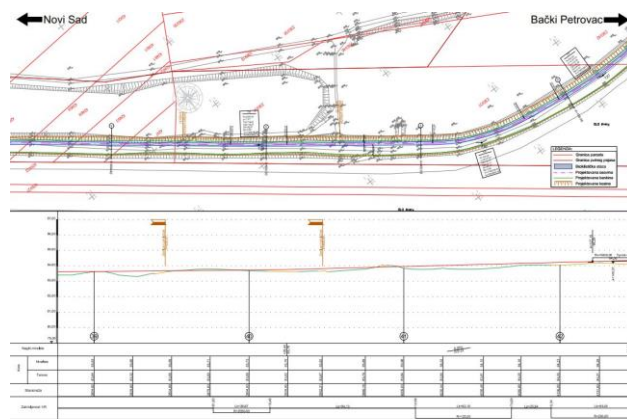
границе двеју катастарских општина к.о. Бачки Петровац и к.о. Футог, док је крај бициклическог пута лоциран недалеко од аква парка Петроленд.

Ситуација снимљеног постојећег и пројектованог стања је приказана у размери 1:500. Пројектовану бициклическу стазу одликују дужи правци, док су минималне вредности радијуса кривина примењене само на нужним локацијама, односно на местима са укрштањем стазе са каналима ОКМ-а.

#### 4.1.3 Нивелационо решење

Нивелационим решењем тежило се да бициклически пут што приближније прати коте постојећег терена, како би се пројектовани пут уклопио и одржао континуитет стања на терену, а уједно и да би се трошкови земљаних радова свели на минимум. Пројектовани подужни нагиби се крећу у распону од  $i_{min}=0.0\%$  до  $i_{max}=2.3\%$ , док су вертикална заобљења у распону од  $R_{vmin-max}=700-15000m$ .

Већи део трасе одликују подужни нагиби мале вредности, који су диктирани постојећим стањем. Ширина новопроектваног двосмерног бициклическог пута је 2.00м са попречним нагибом 2.50%, док је пројектована берма нагиба 6.00%, а банкина нагиба од 4.00%. Сви нагиби су усмерени ка каналу ДТД.



Слика 5. Део ситуационог плана са подужним профилем

#### 4.1.4. Коловозна конструкција

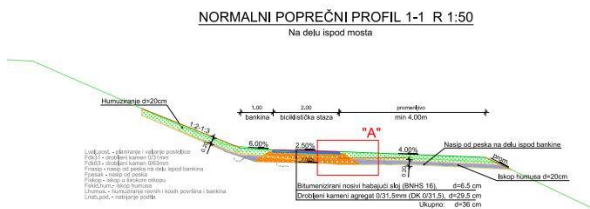
На основу услова ЈВП Воде Војводине, коловозна конструкција будућег бициклическог пута треба да буде пројектована и изграђена тако да може поднети оптерећење тешке грађевинске механизације која ради на одржавању водних објеката и у одбрани од поплава. Како се на овим коловозним површинама предвиђа кретање теретних возила до 5 тона, пројектант је предвидео коловозну конструкцију следећег састава:

Битуменизирани носећи хабајући слој BNHS 16  
 $d=6.5\text{ cm}$

Дробљени камени агрегат 0/31.5mm

$d=29.5\text{ cm}$

Укупно:  $d=36\text{ cm}$



Слика 6. Нормлани попречни профил бицикличког пута

#### 4.1.5 Одводњавање

Одводњавање саобраћајних и зелених површина остварено је попречним нагибом од 2.5% низ банку и ножицу насипа ка каналу ДТД, дуж готово целог новопроектваног бицикличког пута, док се одводњавање од km 4+336.00 до km 4+404.00 са коловоза одвија обостраним земљаним каналима, који даље спроводе воду у канал за измуљивање.

### 5. ЗАКЉУЧАК

У овом мастер раду објединио сам проучавање, пројектовање и примену бицикличке инфраструктуре, која обухвата бицикличке стазе, бицикличке путеве и бицикличке траке. Бицикличка стаза је најквалитетније инфраструктурно решење за бициклисте. Неопходна је у рекреативним бицикличким рутама, врло брзим путевима, градским саобраћајницама и на фреквентним бицикличким токовима. У раду сам приказао основне услове и параметре потребне за планирање и пројектовање бицикличког саобраћаја, исте сам применио на примеру бицикличког пута, деоница Нови Сад - Бачки Петровац.

Бициклизам мора бити узет у обзир на свим нивоима планирања од развоја градова и нових места до релативно малих инфраструктурних интервенција. Пројекат и извођење одговарајуће инфраструктуре за бициклички саобраћај потребни су за повећање нивоа употребе бицикла и смањење загађености у градовима.

Да нисмо имали путеве, не бисмо имали ни моторни саобраћај, слично томе, ако немамо одговарајуће бицикличке стазе, нећемо имати ни бициклички саобраћај. Потребна нам је инфраструктура која ће омогућити процват бициклизма.

Бицикличка инфраструктура може се побољшати успостављањем кохезије између постојећих саобраћајних подручја, подизањем инфраструктуре на виши стандард, и проширењем инфраструктуре.

Када је у питању навођење више људи да возе бицикл, осећај сигурности бициклиста, односно субјективна перцепција сигурности бициклиста, пресудан је фактор. Побољшана безбедност је често циљ инфраструктурних планова.

Србија се полако суочава са драстичним порастом броја бициклиста на улицама, и постаје део

међународне бицикличке руте захваљујући Еуровело рути. Занимљива чињеница у овој години је да се услед проглашења пандемије вируса COVID-19 повећао број бициклиста на улицама.

Неопходан је добро осмишљен план како би се могле искористити могућности за спровођење побољшања бицикличке инфраструктуре. Нова бицикличка стаза са директним приступом постојећој мрежи бицикличких стаза привући ће кориснике и повећати вредност корисности.

Постоји простор за побољшање и унапређење постојеће бицикличке инфраструктуре, док фокус на сигурности и приступачности мора да буде добар основ за надоградњу.

### 6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] М.Шешлија, Н.Радовић, "Одабрана поглавља из планирања и пројектовања градских саобраћајница", Универзитет у Новом Саду Факултет техничких наука, Нови Сад, 2017.
- [2] Ђ.Узелац, "Коловозне конструкције", Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2017.
- [3] А. Цветановић, Б. Банић „Илустровани технички услови за изградњу и поправку путева“
- [4] Закон о планирању и изградњи, "Службени гласник РС", бр.72/2009, 81/2009, 24/2011 121/2012, 42/2013, 50/2013, 98/2013, 132/2014, 145/2014, 83/2018, 31/2019, 37/2019 и 9/2020
- [5] Приручник за пројектовање путева у Републици Србији, Бицикличке површине, Јавно предузеће Путеви Србије, Београд, 2012.

#### Кратка биографија:



**Горан Григоров** рођен у Новом Саду 25.10.1993. год. Гимназију „Лаза Костић“ у Новом Саду завршава 2012. године, и исте године уписује студије грађевинарства на Факултету техничких наука, Универзитета Нови Сад. Звање дипломираног инжењера грађевинарства стиче 2019. године. Мастер рад на одсеку за путеве, железнице и аеродроме са темом Анализа пројектовања бицикличке инфраструктуре у Европи са примером пројектовања ванградског бицикличког пута одбранио је у октобру 2020. године.

**МЕТОДОЛОГИЈА ПРОРАЧУНА ГАБИОНСКИХ ПОТПОРНИХ ЗИДОВА ПРЕМА ЕВРОКОДУ 7****METHODOLOGY FOR CALCULATING THE STABILITY OF THE GABION RETAINING WALL ACCORDING TO EUROCODE 7**

Петар Јелић, Факултет техничких наука, Нови Сад

**Област- ГРАЂЕВИНАРСТВО**

**Кратак садржај** – У оквиру рада објашњена је методологија прорачуна стабилности габсионских потпорних зидова према еврокоду 7. Прорачун габсионског зида врши се према еврокоду 7 у оквиру кога су дефинисана 3 пројектна приступа према граничним стањима носивости (STR+GEO). Прорачун стабилности габсионског зида је урађен према прорачунском приступу 2\*, код кога се парцијални коефицијенти наносе на силе и отпоре, али тек на крају прорачуна, тако да се он, у највећем делу, одвија применом карактеристичних вредности, као што је код нас била пракса. На деоници Косјерић – Пожега, стационаже од км 183+075 до км 205+210 (дужине 22. 135 км), Због пројектованог проширења пута и пројектоване пешачке стазе у зони раскрснице Косјерић (желез.станица), а због недостатка простора да се изведе насип, у зони ножице насипа са десне стране пута, дато је решење у виду габсионског зида. У оквиру прорачуна стабилности раде се следеће анализе: анализа стабилности потпорног зида на претурање, анализа стабилности потпорног зида на клизање, анализа напрезања тла у контактної површи, носивост тла. Прорачун је урађен ручно, као и применом софтверског пакета GEO 5. (Програм Gabion).

**Кључне речи:** Габсионски зид, методологија, прорачун стабилности, еврокод 7.

**Abstract** – The methodology of calculating the stability of gabion retaining walls according to Eurocode 7 is explained in the paper. The calculation of the gabion wall is done according to Eurocode 7, within which 3 project approaches are defined according to the bearing capacity limit states (STR+GEO). The calculation of the stability of the gabion wall is done according to the design approach 2 \*, when partial coefficients are applied to forces and resistances, but only at the end of the calculation, so that it, for the most part, takes place using characteristic values, as it was our practice. A solution in form of a gabion wall was given on the road section Kosjerić - Požega, regarding the chainage from km 183 + 075 to km 205 + 210 (22. 135 km long), due to the designed road widening and the designed footway in the area of the intersection Kosjerić (railway station) and due to lack of space to make an embankment, in the area of

**НАПОМЕНА:**

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био доц. др Милош Шешлија.

of the bottom of the embankment on the right side of the road. Based on soil testing, the parameters required for stability analysis are obtained. The following analyzes are performed within the stability calculation: analysis of the retaining wall stability to overturning, analysis of the retaining wall stability to sliding, analysis of soil stress at the contact surface, bearing capacity of soil. The calculation was done manually, as well as using the GEO 5 software system (Gabion Program).

**Key words:** Gabion wall, methodology, calculating the stability, eurocode 7.

**1. ГРАНИЧНА СТАЊА НОСИВОСТИ (ЕК7)**

Постоји 5 граничних стања носивости, од којих су за потребе мастер рада разматрана прва три.

**EQU** (equilibrium - равнотежа) је губитак равнотеже конструкције или тла посматраног као круто тело, у случајевима када чврстоће материјала конструкције и темељног тла нису битне за отпорност,



Слика 1 EQU – Гранично стање

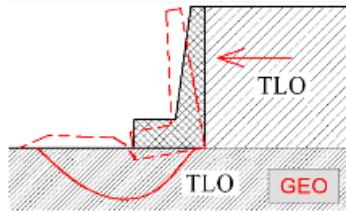
**STR** (structural - конструкциски) је лом или велика деформација бетонске, металне, дрвене или зидане конструкције или њеног елемента, укључујући темеље, шипове, сидра и потпорне зидове, у којима чврстоћа конструктивног материјала битно доприноси отпорности



Слика 2 STR – Гранично стање

**GEO** (geotechnical – геотехнички) је лом или велика деформација тла при којој чврстоћа тла или стене битно доприноси отпорности, (лом тла испод темеља, лом тла око хоризонтално оптерећеног шипа, велико слегање шипа, нагињање потпорног зида, чупање

сидра из тла, лом и пропадање тла изнад тунелског ископа, клизање и одрон тла, значајно попуштање ослонца лука моста, издизање и лом дна темељне јаме у меком тлу).



Слика 3 GEO – Гранично стање

## 2. ИЗБОР ПРОРАЧУНСКОГ ПРИСТУПА ( ПП2\*)

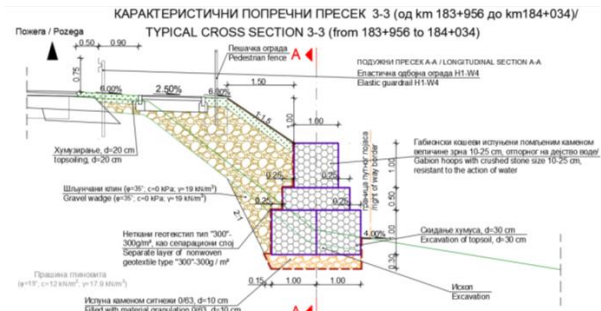
Еврокод нам нуди три прорачунска приступа, односно поступка димензионисања геотехничких конструкција. Постигнута компатибилност старих и нових метода прорачуна, води ка одабиру прорачунског приступа који ће инжењери користити. Пракса је показала успешност примењивања постојећих поступака и коефицијената и доказала их вишедеценијском употребљивошћу објеката. Наиме, у изворном поступку 2, ПК се наносе дејствима већ на почетку, због чега се и анализа врши с прорачунским вредностима, што, међутим, води у одређену нелогичност у погледу носивости, па је припремљена алтернатива у виду ПП2\*, где се највећи део прорачуна спроводи се карактеристичним вредностима јер се ПК прикључују тек у завршници анализе.

У поступку 2 примењују се фактори на отпоре, што га чини примамљивим за усвајање. Али, главно оптерећење које стално делује на потпорне зидове јесте земљани притисак који је, између осталог, у функцији од чврстоће тла, а она зависи од оптерећења, па је зато важно да се код његовог одређивања не врши множење оптерећења са ПК. У супротном, резултирало би модификацијом притиска без могућности његове даље контроле, нарочито приликом анализа у МКЕ, што захтева да се прорачуни спроводе с њиховим карактеристичним вредностима, чиме се из избора избацује ПП2, али не и ПП2\*, јер управо он омогућава такав прорачун.

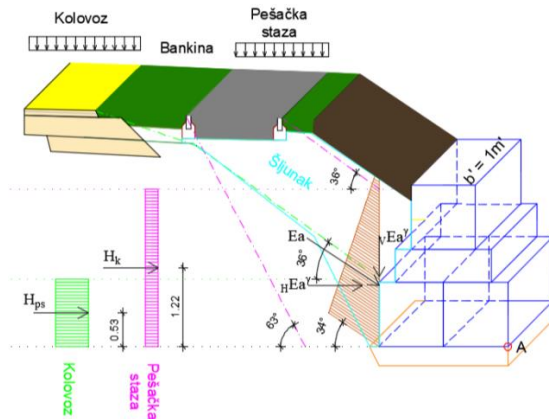
Ово наликује актуелној пракси, а положај ПК у једначинама ионако подсећа на глобални фактор сигурности. Дакле, како би били доследни традицији када се користе изворне величине сила и на крају упоређују отпори, пожељни ПП лоцира се у оном са ознаком 2\*, код кога се ПК наносе на силе и отпоре, али тек на крају прорачуна, тако да се он, у највећем делу, одвија применом карактеристичних вредности, као што је код нас било и досада.

Оно што такође охрабрује јесте то што је највише земаља за димензионисање потпорних зидова препоручило управо наведени приступ. То је приступ који је предложила Немачка, а који се заснива на искуству од 80 година пројектовања без ломова, па је стога близак корисницима, што важи и за наш регион. На основу наведених разлога, ПП 2\* позитивно је оцењен и препоручен за аналитички прорачун зидова према ЕК7.

## 3. СТАБИЛНОСТ ГАБИОНСКИХ ПОТПОРНИХ КОНСТРУКЦИЈА ПРЕМА ЕВРОКОДУ 7



Слика 4 КПП Узет у обзир при прорачуну



Слика 5 Скица зида и шема оптерећења

У складу са националним анексом за Еврокод 7, део 1, у Републици Србији се при разматрању граничних стања за потпорне конструкције користи прорачунски приступ 2, са парцијалним факторима сигурности приказаним у следећој табели.

Табела 1 Парцијални фактори сигурности за пројектни приступ 2

$\gamma$	projektni pristup 2	Parametar na koji se odnosi
$\gamma_G$	повољно	1.0
	неповољно	1.35
$\gamma_Q$	повољно	0
	неповољно	1.5
$\gamma_M$	1.0	Ugao unutrašnjeg trenja za efektivne napone
$\gamma_c$	1.0	Kohezija za efektivne napone
$\gamma_r$	1.0	Zapreminska težina tla
$\gamma_{r,v}$	1.4	Nosivost temeljnog tla
$\gamma_{r,h}$	1.1	Otpornost na klizanje po temeljnoj spojnici

Према прорачунском приступу 2\* (PP2\*), прорачун се спроводи са карактеристичним вредностима параметара, парцијални коефицијенти (ПК) се наносе на силе и отпоре на крају прорачуна.

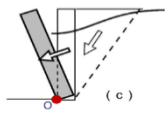
### 3.1 Контрола стабилности на претурања

Анализа потпорног зида на претурање, спроводи се за гранична стања носивости – губитка равнотеже конструкције, EQU.

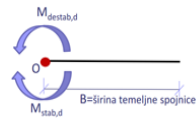
Потребно је да буде задовољена следећа релација:

$$M_{dst,d} \leq M_{stb,d}$$

где је  $M_{dst,d}$  моменат свих дестабилизујућих (неповољних) сила око тачке О (ножица потпорне конструкције), а  $M_{stb,d}$  моменат повољних сила које спречавају превртање. ( Слика 4)



Слика 6 Тачка претурања зида



Слика 7 моменти око тачке О

Дестабилишући момент је последица хоризонталног притиска тла и хоризонталног притиска услед оптерећења q на површини тла.

$$M_{dst,d} = 1.1 \cdot P_t \cdot e_t + 1.5 \cdot P_q \cdot e_q$$

Стабилишући момент је последица тежина које оптерећују потпорни зид. Начелно, то су следеће тежине: тежина зида,  $G_z$ , тежина тла изнад задњег дела стопе,  $G_t$ , и тежина оптерећења на површини,  $G_q$ .

$$M_{stb,d} = 0.9 \cdot (G_t \cdot e_t + G_z \cdot e_z)$$

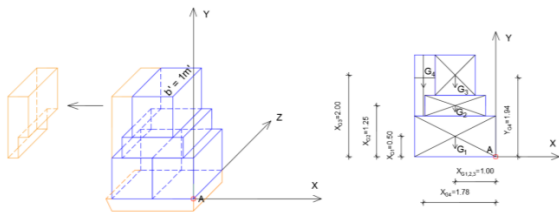
Улазни параметри:  $\varphi$ ;  $\beta$ ;  $\alpha$ ;  $\delta$ ;  $\varphi$ ;

Коефицијент активног притиска тла:

$$K_a = \frac{\sin^2(\alpha + \varphi) \cdot \cos \delta}{\sin \alpha \cdot \sin(\alpha - \delta) \cdot \left[ 1 + \frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \beta)}{\sin(\alpha - \delta) \cdot \sin(\alpha + \beta)} \right]^2}$$

Анализа утицаја за потпорну конструкцију

Сопствена тежина потпорне конструкције



Слика 8 Сопствена тежина зида и део шљунка

$$G_i = V_i \cdot \gamma_i \text{ [kN]}$$

Оптерећење од тла иза потпорне конструкције

$$\sigma = \gamma_s \cdot H \cdot K_a \text{ [kN/m}^2\text{]}; E_a^\gamma = \frac{H \cdot \sigma}{2} \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

Хоризонтална компонента силе услед тежине тла иза зида:

$${}_H E_a^\gamma = E_a^\gamma \cdot \cos \delta \text{ [kN/m]}; e_H E_a^\gamma = \frac{1}{3} \cdot H \text{ [m]}$$

Вертикална компонента силе услед тежине тла иза зида:

$${}_V E_a^\gamma = E_a^\gamma \cdot \sin \delta \text{ [kN/m]}; e_V E_a^\gamma \text{ [m]}$$

Корисно оптерећење - Коловоз:

$$p_k = 16.67 \text{ [kPa]}; \sigma_k = p_k \cdot K_a \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$H_k = h_k \cdot \sigma_k \text{ [kN/m}^2\text{]}; e_k = \frac{1}{2} \cdot h_k = \text{[m]}$$

$$\text{Пешачка стаза: } p_{ps} = 5.00 \text{ kPa}; \sigma_{ps} = p_{ps} \cdot K_a \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$H_{ps} = h_{ps} \cdot \sigma_k \text{ [kN/m}^2\text{]}; e_{ps} = \frac{1}{2} \cdot h_{ps} \text{ [m]}$$

Кохезија ; c = 0.00 kPa

Табела -2 Парцијални коефицијенти ( препоручне вредности ) за дејства,  $\gamma_F - EQU$

Stalno dejstvo	Nepovoljno	$\gamma_{G,stab}$	1.1	(1.35)
	Povoljno	$\gamma_{G,dst}$	0.9	(1.15)
Povremeno dejstvo	Nepovoljno	$\gamma_{Q,stab}$	1.5	(1.50)
	Povoljno	$\gamma_{Q,dst}$	0.0	(0.00)

Моменти савијања који дестабилишу потпорну конструкцију

$$M_{dst,d} = \gamma_{G,dst} \cdot [ {}_H E_a^\gamma \cdot e_H E_a^\gamma ] + \gamma_{Q,dst} \cdot [ H_k \cdot e_k + H_{ps} \cdot e_{ps} ], \text{ [kNm/m]}$$

Моменти савијања који стабилишу потпорну конструкцију

$$M_{stb,d} = \gamma_{G,stab} \cdot [ G_1 \cdot X_{G1} + G_2 \cdot X_{G2} + G_3 \cdot X_{G3} + G_4 \cdot X_{G4} + {}_V E_a^\gamma \cdot e_V E_a^\gamma ], \text{ [kNm/m]}$$

$$M_{stb,d} > M_{dst,d} = 134.1578 \text{ kNm/m} > 48.7786 \text{ kNm/m} -$$

резултат добијен израдом мастер рада.

→Потпорна конструкција је стабилна на претурање.

### 3.2 Контрола стабилности на клизање

Сопствена тежина габионске конструкције је већ израчуната. Из горе поменутог да се прорачун врши користећи карактеристичне вредности, односно да се тек на крају прорачуна примењују коефицијенти следи да је коефицијент активног притиска, као и утицаји на потпорну конструкцију исти као при контроли стабилности на претурање.

За разлику од претурања, контрола стабилности зида на клизање се доказује за гранична стања носивости – лома услед великих деформација тла, GEO.

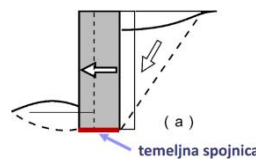
Потребно је да буде задовољена следећа релација:

$$T_d \leq T_{rd}$$

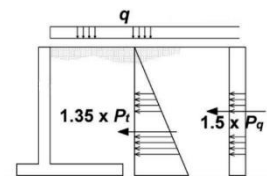
односно прорачунска вредност дејства/утицаја треба да буде мања или једнака прорачунској отпорности на клизање, где је прорачунска отпорност на клизање дата изразом:

$$T_{rd} = \frac{N_d \tan \varphi'_d}{\gamma_{R,H}}$$

Утицај је смичућа сила T у темељној спојници која тежи да покрене конструкцију да клиза, док је отпорност на клизање представљена силом трења која зависи од величине нормалне силе и угла трења (угао трења –  $\tan \varphi'_d$ )



Слика 9 Линеја клизања зида

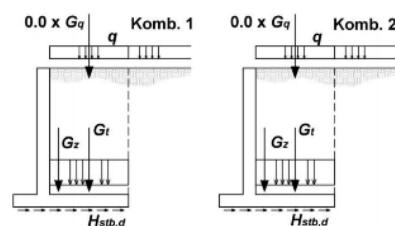


Слика 10 Дестабилишуће силе клизања

Дестабилишућим се јављају хоризонталне силе (или хоризонталне пројекције косих): притиска услед тежине тла,  $P_t$ , и притиска услед оптерећења на површини,  $P_q$ , умножене парцијалним коефицијентима за дејства.

Клизању се супротставља, као стабилишућа хоризонтална сила, трење које се реализује на контакту између стопе зида и тла испод. Хоризонтална стабилишућа сила се одређује за овако анализирани тежине:

$$H_{stb,d}(T_{rd}) = \mu \cdot \sum G_i = \mu \cdot (G_t + G_z)$$



Слика 11 Стабилишућа сила клизања

Табела 3 Парцијални коефицијенти за дејства,  $\gamma_F$ , или утицаје од дејстава,  $\gamma_E$  – STR/GEO

Stalno dejstvo	Nepovoljno	$\gamma_c$	A1	A2
	Povoljno		1.35	1.00
Povremeno dejstvo	Nepovoljno	$\gamma_c$	1.00	1.00
	Povoljno		1.50	1.30
			0.00	0.00

Хоризонталне силе које дестабилишу потпорну конструкцију

$$H_{dst,d} = \gamma G_{,dst} \cdot [HEa\gamma] + \gamma Q_{,dst} \cdot [H_k + H_{ps}] \text{ [kN/m]}$$

Хоризонталне силе које стабилишу потпорну конструкцију

$$H_{stb,d} = \gamma G_{,stb} \cdot [\Sigma G_i + VEa\gamma] \cdot \mu$$

$$= \gamma G_{,stb} \cdot [G_1 + G_2 + G_3 + G_4 + VEa\gamma] \cdot \mu \text{ [kN/m]}$$

Табела -4 Парцијални коефицијенти за отпоре,  $\gamma_R$ , у плитком темељењу – GEO

Slom u pod-tlu	$\gamma_{R,v}$	R1	R2	R3
		1.00	1.40	1.00
Klizanje	$\gamma_{R,h}$	1.00	1.10	1.00

$$\frac{H_{stb,d}}{\gamma_{R,H}} \text{ [kN/m]}; H_{stb,d} > H_{dst,d} = 64.0489 \text{ kN/m} > 62.3246$$

kN/m - резултат добијен израдом мастер рада

→ Потпорна конструкција је стабилна на клизање.

### 3.3 Контрола напона у тлу на контактаној површини

Контрола напона у контактаној површини се, такође, спроводи директном методом за гранична стања носивости – лома услед великих деформација тла, GEO.

Дистрибуција контактних напрезања се одређује уз претпоставку правоугаоне дистрибуције на делу контактне површи. Утицаје сводимо на тежиште темељне спојнице и прорачунске вредности добијамо користећи парцијалне факторе сигурности за неповољна дејства.

Потребно је да буде задовољена следећа релација:

$V_d \leq R_d \rightarrow R_d/A' = q_{Rd}$ , односно прорачунска вредност дејства треба да буде мања или једнака прорачунској смичућој отпорности тла.

Приликом контроле на претурање и клизање је израчуната сопствена тежина зида, као и утицаји на габионску конструкцију

Контрола напона у тлу за групу

коефицијената: A1+M1+R2

Нормална сила:  $V_d = \gamma_{G, stb} \cdot G + \gamma_{G, dst} \cdot [vE_a \gamma]$ , [kN/m]

Момент претурања:  $M_{ad} = \gamma_{G, stb} \cdot [G \cdot X_G] + \gamma_{G, dst} \cdot [vE_a \gamma \cdot e_v E_a \gamma - H E_a \gamma \cdot e_H E_a \gamma] - \gamma_{Q, dst} \cdot [H_k \cdot e_k + H_{ps} \cdot e_{ps}]$ , [kNm/m]

Положај силе x:  $x = \frac{M_d}{V_d}$  [m]  $\rightarrow e = \frac{B}{2} - x$  [m]  $< \frac{B}{6}$

Активна ширина стопе B':  $B' = 2 \cdot x$  [m]

Напон у тлу:  $q_{Ed} = \frac{V_d}{B}$  [kN/m<sup>2</sup>]

*Granična nosivost temeljnog tla u dreniranim uslovima:*

Улазни подаци  $\gamma_{pg}$  [kN/m<sup>3</sup>];  $\alpha = 0^\circ$  - Зид има равно тло, не стоји под нагибом;  $\varphi$  [°]; c [kPa]

Прорачунска носивост је дата изразом:

$$q_{rd} = \frac{0.5 \gamma_d B^2 N_{\gamma} s_{\gamma} i_{\gamma} b_{\gamma} + c_d / N_c s_c i_c b_c + \gamma_d D_f N_q s_q i_q b_q}{\gamma_{R,v}}$$

Фактори носивости:

$$N_q = e^{\pi \tan \varphi'} \times \tan^2 \times (45 + \varphi' / 2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \times \tan \varphi'; N_{\gamma} = 2 \times (N_q - 1) \times \tan \varphi'$$

Фактор нагиба контактне површи темеља:

$$b_q = b_{\gamma} = (1 - \alpha \times \tan \varphi')^2; b_c = b_q - \frac{1 - b_q}{N_c \times \tan \varphi'}$$

Фактори за облик темељне површине:

$$S_q = 1 + \frac{B}{L} \times \sin \varphi', \text{ за правоугаон облик;}$$

$$S_{\gamma} = 1 - 0.3 \times \frac{B}{A}, \text{ за правоугаон облик;}$$

$$S_c = \frac{S_q \times N_q^{-1}}{N_q^{-1}}, \text{ за правоугаони, квадратни и кружни}$$

облик

Фактори за нагиб оптерећења, услед хоризонталне силе H

$$i_q = \left(1 - \frac{H}{V + A \times c \times \tan \varphi'}\right)^m; i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_c \times \tan \varphi'}$$

$$i_{\gamma} = \left(1 - \frac{H}{V + A \times c \times \tan \varphi'}\right)^{m+1}$$

где је:  $m_B = \frac{2 + B/L}{1 + B/L}$

$q_{Ed} \leq q_{Rd} \rightarrow 72.33 \text{ kN/m}^2 \leq 73.8060 \text{ kN/m}^2$  – **резултат добијен израдом мастер рада.**

→ Услов да прорачунска вредност дејства треба да буде мања или једнака прорачунској смичућој отпорности тла - ЗАДОВОЉЕН

$$R_d/A' = q_{Rd} \rightarrow R_d = q_{Rd} \times A' \rightarrow R_d = 73.80 \times 1.7210 = 127.0098$$

$$V_d \leq R_d = 124.41 \text{ kN/m} \leq 127.01 \text{ kN/m}^2$$

→ Услов да прорачунска вредност дејства треба да буде мања или једнака прорачунској смичућој отпорности тла – ЗАДОВОЉЕН

### 4. ЗАКЉУЧАК

У овиру мастер рада је приказана методологија прорачуна габионског зида према еврокоду 7. Теоријски су описане габионске конструкције, статички притисци тла, еврокод 7 (геотехнички прорачун, гранична стања носивости, пројектни приступи и др.) што је предуслов познавања да би се вршила контрола стабилности габионског зида. Прорачун је рађен ручно, као и у софтверу Гео 5, у оба случаја резултати су били успешни. Габионски зид је задовољио услове приликом контроле стабилности на клизање, претурање, напрезања тла у контактаној површини, носивости тла.

### 5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Бетонске конструкције инжењерских објеката, Зоран Брујић
- [2] Прилог изради националног анекса еврокоду 7 – из аспекта потпорних зидова, (Зоран Бонић и др.)
- [3] Механика тла, М. Максимовић
- [4] Европска техничка регулатива у грађевинарству, др Ива Деспотовић

### Kratka biografija:



**Петар Јелић**, Чачак, Србија 11.04.1993. год., Основна школа „Доситеј Обрадовић”, село Ратина у Краљево, средња школа Гимназија, Краљево. Октобра 2012. год. уписује основне студије на Факултету техничких наука из области Грађевинарства, 2018. године стиче звање дипломираног грађевинског инжењера на одсеку за путеве, железнице и аеродроме. Мастер рад на Факултету техничких наука из области одабрана поглавља из планирања и пројектовања градских саобраћајница одбранио је у октобру 2020. године.

**PRIMENA POTPORNIH KONSTRUKCIJA U ULICI BRAĆE ANĐELIĆ U SREMSKIM KARLOVCIMA****USING RETAINING WALL CONSTRUCTIONS IN BRAĆE ANĐELIĆ STREET IN SREMSKI KARLOVCI**Dejan Palalić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

**Kratik sadržaj** – U radu su opisani potporni zidovi, njihova podjela i namjena. Fokus je na armirano-betonskim gravitacionim zidovima za koje je opisano konstruisanje. Takođe, za gravitacione zidove navedena je geostatička analiza. Zatim su u kratkim crtama opisani rezultati projektovanja potpornih zidova u ulici Braće Anđelić koja se nalazi u Sremskim Karlovcima.

**Ključne reči:** potporni zidovi, AB zidovi

**Abstract** – In this paper we described retaining walls, their partition and purpose. The focus is on reinforced concrete walls and their construction. Also, we showed geostatic analysis for them. In addition, we described briefly results of retaining wall design in Braće Anđelić street in Sremski Karlovci.

**Keywords:** retaining walls, reinforced concrete walls,

**1. UVOD**

Čovjek od davnina teži da sredinu u kojoj živi prilagodi svojim potrebama. To je izvorni motiv za razvoj građevinarstva. Potporne konstrukcije su konstrukcije čija je primarna uloga podupiranje tla, trupa ili brdske ili neke druge mase ili zadržavanje vode. Ovakve konstrukcije omogućavaju da teren bude izveden pod strmijim nagibom u odnosu na prirodni nagib tla. Koriste se za privremeno ili trajno podupiranje zemlje ili nekog drugog materijala u slučaju da je obezbeđenje prirodnog nagiba neizvodljivo.

Podjela potpornih konstrukcija na osnovu [1]:

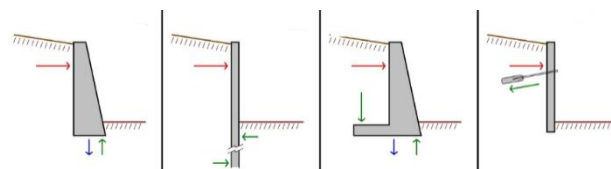
- u pogledu eksploatacije postoje trajne i privremene potporne konstrukcije
- u pogledu položaja uz put postoje konstrukcije koje podupiru trup puta i konstrukcije koje podupiru padinu iznad puta
- u pogledu krutosti postoje krute i deformabilne potporne konstrukcije
- u pogledu funkcije u prostoru razlikujemo konstrukcije za zadržavanje, podupiranje tla i brdskih padina i zadržavanje vode
- u pogledu načina i tehnologije izvođenja razlikujemo potporne konstrukcije izgrađene u otvorenoj građevinskoj jami sa iskopom po kampadama, potporne konstrukcije građene sa površine terena odozgo nadole po kampadama po dužini i fazama.

**NAPOMENA:**

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

Prema [2] otporni zidovi se mogu podijeliti na masivne (gravitacione), konzolne, konstrukcije fundirane na šipovima, zidove sa kontraforom i usidrene zidove.

Za svaki od navedenih tipova zidova postoje karakteristični tipovi opterećenja, a samim tim i karakteristični lomovi. Neki od njih prikazani su na slici 1.



Slika 1. Međusobno djelovanje konstrukcija-teren

Kako se u okviru ovog projekta koriste armirano-betonski potporni zidovi, akcenat rada će biti upravo na ovoj kategoriji potpornih konstrukcija.

**2.ARMIRANO BETONSKI GRAVITACIONI ZIDOV I**

Armirano betonski gravitacioni zidovi su zidovi koji su u odnosu na nearmirane betonske gravitacione zidove ojačani armaturom. Ovakav koncept zasnovan je na racionalizaciji materijala jer su AB zidovi mnogo manjih dimenzija u odnosu na standardne gravitacione zidove. Ovakve konstrukcije u suštini imaju istu ulogu kao i nearmirani betonski zidovi, samo je način naprezanja i prihvatanja opterećenja drugačiji u odnosu na nearmirane betonske zidove.

AB gravitacioni zidovi se izvode od betona min C25/30 i armature koja se određuje na osnovu dimenzionisanja kritičnih presjeka. AB gravitacioni zidovi se u odnosu na nearmirane gravitacione zidove koriste kada su u pitanju ograničenja u prostoru i u drugim slučajevima kada je to ekonomski opravdano. Oni se koriste i kada je temeljno tlo loše (u pogledu nosivosti), kada masivne konstrukcije ne mogu da zadovolje kriterijum nosivosti temeljnog tla. AB zidovi su ekonomični u smislu smanjenja količine betona i prikladni su za tla manje nosivosti jer velika površina temelja smanjuje pritisak na temeljno tlo. Dodatno smanjenje tj. povoljniji raspored pritisaka garantuju izvedena rebra (podupirači). Poseban tip AB ugaonih zidova su zidovi sa rebrima za ojačanje na zalednoj strani. Povoljni su za zidove većih visina pošto

se njihovom upotrebom smanjuju dimenzije i količina potrebne armature, naponi i deformacije [1].

### 2.1. Konstruisanje armirano betonskih gravitacionih zidova

AB gravitacioni zidovi se konstruišu sa nešto strmijim nagibom u odnosu na betonske gravitacione zidove. Nagib čeonice strane je od 5:1 – 10:1, odnosno vertikalno. Leđna strana je po pravilu vertikalna, ali ne mora biti. Kod AB gravitacionih zidova se sa čeonice strane izvodi raširenje tla.

Kada su u pitanju ugaoni AB zidovi, to raširenje se izvodi i sa čeonice i sa leđne strane [1].

Minimalna debljina AB gravitacionog zida je 0.40m i ona se povećava sa visinom. Nagib donje ravni temeljne ploče se izvodi u granicama 10-20% (1:10 – 1:5) prema leđnoj strani. Nagib gornje ravni temeljnih peti je 2% od čeonice stijene odnosno leđne stijene u slučaju AB ugaonog zida. Visina temelja na kontaktu sa stijenom jednaka je debljini stijene na tom dijelu.

Dubina temeljenja definisana je na osnovu dubine smrzanje i geoloških karakteristika terena. Ako se konstrukcije izvode u vodi, minimalna dubina temeljenja je 1.50m ili se temelj ukopa u stijensku masu u dubini od 0.5-1.0m [1].

## 3. GEOSTATIČKA ANALIZA GRAVITACIONIH KONSTRUKCIJA

Geostatička analiza se zasniva na ispitivanjima (terenskim i laboratorijskim) i na prostorno-urbanističkim, saobraćajnih, hidrološko-hidrotehničkih, klimatskih i seizmoloških podataka. Nakon svega navedenog, potrebno je ispitati (dokazati) granična stanja nosivosti, upotrebljivosti i trajnosti.

### 3.1. Granična stanja nosivosti

U geostatičkoj analizi su obuhvaćene sve projektne situacije (stalne, povremene, incidentne i seizmičke) u toku izgradnje, upotrebe, održavanja i u vanrednim situacijama za ukupni vijek trajanja konstrukcije:

- gubici globalne konstrukcije
- lom tla
- pomjeranje temelja
- preturanje
- lom konstrukcijskih elemenata.

#### 3.1.1. Dokaz graničnih stanja nosivosti AB gravitacionih konstrukcija

Da bi uslov u pogledu graničnih stanja nosivosti bio ispunjen, potrebno je da bude zadovoljeno:

$$E_{d,u} \leq R_{d,u} \quad (1)$$

gdje je  $E_{d,u}$  proračunska vrijednost uticaja, a  $R_{d,u}$  proračunska nosivost konstrukcije.

Projektne vrijednosti uticaja i projektne vrijednosti otpora se određuju pomoću parcijalnih koeficijenata sigurnosti. Postoje parcijalni koeficijenti za dejstva ( $\gamma_F$ ) koji uvećavaju vrijednost dejstva da bi bili na strani sigurnosti i parcijalni koeficijenti za materijal ( $\gamma_M$ ) koji smanjuju stvarnu nosivost materijala iz istog razloga [3].

Osim navedenih postoje još parcijalni koeficijent učinka dejstva  $\gamma_E$  i parcijalni koeficijent otpora  $\gamma_R$ . U zavisnosti

od kombinacije korišćenih koeficijenata postoje tri različita pristupa u okviru statičke analize.

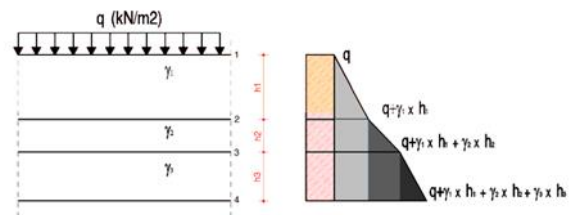
Karakteristične vrijednosti su vrijednosti koje su izabrane na osnovu rezultata ispitivanja i na osnovu računске vrijednosti, one mogu biti više ili manje od dobijenih. U proračunu se koristi najnepovoljnija kombinacija vrijednosti. Projektne vrijednosti se računaju kao količnik karakteristične vrijednosti i koeficijenata sigurnosti za određeni materijal.

### 3.2. Pritisaci tla

#### 3.2.1. Vertikalni pritisci tla

Pritisak tla na konstrukciju proizilazi iz vertikalnog pritiska koji je posljedica težine samog tla iza zida (gravitacione sile). Vertikalni pritisak zavisi od dubine na kojoj ga posmatramo, površinskog opterećenja i karakteristike tla. U matematičkom smislu to je:

$$P_v = q + \gamma h \quad (kN/m^2) \quad (2)$$



Slika 2. Dijagram pritiska na slojevito tlo

Kada u tlu imamo vodu, onda se neutralni napon  $\gamma_w \cdot h$ , koji ne izaziva slijeganje, prenosi porama u svim pravcima jednako, a efektivni napon  $h_z(\gamma_z - \gamma_w)$  u tlu se prenosi dodirnim površinama čvrstih čestica.

#### 3.2.2. Horizontalni pritisci tla

Horizontalni pritisak tla se takođe povećava sa dubinom, samo je priraštaj te funkcije različit u odnosu na vertikalni pritisak

$$P_h = K \cdot \gamma \cdot h \quad (kN/m^2) \quad (3)$$

a u slučaju da imamo i dodatno opterećenje  $q$ , izraz će izgledati

$$P_h = K \cdot (q + \gamma \cdot h) \quad (kN/m^2) \quad (4)$$

gdje je  $K$  koeficijent horizontalnog pritiska tla.

U zavisnosti od pomjeranja konstrukcije postoje: mirni pritisci tla  $p_0$  (konstrukcija se ne pomjera ili su pomjeranja zanemarljiva), aktivni pritisci tla  $p_a$  (konstrukcija se pomjera od tla) i pasivni pritisci tla  $p_p$  (konstrukcija se približava tlu). Važi

$$k_a < k_0 < k_p \quad (5)$$

Treba naglasiti da su potporni zidovi skupe konstrukcije i da je važno posebno pažnju posvetiti njihovom projektovanju i izvođenju.

Detaljna ispitivanja tla na kojem se gradi potporna konstrukcija predstavljaju polaznu fazu projektovanja i na osnovu njih dobijamo ulazne podatke za projektovanje. Jasno je da bez tačnih podataka nije moguće kvalitetno isprojektovati, a samim tim ni izvesti konstrukciju.

Na slici 3 vidi se jedan primjer pogrešno izvedene potporne konstrukcije.

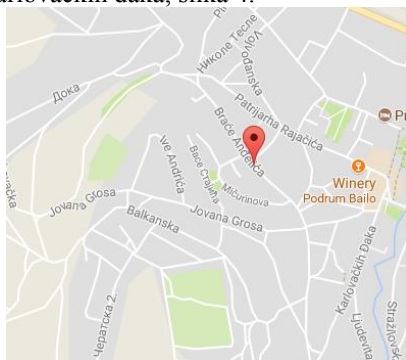


Slika 3. Primjer rušenja potporne konstrukcije [4]

## 4. PROJEKTOVANJE POTPORNIH ZIDOVA U ULICI BRAĆE ANĐELIĆ

### 4.1. Predmetna lokacija

Ulica Braće Anđelić je saobraćajnica kroz stambenu zonu Sremskih Karlovaca širine 3.0-4.5m. Ukupna dužina osovine ulice je 844.40m. Osovina ulice je definisana od raskrsnice sa ulicom Patrijarha Rajačića do raskrsnice sa ulicom Karlovačkih đaka, slika 4.



Slika 4. Lokacija predmetne saobraćajnice [Google Maps]

Predmetnu lokaciju karakterišu veliki podužni i poprečni padovi terena. Opština Sremski Karlovci nalazi se na desnoj obali Dunava podno Fruške Gore, 12km jugoistočno od Novog Sada [5].

### 4.2. Novoplanirano stanje

Kako se kroz ovu ulicu planira prolaz autobusa, predviđen je kolovoz širine 5.5 m. Samo je na početku kolovoz širine 3.0 m, odnosno do 3.5 m, kroz krivinu  $R=55$  m. Poprečne ulice su priključene lepezama radijusa  $R=2-50$  m, u zavisnosti od raspoloživog slobodnog prostora.

Osovina kolovoza je položena u središnjem dijelu regulacije, odnosno tako da budu sa obe strane staze minimalne širine i gdje je bilo više prostora, da bude moguće formiranje zelenog pojasa širine 1.5 m. Promjena pravaca osovine su zaobljavani kružnim krivinama radijusa  $R=30-550$  m. Ukupna dužina definisane osovine je 844.40 m.

Trotoari su promjenljive širine, u skladu sa regulacijom koja je na raspolaganju projektantu. Na zahtjev investitora, na pojedinim mjestima su trotoari ostavljeni širine 40-50 cm, kako to prostor dozvoljava. Zbog bezbjednosti pješaka, planira se režim usporenog saobraćaja što će se usloviti saobraćajnim znacima i izdignutim platformama za kretanje pješaka.

Niveleta kolovoza je položena prema uslovu odvodnjavanja svih površina u regulaciji ove ulice preko kolovoza i uslova maksimalnog uklapanja kolskih ulaza. Ovakav pristup zahtijeva izgradnju atmosferske kanalizacije, koja bi prihvatila svu vodu iz ulice Braće Anđelić i vodu iz priključnih ulica koja gravitira ka ovoj ulici.

S obzirom da postoji velika denivelacija u odnosu na okolni teren projektovani su potporni zidovi kako bi se stabilizovao nasip. Potporni zid se izvodi od betona MB 30, armiran je armaturnim mrežama MAG 500/560 i rebrastom armaturom B500B.

Zidovi su ukupne dužine 130 m i izvode se iz kampada, koje se međusobno dilatiraju. Potporni zidovi se fundiraju na kosoj podlozi, na tamponu betona MB15  $d=5$  cm i tamponu šljunka  $d=30$  cm. Da bi se vršila drenaža terena u zaleđu potpornog zida, u zid se na rasteru od po 1.30 m ugrađuju barbokane od PVC cevi  $\varnothing 50$ , iza kojih se izrađuje drenažni zasip od iberlaufa, oko kojeg se postavlja geotekstil 300 gr.

**Potporni zid PZ1:** Dužina zida je 37.62 m. Sastoji se iz dva segmenta. Donja ploča zida je širine 1.90 m i visine 0.25 m. Zid je zid je konstantne visine 2.75 m i debljine 30 cm.

**Potporni zid PZ2:** Zid se sastoji iz šest dijelova. Zbog promjene nivelacije segmenti zida su fundirani na različitim dubinama i različite su visine zidova. Visina prvog segmenta 2.20 m, dužina zida 4.20 m. Širina donje ploče je 1.6 m. Debljina zida je 30cm. Visina drugog segmenta je 2.51 m, dužina 3.51 m, a širina ploče je 2.2 m. Treći segment zida je konstantne visine 2.8 m i dužine 4.20m. Debljina zida je promjenljiva od 30-50cm. Donja ploča zida je širine 2.5 m i debljine 0.25 m. Četvrti segment zida je konstantne visine 3.05 m i dužine 3.41 m. Debljina zida je promjenljiva od 30-50cm. Donja ploča zida je širine 2.5 m i debljine 0.25 m. Peti segment zida je konstantne visine 2.8 m i dužine 5.12 m. Debljina zida je promjenljiva od 30-50cm. Donja ploča zida je širine 2.5 m i debljine 0.25 m. Visina šestog segmenta 2.3 m, dužina zida 2.20 m. Širina donje ploče je 2.6 m, a visine 0.25 m. Debljina zida je 30cm.

**Potporni zid PZ3:** Zid se sastoji iz dva segmenta. Zbog promjene nivelacije segmenti zida su fundirani na različitim dubinama i različite su visine zidova. Visina prvog segmenta je 4,06m m, dužina zida 2.00 m. Širina donje ploče je 2.6 m. Debljina zida je 30cm. Zbog spajanja sa zidom koji ide uz osu 2, postoji širi dio zida koji mijenja širinu u zavisnosti od kraja ulice. Visina drugog segmenta je 3,09 m, dužina 3.00 m, a širina ploče je 2.6 m.

**Potporni zid PZ4:** Zid je konstantne je visine 2.39 m, i dugačak je 5.24 m, debljina donje ploče je konstantna i iznosi 25 cm. Širina ploče je 190 cm, dok je debljina zida promjenljiva od 20 do 60 cm.

**Potporni zid PZ5:** Zid se sastoji iz pet segmenata i prati nivelaciju puta do platoa kod parkinga. Visina zida prvog segmenta se mijnja od 1,06 m do 2,65 m. Debljina zida je 30 cm, a širina stope od 190 cm. Srednja dva segmenta su konstantne visine od 3,22m. Debljina zida je 30 cm, a širina stope od 230 cm. Visina zida četvrtog segmenta se menja od 3,22 m do 1,58 m. Debljina zida je 30 cm, a širina stope od 190 cm. Visina zida petog segmenta se menja od 1,58 m do 2,60 m. Debljina zida je 30 cm, a širina stope od 150 cm. Ukupna dužina zida je 32 m.

Potporni zid PZ6: Zid se sastoji iz osam segmenata i prati pad terena. Zid se izvodi u kampadama od po 2 m. Visina zida je 2,65m. Debljina zida je 30 cm, a širina stope od 170 cm. Ukupna dužina zida je 16,73 m.

## 5. ZAKLJUČAK

Jasno je da zbog ekspanzije građevinarstva nije uvijek moguće izabrati pogodnu lokaciju za izgradnju objekata tako da potporni zidovi, kao jedan od načina da se prevaziđe taj problem, imaju izuzetan značaj. To je značajno naročito kada su u pitanju infrastrukturni objekti kao što su saobraćajnice, kao što je to prikazano u radu.

## 6. LITERATURA

- [1] Priručnik za projektovanje puteva u Republici Srbiji, Beograd, 2012.
- [2] <http://www.gradjevinans.net/index.php/studentски-portal/2014-08-07-07-50-40.html> (pristupljeno u septembru 2020.)
- [3] Betonske konstrukcije u zgradarstvu, prema Evrokodu, Zoran Brujić
- [4] Slika ([https://www.espreso.rs/data/images/2018/08/28/10/417175\\_koridor-10\\_ff.jpg](https://www.espreso.rs/data/images/2018/08/28/10/417175_koridor-10_ff.jpg))
- [5] Sremski Karlovci-wikipedia

### Kratka biografija:



**Dejan Palalić** rođen je u Banjaluci 1996. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva – Putevi, železnice i aerodromi odbranio je 2020. god. kontakt: [dejan.palalic10091996@gmail.com](mailto:dejan.palalic10091996@gmail.com)

**ANALIZA I PRIMENA BAGERA REFULERA PRI IZMULJENJU KANALA OSNOVNE KANALSKE MREŽE HIDROSISTEMA DUNAV-TISA-DUNAV****ANALYSIS AND APPLICATION OF REUSER EXCAVATOR WHEN ATTACHING THE CHANNEL OF THE BASIC CHANNEL NETWORK DANUBE-TISA-DANUBE HYDROSYSTEM**Nikola Stepanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

**Kratak sadržaj** – U ovom radu opisana je analiza i primena bagera refulera pri izmuljenju kanala Dunav-Tisa-Dunav, prikazane su tri osnovne tehnologije izmuljenja: klasično izmuljenje, izmuljenje pomoću resuspenzije materijala sa dna i specijalne tehnike izmuljenja. Cilj rada na izmuljenju je uklanjanje kontaminiranog mulja iz Kanala korišćenjem rentabilne i brze metode. Da bi se ovo postiglo, mora da se definiše takva strategija izmuljenja koja predstavlja najefikasniju kombinaciju raspoloživih ili novih materijala sa fizičkom i geografskom situacijom u i oko Kanala.

**Ključne reči:** *Izmuljenje kanala, Bager refuler, Analiza troškova*

**Abstract** – *This paper describes the analysis and application of the refuler excavator in the siltation of the Danube-Tisa-Danube canal, three basic grinding technologies are presented: classical grinding, grinding by resuspension of material from the bottom and special grinding techniques. The goal of the sludge work is to remove contaminated sludge from the Canal using a cost-effective and fast method. To achieve this, such a cheating strategy must be defined that represents the most effective combination of available or new materials with the physical and geographical situation in and around the Channel.*

**Keywords:** *Channel muddying, Excavator refuler, Analysis of the expenses*

**1. UVOD**

Kanal DTD nosi znatne količine sedimenta (nanosa/mulja). Količina sedimenta zavisi od količine padavina i posledične erozije u slivnom području. Velike padavine uzrok su jače erozije i većih količina sedimenta i boje vode u tamniju nijansu braon boje nego što je to slučaj u sušnim periodima. U poređenju sa pritokama proticaj u Kanalu je relativno spor. Sediment koji se unosi u Kanal preko brzih pritoka taloži se u sporiem delu Kanala izazivajući znatno smanjenje dubine vode. Ovo se najbolje može zapaziti duž obala gde je proticaj sporiji nego u sredini Kanala. Opadanje dubine stvara dobre uslove za bujanje rastinja. Tokom procesa revitalizacije Kanala sediment će biti uklonjen (iskopan/izmuljen). Zagađeni sediment se mora odložiti na ekološki način.

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Vladimir Mučenski, vanr. prof.**

Krajnji cilj projekta revitalizacije Kanala jeste održivo upravljanje vodama. U tom kontekstu kvalitet sedimenta je značajan iz nekoliko razloga: utiče na kvalitet vode u kanalu i živi svet kanala (posredno i na ljude preko lanca ishrane), prilikom revitalizacije kanala određene količine sedimenta će biti izmuljene pa je neophodno izvršiti njegovo odlaganje i remedijaciju bez negativnih posledica po životnu sredinu. Podaci o hemijskim karakteristikama sedimenta su osnova za izbor remedijacione tehnike i kasniji monitoring kvaliteta sedimenta u toku same remedijacije do konačne dispozicije koja neće imati štetnih posledica po okolinu. Štetni efekti mogu da se ispolje pri čišćenju kanala usled neadekvatnog rukovanja muljem ili neadekvatnog deponovanja ako sadrži toksične materije u količini većoj nego što je prihvatljivo.

**2. METODE IZMULJENJA**

Kanal može da se podeli u tri deonice za izmuljenje: nasipi duž Kanala, obalni delovi Kanala, središnji deo Kanala.

Kod izbora tehnologije izmuljenja i tipa bagera, moraju se uzeti u obzir sledeći uslovi i zahtevi:

- Tehnološke mogućnosti i ograničenja pojedinih tipova bagera, u odnosu na morfološke karakteristike zone izmuljenja (dubina sa koje se bageruje materijal konvencionalnom opremom je najčešće ograničena na 30 m);
  - Tehnološke mogućnosti i ograničenja pojedinih tipova bagera, u odnosu na geotehničke karakteristike materijala za izmuljenje (glina, pesak, šljunak, mekše stene);
  - Ukupna količina nanosa koga treba ukloniti direktno utiče na trošak izmuljenja;
  - Geometrija (položaj i debljina) nanosnih naslaga - utiče na troškove izmuljenja, jer od toga zavisi učestalost premeštanja mehanizacije;
  - Učinak pojedinih tipova bagera i jedinična cena izmuljenja;
  - Način odlaganja izmuljenog materijala i udaljenost odlagališta;
  - Uticaj tehnologije izmuljenja na životnu sredinu (posebno u slučaju kontaminiranih sedimenata)
- Postoje tri osnovne tehnologije izmuljenja:
- Klasično izmuljenje**, uz korišćenje suvozemne ili plovne mehanizacije, **Izmuljenje pomoću resuspenzije materijala sa dna** generisanjem veštačkog strujanja iznad sedimenata (agitation dredging), **Specijalne tehnike** za izmuljenje sa većih dubina (mlazne i vazdušne pumpe).

## 2.1. Mehanički bageri

Postoji bezbroj varijacija kod mehaničkih bagera, ali na svakom se koristi kašika ili vedro kojim se odvaja materijal sa rečnog dna.

**Bager vedričar** (slika 1.) je stacionarni tip plovnog bagera, koji ima beskonačni lanac vedara, vezanih za tzv. merdevine. Vedra se pune tokom rotacije, a prazne se u baržu privezanu uz bager. Maksimalna dubina izmuljenja zavisi od veličine bagera, ali najčešće ne prelazi 20 m. S druge strane, minimalna dubina vode u kojoj mogu da rade je skoro 8 m. Danas se često koriste za izmuljenje kontaminiranog mulja, zato što ne remete materijal na mestu iskopa.



Slika 1. Plovni bager vedričar

**Bager grajfer** koristi kašiku za iskop materijala sa dna ili obala reke (slika 2.). Kašikom se upravlja pomoću kablova ili hidraulički. Dizalica sa kašikom može biti montirana na pontonu, koji se stacionira na nekoj lokaciji. U tom slučaju se izmuljeni materijal tovari u barže. To je jednostavna i relativno jeftina mašina, koja je najbolja za iskop konsolidovanog mulja, gline i peska.



Slika 2. Bager grajfer

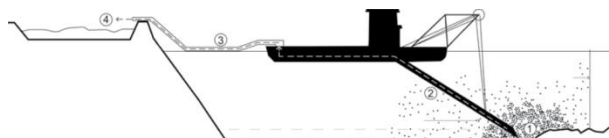
**Bageri sa čeonom kašikom** (slika 3.) se najčešće postavljaju na preuređene teretne brodove. Kašika je čvrsto pričvršćena na rešetkastu konstrukciju. Da bi se povećao kapacitet iskopa, brod bagera je pričvršćen za dva stuba koji prenose težinu prednjeg dela broda na dno. Ovaj tip bagera je snažna mašina koja može odstraniti sa dna naslage koje se sastoje od gline, jako konsolidovanog peska, čvrstog materijala, kamenitog materijala ili raspadnute stene.



Slika 3. Bager sa čeonom kašikom

## 2.2. Hidraulički bageri

Hidraulički bageri podižu sa dna materijal u vidu suspenzije kroz sistem cevi koje su povezane sa centrifugalnom pumpom (slika 8.). Koriste se samo za iskop nevezanog materijala. Hidrauličko izmuljenje je najefikasnije u slučaju finih materijala, koji se mogu lako održati u suspenziji. Postoji nekoliko podvrsta bagera refulera: (1) Refuler koji utovara iskopani materijal u barže. Ovaj tip se koristi kada je transportna daljina velika, tako da nije ekonomično koristiti hidraulički transport; (2) Refuler koji pumpa iskopani materijal prema obali kroz cevovod (slika 9.); (3) Refuler za veće dubine, opremljen podvodnom pumpom, tako da dubina iskopa može da dostigne i 80 m.



Slika 4. Rad bagera refulera (1) iskop, (2) podizanje, (3) transport kroz cevovod, (4) istovar na deponiju

Refuleri imaju mogućnost transporta iskopanog materijala plovnim cevovodom ili kombinacijom plovnog i suvozemnog cevovoda. Iskopani materijal se može ispuštati direktno u vodu ili formirane kasete, gde se voda oceduje i materijal postepeno suši.

Pored navedenih najčešće korišćenih bagera, u svetu se koriste i druge vrste. To su:

Bager "čistač", hidraulički usisni bager koji koristi široku glavu sa vodenim mlazevima za izmuljenje; Bager sa kontejnerom, brod-samohotka, koji se najčešće koristi na moru; Hidraulički bager sa rotacionim sekačima (slika 5.) Ovakav bager ima najširu primenu jer može efikasno kopati i pumpati sve tipove aluvijalnih materijala, ali i čvršćih materijala, kao što je glina. Osnovni nedostatak ovog bagera je nepovoljan efekat rotacionih sekača, koji stvaraju veliku koncentraciju suspendovanog nanosa pri dnu i mogu imati negativne posledice po životnu sredinu.



Slika 5. Bager refuler sa rotacionim sekačima

## 2.3. Specijalne tehnike izmuljenja

U ovu grupu spada izmuljenje pomoću resuspenzije materijala sa dna, koje se ostvaruje veštački generisanim strujanjem. Resuspendovani nanos se dalje transportuje prirodnim tokom, u vodotoku ili akumulaciji. Veštačko strujanje na dnu vodotoka ili akumulacije može se generisati na dva osnovna načina:

(1) radom usisnih bagera, pri čemu se podižu istaložene čestice nanosa i podižu u suspenziju ili (2) dejstvom propelera, instaliranih na specijalno konstruisanim plovilima, kojima se, stvara vrtložno strujanje u zoni dna.

### 3. IZBOR OPTIMALNE METODOLOGIJE I RAZRADA OPTIMALNOG TEHNIČKOG REŠENJA I DEFINISANJE DEPONIJA

#### 3.1. Tehnički podaci refulera

Za iskop materijala – mulja iz kanala predviđen je refuler tipa IHC Beaver 300 C. Refuler ima dužinu 12m, širinu 4.05m i dubinu gaza od 1.3m. Pogonski motor refulera ima snagu od 240 kW. Rezač tla ima snagu od 30 kW, sa 5 nazubljenih noževa, prečnik rezanja je 83 cm. Usisna pumpa ima snagu 177 kW i usisana smesa vode i mulja se transportuje kroz crevo prečnika 26 cm. Dužina dohvata rezača je 6m. Očekivani učinak iskopa i transporta materijala u deponiju je 800 m<sup>3</sup> mulja na dan i pri tome refuler prepumpava 4000 m<sup>3</sup> suspenzije vode i mulja na dan. Radno vreme je 12 sati na dan.

#### 3.2. Opis tehničkog rešenja deponija

Na terenu su identifikovane lokacije na kojima je vodoprivreda planirala izradu deponije ili započela radove na izradi deponije. Obilaskom i detaljnim osmatranjem terena utvrđeno je da su tri lokacije za deponovanje mulja vrlo pogodne i lokacijski dobro postavljene za predstojeće radove.

Izrađene varijante varirale su način izmuljenja i način remedijacije. Konačno je obrađeno i prikazano pet varijanti.

Vrednost radova ukazuje odlučujući uticaj investicije u opremu za remedijaciju. U varijanti 1 nabavlja se 1 set opreme za remedijaciju, u varijanti 2 nabavlja se 8 setova, u varijanti 3 nabavlja se 8 setova sa 4 centrifuge, u varijanti 4 nabavlja se 8 setova sa 2 centrifuge i u varijanti 5 se uopšte ne nabavlja oprema za remedijaciju. Po vrednosti radova varijanta 5 je najpovoljnija, sledi varijanta 1.

Prema vremenu trajanja radova varijante 3, 4 i 5 su najpovoljnije.

Prema zaposlenoj radnoj snazi u varijanti 1 potrebno je 5 radnika tokom pedeset dva meseca rada, u varijanti 2 potrebno je 40 radnika tokom sedam meseci rada i 5 radnika tokom tri meseca rada, u varijantama 3 i 4 potrebno je 40 radnika tokom sedam meseci rada. U varijanti pet nije potrebna radna snaga, a od ostalih varijanti najmanje radne snage potrebno je u varijanti 1. Od obrađenih varijanti izdvajaju se dve – varijanta 1 i varijanta 5.

Varijanta 5 znači da zagađen otrovan sediment bude trajno deponovan na bezbedan način, a varijanta 1 je najekonomičnija od ostalih varijanti jer se sa minimalnim ulaganjem u opremu za remedijaciju zagađen sediment prerađuje u neopasan materijal i trajno deponuje. Varijanta 1 je najopravdanija da se realizuje.

### 4. PRORAČUN KOŠTANJA EFEKTIVNOG RADNOG ČASA MAŠINA

Struktura cene efektivnog sata rada angažovane mašine definisana je izrazom:

$$Kh = Jt/hgr + (EE + EOS) * (1 + \phi) \text{ [€/h]}$$

gde su:

Jt - jednokratni troškovi

hgr - planirani fond radnih sati mašine na gradilištu

EE - eksploatacioni troškovi

EOS - troškovi osnovnog sredstva

$\phi$  – faktor kalkulisanja - faktor kojim se kalkulišu režijski troškovi i dobit

#### 4.1. Jednokratni troškovi

Jednokratni troškovi predstavljaju sve troškove dopreme mehanizacije na gradilište, njeno puštanje u rad, montaže, probnog rada, demontaže kao i uklanjanje sa gradilišta.

Ovi troškovi direktno zavise od nabavne vrednosti mašine:

$$Jt = pJt * NV$$

gde je:

pJt – procentualni iznos usvojen prema vrsti mašine

NV – nabavna vrednost građevinske mašine

#### 4.2. Eksploatacioni troškovi

Eksploatacioni troškovi predstavljaju grupu troškova koja obuhvata:

$$EE = ERS + EEN + EMAZ + ETO + EHAB$$

gde su:

ERS - troškovi radne snage, odnosno bruto lični dohodak angažovanih radnika.

EEN - troškovi utrošene energije ( $EEN = gEN * CEN$ ) koji zavise od količine (gEN) energije utrošene sagorevanjem naftnih derivata ili električne energije, a srazmerni su ceni (CEN) jedinice utrošene energije.

$$EEN = N * gs * Ko * CEN$$

EMAZ - troškovi utrošenog maziva za jedan efektivni rad sata.

$$EMAZ = N * gMAZ * Ko * CMAZ$$

ETO - troškovi tekućih opravki

$$ETO = p * NV/15000$$

EHAB - troškovi habajućih delova

$$EHAB = 1.1 * NVhab/hEK,hab$$

gde su hEK,hab i NVhab ekonomski vek trajanja habajućeg dela i nabavna vrednost habajućeg dela.

#### 4.3. Troškovi osnovnog sredstva

Troškovi osnovnog sredstva obuhvataju izdatke za investiciono održavanje mašine, amortizaciju i troškove kamate i osiguranja mašine.

$$EOS = EINV + EAM + EKIOS$$

gde su:

EINV - troškovi investicionog održavanja

$$EINV = 0.15 * NV/hgod$$

gde su: NV - nabavna vrednost mašine, hgod - godišnji fond radnog vremena mašine

EAM - troškovi amortizacije

$$EAM = NV/hEK$$

gde su: NV - nabavna vrednost mašine, hEK - ekonomski vek trajanja mašine

EKIOS - troškovi kamate i osiguranja

$$EKIOS = 0.1 * NV/hgod$$

gde su: NV - nabavna vrednost mašine, hgod - godišnji fond radnog vremena mašine

#### 4.4. Proračun koštanja efektivnog radnog časa za bager refuler Ihc Beaver 300c

Varijanta 1

Nosivost radnog organa	q	t	23,00
Snaga motora	N	kW	240,00
Nabavna vrednost	NV	din	42.000.000,00
Jednokratni troškovi	Jt	din	126.000,00
Fond radnih sati na gradilištu (hgr)	h		1.600,00
Jt/hgr	din/h		78,75
Troškovi radne snage	ERS	din/h	400,00
Utrošak energije	gs	lit/kWh	0,15
Koeficijent opterećenja motora (KO)	-		0,60
Jedinična cena energenata	CEN	din/lit	150,00
Troškovi utrošene energije	EEN	din/h	3.150,00
Utrošak maziva	gMAZ	kg/kWh	0,01
Jedinična cena maziva	CMAZ	din/lit	370,00
Troškovi utrošenog maziva	EMAZ	din/h	532,80
Procentualni iznos prema mašini	PTO	-	0,50
Troškovi tekućih opravki	ETO	din/h	1.400,00
Troškovi habajućih delova	EHAB	din/h	275,00
Troškovi eksploatacije	EE	din/h	5.757,80
Ekonomski vek trajanja mašine	hEK	h	12.000,00
Troškovi amortizacije	EAM	din/h	3.500,00
Godišnji fond radnog vremena mašine	hGOD	h	1.600,00
Troškovi investicionog održavanja	EINV	din/h	5.250,00
Troškovi kamate i osiguranja	EKIOS	din/h	3.500,00
Troškovi osnovnog sredstva	EOS	din/h	10.062,50
Faktor kalkulisanja	φ	-	0,25
Cena efektivnog radnog sata	Kh	din/h	19.854,13

	Ljudski resursi	Tehnički resursi IHC Beaver 300C
Količina radnih sati [h]	40.000,00	1.600,00
Cena [din/h]	400,00	19.854,13
Ukupno [din]	16.000.000,00	31.766.600,00

$$C_p = (E_{id} + E_{os}) \times (1 + \rho')$$

gde je:

$C_p$  – prodajna cena građevinske usluge

$E_{id}$  – troškovi radne snage

$E_{os}$  – troškovi osnovnih sredstava (mašina)

$\rho'$  – faktor režije i dobiti

$$C_p = (16\ 000\ 000 + 31\ 766\ 600) \times (1 + 0.5) = 71\ 649\ 900 \text{ din}$$

#### 5. ZAKLJUČAK

Za svaku reku u Srbiji određena je količina nanosa koja se na godišnjem nivou sme ukloniti iz rečnog korita. Ona je jednaka količini nanosa koja se prirodnim putem može obnoviti preko vučenog nanosa koji dospeva sa uzvodnog dela sliva ili nastaje kroz mehanizam fluvijalne erozije.

Kako se u Srbiji ne vrše merenja vučenog nanosa, za definisanje dozvoljenih količina korišćeni su podaci o transportu suspendovanog nanosa i hipoteza da je transport vučenog nanosa približno jednak 10 % transporta suspendovanog nanosa na posmatranom sektoru vodotoka.

#### 6. LITERATURA

- [1] M.Trivunić, Z.Matijević, "Tehnologija i organizacija građenja-praktikum", Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, 2009. Godina
- [2] Normativi i standardi u građevinarstvu, Građevinska knjiga, Beograd 1999. Godina
- [3] Uređenje vodotoka, Dr Marina Babić Mladenović
- [4] Prethodna studija opravdanosti sa generalnim projektom izmuljivanja, deponovanja i remedijacije sedimenta kanala Vrbas – Bezdan u Vrbasu km 0+000 do km 6+000
- [5] www.royalihc.com

#### Kratka biografija:



**Nikola Stepanović** rođen je u Valjevu 1988. god. Diplomski – master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo odbranio je 2020. god.

**УПОТРЕБА МУЉА ИЗ ВОДЕ ЗА ИЗРАДУ НАСИПА И НОСЕЋИХ СЛОЈЕВА У ПУТАРСТВУ****USE OF SLUDGE FROM WATER FOR CONSTRUCTION OF EMBANKMENTS AND BEARING LAYERS IN ROAD CONSTRUCTION**Милица Којић, Милош Шешлија, *Факултет Техничких Наука, Нови Сад***Област - ГРАЂЕВИНАРСТВО**

**Кратак садржај** - У раду су приказана досадашња истраживања примене муља за носеће слојеве у путарству. Описана је комплетна процедура и начин испитивања, анализе муља из река, језера и мора.

**Кључне речи:** Материјал, Ископани седименти

**Abstract** – The paper presents previous research on the application of sludge for bearing layers in road construction. The complete procedure and method of testing, analysis of sludge from rivers, lakes and the sea are described.

**Keywords:** Material, Dredged sediments

**1. УВОД**

Муљ или блато је ситнозрни седимент, засићен водом, на дну водених басена – река, мора, језера или океана. Представља почетни стадијум у формирању многих седиментних стена. Кад је навлажен у течном је стању, када се осуши прелази у чврсто стање. Процесом уклањања седимената са дна брана настају велике количине ископаних седимената који се сматра отпадом. Компаније за изградњу путева троше велике количине природних агрегата и њихови природни ресурси се исцрпљују и постаје све теже отворити нове каменоломе. Седименти се могу окарактерисати као комбинација растреситих честице које се састоје од глине, муља и песка који су процеси ерозије и временских утицаја земљишта, стена и органских материја и људских активности. За изградњу путева потребни су материјали са високим механичким карактеристикама. Због тога је потребна употреба везива.

**2. КАРАКТЕРИЗАЦИЈА СЕДИМЕНТА**

Рециклажа ископаних материјала за потребе изградње путева захтева проверу одређених геотехничких критеријума.

У Француској, Проктор и затезна испитивања су главна испитивања која се препоручују за утврђивање погодности одређеног материјала који ће се користити као структурни материјал у једном од различитих слојева пута конструкција.

**НАПОМЕНА**

Овај рад проистекао је из мастер рада чији је ментор био доц. др Милош Шешлија.

Проктор тест процењује сабијање материјала (Европски стандард, NF EN 13286-2, 2005). Измерена инжењерска карактеристика је садржај воде, вредност, која осигурава оптимално сабијање материјала.

**2.1 Физичке и геотехничке анализе**

Физичка и геотехничка карактеризација седимената пружа основне информације о природи седимената и како ће се понашати када се користе. Поред количине материјала за ископ, друге анализе укључују одређивање суве материје и садржаја воде, расподелу величине зрна (% песка, муља, глине), апсолутну густину и садржај органског материјала.

Ове анализе треба допунити другим геотехничким аналитичким карактеристикама као што су метилен плава вредност и Атербергове границе. Поред тога, сирови седименти имају низак индекс непосредног лежишта. Да би се повећале механичке перформансе седимената, обично се користи додаток зрнастих коректора праћен третманом хидрауличним везивима и / или антеном (цемент и / или креч).

Ископани седименти садрже врло високу количину воде. Њихов садржај воде, измерен термичком обрадом и израчунат износи око 200%. Сланост седимената је једнака 31,4 g/l, што одговара сланости морске воде.

Дубоис (2006) је показало је да тај исти седимент садржи 4,5% органских материја.

Расподела величине честица седимената (PSD) је одређена техником ласерске дифракције. PSD крива, показује да више од 90% седименти се састоје од финих честица пречника мањег од 63 μm.

**2.2 Минеролошке анализе**

Минералозна анализа је важна јер пружа боље разумевање седиментне матрице и открива главне минералознашке фазе у седиментима.

Минералозна карактеризација седимената укључује рентгенску флуоресцентну анализу главних елемената (Стандард NF EN 15309) и откривање минералознашких фаза дифракцијом X-зрака (XRD).

Микроскопске технике (оптичке или електронске) такође се могу користити за довршавање структурне анализе седимената, истраживањем природе аморфних фаза.

## 2.3 Механичке анализе

Врши се механичка карактеризација сирових седимената према Техничком водичу SETRA-LCPC (2000). Прокторовим тестом или индексом непосредног лежаја (IBI).

Коначна насипна густина збијеног тла зависи од природе тла, садржаја воде и енергије сабијања. Збијање омогућава затезање текстуре тла, смањење његових деформација, побољшање његове носивости и отпорности. За дато земљиште и за одређени начин сабијања постоји један садржај воде који одговара максималној густини. За основни слој, оптимални садржај воде и одговарајућа густина одређују се Прокторовим тестом према стандарду NF P 94-093.

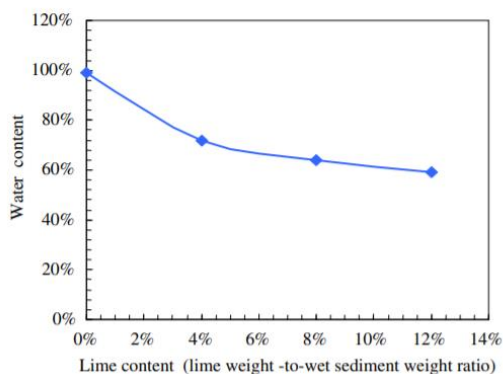
IBI - ово испитивање се изводи према стандарду NF P 94-078 да би се утврдило подизање материјала. IBI, који описује способност материјала да издржи оптерећења која стварају грађевинске машине током рада, је дефинисан односом између силе измерене за удубљење цилиндричне шипке у испитном материјалу и дате силе у поређењу са референтним материјалом.

## 2.4 Процес одводњавања

Да би се смањио садржај воде у проучаваном седименту, користи се поступак одводњавања екстракта. Састоји се од четири главна корака:

1. разблаживање седимента водом,
2. одвајање честица седимента пречника већег од 63  $\mu\text{m}$  од преосталог талоба,
3. флокулација наноса
4. уклањање великог дела воде помоћу механичке пресе, што може значајно смањити садржај соли у материјалу.

Овај процес обезбеђује седиментима занемарљиву сланост и садржај воде једнак 100%, што је и даље веома високо вредност за изградњу путева. Дакле, комплементарни поступак одводње који се састоји од додавања минерала креча на седимент након коришћења поступка екстракције. Додатак кречног минерала обично се користи за обраду тла како би се смањио њен садржај воде.



Слика 1. Ефекат додавања креча на смањење садржаја воде испитиваног седимента. [1]

Слика 1. показује да 4% креча (у поређењу са влажним тежином седимента) значајно смањује садржај

воде у седиментима, са 100% на 72%. Овај износ је и даље висок за пут. Тако да се користи термичка обрада на 40 °C и убрзава се операција сушења. Да би се смањио овај садржај воде, осталој смеси седимента и креча додаје се песак.

## 2.4 Анализе животне средине

У недостатку специфичног методолошког оквира за употребу ископаних седимената у инжењерству путева, карактеризација животне средине мора се извршити помоћу стандардизованих тестова заснованих на постојећим регулаторним и техничким референцама, наиме водича „Прихватљивост алтернативних материјала у путном машинству“ (SETRA, 2011). Ово спремиште омогућава идентификовање могућности за обнављање опасних или неертних материјала на основу укупног прага садржаја, испирања и продирања. Дакле, ископани седименти морају бити окарактерисани према њиховом понашању при испирању (стандард NF EN 12457-2), перколацији (стандард NF CEN/TS 14405) и према свом унутрашњем садржају загађивача хомогеним наносом.

## 3. ЛАБОРАТОРИЈСКЕ СТУДИЈЕ

Сврха студије формулације је да се испита могућност замене дела песка који се користи у путним материјалима ископаних седимената. Због своје доступности у луци, употреба ископаног песка у формулацији путних материјала на бази талоба представља занимљиво економско решење за побољшање механичких карактеристика ископаних материјала. Затим се мора третирати смеша талоба и ископаног песка са живим кречом и хидрауличким везивом. Избор зрнастих коректора мора испуњавати економска, техничка и еколошка ограничења. Рад (Dubois, 2006) показао је да смеше које комбинују песак и ситне седimente, између осталог, задовољавају механичке захтеве неопходне за употребу у подлогама. Предложена методологија за одабир и додавање грануларног коректора углавном се заснива на следећим параметрима:

- Ограничавање удела fine фракције у смешама.
- Ограничавање количине органске материје.
- Оптимизација количине финих седимената.
- Оптимизација расподеле величине честица.

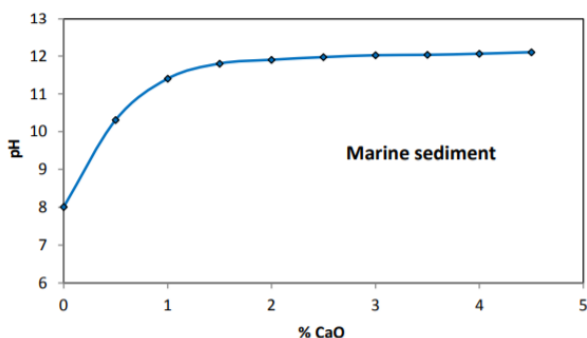
### 3.1 Хидраулично везиво

Хидраулично везиво је важан састојак у обради материјала за употребу у инжењерству путева. Његова способност агломерације агрегата даје материјалу трајну кохезију чија важност зависи од природе третираног материјала, врсте везива, уведене количине, компактности постигнуте током примене. Техника обраде седимента хидрауличног везива посебно је погодна за развој материјала на путу. Ова техника се састоји од надоградње лучких седимената на месту уградњом везива и мешањем док се не добије хомогени материјал. Хидраулично везиво је смеша са променљивим пропорцијама хидрауличких

елемената као што су клинкер, шљака из високе пећи, пуцолански елементи и вапненачка пунила.

### 3.2 Креч

Креч се обично користи у третманима стабилизације, али се може користити и као додаток хидрауличким везивима. Креч смањује садржај воде у третираним производима. Садржај креча одређује се тестом граничне фиксације, тест се састоји у одређивању рН суспензије седимента течност / чврста супстанца (L/S) од 5 у присуству све већег процента креча живе до константног рН. На пример, у случају лучких седимената, додавање креча од 1% резултира константним рН (слика 2).



Слика 2. Промена рН додавањем креча [1]

## 4. ПОГОДНА СМЕША

### 4.1 Смеша „А“

Бернард и сар. (2002) проучавали су различите смесе за побољшање носивости: додавање муља, шљаке, вапненачког пунила и летећег пепела. Показали су да мешавина 52% ископаног песка, 8% цемента и 40% од 0/4 мм песка из Булоње има одговарајуће збијање и механичка својства за поновну употребу у темељном слоју путева. Тада се може замислити да употреба финијег зрна материјала, као што су седименти, могао би још више побољшати својства ове идентификоване смесе. Процент честице би биле важније и тада би компактност у неким пропорцијама била боља. На основу ове идеје, прелиминарна меша „А“ која садржи седимент, 4% креча, ископани песак, песак 0/4 мм и портландски цемент „цем1“ је предложена.

### 4.2 Нова меша

Смеша „А“ показује да се морски ископани песак и седименти на Дункирку могу успешно користити као нови материјал за слојеве пута. Међутим, са економске тачке гледишта ова меша садржи високу вредност цемента. Да би био конкурентна другим алтернативама, нова меша „В“, коришћење само 6% цемента, што је тренутна вредност за третирано песак за потребе изградње путева. Даље, употреба нижег садржаја цемента представља још једну предност: мање скупљање меша и последично мањи ризик од пуцања. Предлаже се трећа меша „С“ да би се побољшала обрадивост меша „В“. Ова меша је слична меши „В“ и само је врста цемента различита. За мешу „С“, употребљени цемент „цем2“ садржи

67% шљаке и 12% кречњака (у маси). Његова употреба је погоднија за изградњу путева због дугог периода везивања, више од 13 х у поређењу са 4,5 х за цемент „цем1“.

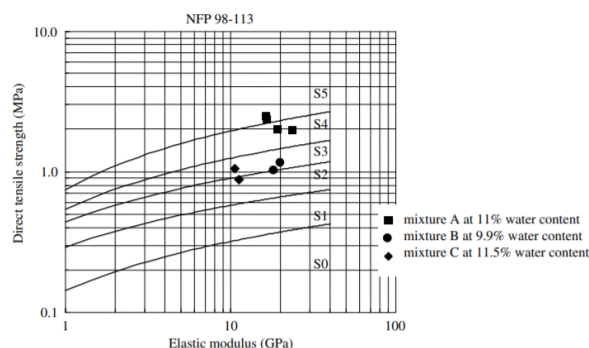
### 4.3 Модификовани Прокоторови тестови за меша В и С

Што се тиче меша А, меша В и С делују хомогено и лако се њима рукује за различите садржаје воде. За мешу В, максимална сува јединица тежине и оптимални садржај воде су, респективно, једнако 1,97 g/cm<sup>3</sup> и 10,8%. За мешавину С, једнаки су 1,94 g/cm<sup>3</sup> и 11,4%.

Вредности IPI се крећу од 35 до 50 за мешу В збијену при садржају воде нижем од 10,7%, што је погодна вредност за слојеве темеља и подлоге. IPI крива показује спорији пад од меша А када је садржај воде већи од 10%. Смеша „В“ изгледа да је мање осетљив на садржај воде од меша А. За мешу С, максимална вредност IPI је једнака 38. Ова меша се такође може користити у темељним слојевима путева пошто је његова IPI вредност виша од минимално потребне.

### 4.4 Еластични модул и затезна чврстоћа меша

Механичка испитивања еластичног модула и затезне чврстоће вршена су на два узорка за сваку мешу. У овој студији, 28-дневни цилиндри за старење меша Б и 8 месеци испитују се боце за старење меша С (слика 3). Вредности старења од 360 дана процењују се, према стандарду (Европски стандард, NF EN 14227-3, 2004) од оних на 28 дана за мешу В (једначине (3) и (4)). За мешу С претпостављамо да су резултати за 8 месеци слични онима за 360 дана. Експериментални резултати указују на добру механичку чврстоћа две меша. Смеша „В“ на 9,9% воде и меша „С“ при 11,5% садржаја воде су класификовани у границама класе S2 и S3. Са геотехничког становишта, меша „В“ може да се користи за темељне слојеве, па чак и за основне слојеве ако је садржај воде добро контролисан. Смеша С је погодна за темељне слојеве пута.



Слика 3. Структурна класификација меша „А“, „В“ и „С“ [1]

Још је погоднија за изградњу путева, не само због неколико описаних разлога пре, али и због његових механичких својстава. У поређењу са мешом В, има готово исту затезну чврстоћу али нижи модул

еластичности, што представља предност у дизајну разматраног слоја пута.

Заправо, користећи смешу С, потребна дебелина слоја би била мања: смеша С је тада економски занимљивија него смеша В.

## 5. ЗАКЉУЧАК

Рад се бави поновном употребом седимента као новог материјала за изградњу путева, а посебно за темељне и подножне слојеве путева, који захтевају добра механичка својства.

Проблем са високим садржајем воде и сланошћу седимента је представљен и ублажен поступком одводњавања и додавање креча. Три погодне смеше, А, В и С, су идентификоване и испитане помоћу седимента, ископаног песка и цемента.

Експериментални резултати показују да се Дункирк морски издубљени песок и седименти могу успешно користити као нови материјал за изградњу темеља и основних слојева пута.

Смеша В која користи само 6% портландског цемента може се успешно користити као материјал слоја пута и за темељне и за основне слојеве.

Смеша С користећи 6% мешаног цемента који садржи шљаку и кречњак користити се за темељни слој. Ова последња смеша представља неколико предности, међу којима је добра обрадивост. То је такође економски врло конкурентна смеша осталим смешама и обично се користи у изградњи путева. Јачина (снага) смеше се проверава извођењем студија осетљивости на садржај воде.

Напокон се предлажу допунски тестови. Они се углавном тичу понашања материјала у вези са деградацијом животне средине и побољшањем смеша.

## 6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Marine dredged sediments as new materials resource for road construction. [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
- [2] Sustainable reuse of dredged sediments as pavement materials by cement and fly ash stabilization [www.doi.org.com](http://www.doi.org.com)
- [3] Европски стандард, NF EN 13286-42, 2003. Невезане и хидраулички везане смеше. Метода испитивања за одређивање индиректне затезне чврстоће хидраулички везаних смеша.
- [4] Beneficial use of dredged sediments in road engineering. SEDILAB by sc2e. [Sednet.org](http://Sednet.org).

### Кратка биографија:



**Милица Којић**, рођена је у Новом Саду 1991. године. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Грађевинарства – Путеви, железнице и аеродроми је одбранила 2020. године. контакт: [milica.kojic2@gmail.com](mailto:milica.kojic2@gmail.com)



**Милош Шешлија**, рођен је у Новом Саду 1987. год.. Докторирао је на Факултету техничких наука у Новом Саду 2018. год., а од 2019. год. је у звању доцента на Катедри за геотехнику и саобраћајнице.

**ANALIZA MERENJA UGIBA U KOLOVOZU METODOM FWD NA PRIMERU  
DRŽAVNOG PUTA I-B REDA****REHABILITATION ANALYSIS OF PAVEMENT DEFLECTION MEASUREMENT  
USING METHOD WITH FWD DEVICE, ON THE STATE ROAD I-B**

Aleksandar Janković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

**Kratak sadržaj** – Rad sadrži teorijske osnove metodologije za projektovanje pojačanja kolovoznih konstrukcija kao i analiza metoda za dimenzionisanje pojačanja kolovoznih konstrukcija pomoću izmerenih defleksija kolovoznih konstrukcija. Sam postupak je prikazan na primeru Državnog puta Zrenjanin-Ečka.

**Ključne reči:** kolovozna konstrukcija, rehabilitacija, defleksija.

**Abstract** – The document contains the theoretical foundations of the methodology for designing the reinforcement of pavement construction as well as the analysis of methods for dimensioning of the reinforcement of pavement construction using measured deflections of pavement construction. The procedure itself is shown on the example of a State road Zrenjanin-Ečka.

**Keywords:** pavement construction, rehabilitation, deflection.

**1. UVOD**

Posle određenog perioda eksploatacije kolovozne konstrukcije javlja se potreba za analiziranjem iste sa aspekta nosivosti, a sve u cilju određivanja trenutne / efektivne nosivosti i porjektovanja tehničkih mera rehabilitacije.

Dat je i osvrt na princip rada sledećih ugibomera kao i odogovarajuću metodologiju analize nosivosti kolovoznih konstrukcija :

- Benkelmanova greda
- Lakora-deflektograf
- FWD uređaj (Falling Weight Deflectometer)

Zatim, prikazano je Idejno-inženjersko rešenje projekta kolovozne konstrukcije za potrebe pojačanog održavanja državnog puta IB reda, broj 13, deonica:(Zrenjanin-Ečka). Analiza nosivosti kolovozne konstrukcije je izvršena prema defleksijama merenim padajućim tegom – FWD uređajem na osnovu kojih je izvršena i tehnička mera rehabilitacije/pojačanja postojeće kolovozne konstrukcije prema prethodno analiziranim uticajnim parametrima za predmetnu deonicu.

**NAPOMENA:**

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

**2. PRIKAZ METODA ZA DIMENZIONISANJE  
POJAČANJA KOLOVOZNE KONSTRUKCIJE****2.1. Benkelmanova greda**

Benkelmanova greda predstavlja mehanički merni uređaj koji prenosi vertikalne pokrete (ugib) površine kolovozne konstrukcije na merni sat (slika 5). Sastoji se od sledećih komponenti:

- prenosnog ili pokretnog držača sa tri oslonca; visinu oslonaca je moguće prilagođavati,
- vertikalnog pokretnog kraka senzora, koji je moguće blokirati,
- mernog sata (prečnika 100 mm), opsega merenja od 30 mm, sa podelom skale od 0,01 mm,
- vibratora koji je moguće podesiti u cilju uklanjanja trenja kraka senzora kao i trenja na mestu mernog sata.

Benkelmanova greda omogućava merenje:

- ukupnog, odnosno elastičnog i plastičnog ugiba površine kolovozne konstrukcije metodom „pri dolazećem opterećenju”) i,
- samo elastičnog ugiba (metodom „pri odlazećem opterećenju”), za koji se uglavnom smatra da određuje stvarno stanje kolovozne konstrukcije.

Benkelmanovu gredu treba postaviti na odabrano merno mesto, kako bi se obezbedio dobar kontakt sva tri nosača držača i kako bi se postigla poprečna horizontalnost držača. Pre početka merenja ugiba potrebno je izmeriti temperaturu asfaltnog zastora. Prilikom merenja ugiba, u skladu sa metodom „pri dolazećem opterećenju”, vozilo mora da se kreće unazad brzinom od 0.5 m/s, i mora pažljivo da se približi vrhu senzora na kraku Benkelmanove grede.

Par zadnjih točkova na vozilu mora, na početku merenja, biti 3 m udaljen od vrha senzora. U toku izvođenja ispitivanja, na određenim udaljenostima propisno opterećene osovine vozila od vrha senzora (2, 1, 0,5; i 0,25 m), i ukoliko se vrh senzora nalazi ispod osovine zadnjih točkova vozila, vrednosti ugiba treba očitavati na mernom satu.

Po isteku oko dva minuta, vozilo treba da se vrati nazad na polaznu tačku, brzinom od oko 0,5 m/s. Ugib treba izmeriti kada je opterećena osovina vozila 1 m i 3 m udaljena od vrha senzora.



Slika 1: Benkelmanova greda

## 2.2. Lakroa - deflektograf

Lakroa-deflektograf sastoji se iz sledećih osnovnih komponenti:

- Vozila, koje prenosi mernu spravu, i predstavlja opterećenje za izvođenje merenja
- merne sprave koja se sastoji od fiksnog nosivog okvira, pokretnog nosivog okvira sa dva kraka senzora, dva induktivna merača pokreta kraka senzora, sistema sa računarskom podrškom za nadzor nad merenjem, kontrolu pokreta pokretnog nosivog okvira, automatsko evidentiranje ugiba, i prenos podataka na računar
- računara sa programima za evidentiranje svih potrebnih podataka kao izvedenim merenjima i dobijenim rezultatima

Kako bi se izvršilo opterećenje mernog sata, zadnja osovina vozila mora da bude spravljena sa dva para točkova.

Osovinsko opterećenje treba da iznosi do 100 kN.

Opterećenje je moguće podešavati regulišući količinu vode koja se nalazi u rezervoaru postavljenom na vozilu. Pritisak u gumama točkova na mernoj osovini mora biti isti / konstantan i iznositi 0.7 do 0.8 MPa.

Za merenje temperature asfaltnog zastora upotrebljava se termometar u opsegu od 0 °C do 50 °C.



Slika 2: Lakroa deflektograf

## 2.3. FWD uređaj

Trenutno u svetu najzastupljeniji ugibomer sa padajućim teretom je FWD (Falling Weight Deflectometer) danskog proizvođača „DYNATEST“. Ugibomer sa padajućim teretom se sastoji od tega mase od 150 kg za puteve i 400+250 kg za aerodrome – HWD), koji vertikalno pada (visina varira od 0.04 do 0.4 m) na ploču prečnika 300 ili 450 mm, spregnutu sa oprugom. Maksimalna veličina tereta može da varira (od 15 do 150 kN) uz pomoć:

- promene mase tereta,
- promene visine pada (najparaktičniji način za promenu sile),
- promene konstantne opruge.



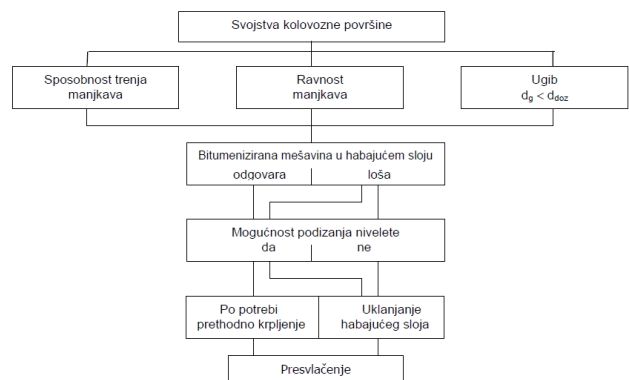
Slika 3: FWD

Način merenja ugiba površine kolovozne konstrukcije zasniva se na dinamičkom opterećenju kružne ploče padajućim teretom. Trajanje i sila opterećenja treba da budu isti kao i u slučaju opterećenja pomoću točkova vozila. Pre početka merenja ugiba potrebno je osigurati savršeno naleganje kružne ploče kao i grede sa geofonima na površinu kolovozne konstrukcije, izmeriti temperaturu asfaltnog zastora, postaviti pojedine osnovne i moguće dodatne parametre za merenje (način opterećenja, broj sprava za merenje)

## 3. PRIKAZ POSTOJEĆE ZAKONSKE I TEHNIČKE REGULATIVE ZA DIMENZIONISANJE POJAČANJA KOLOVOZNIH KONSTRUKCIJA

Projektovanjem ojačanja postojećih asfaltnih kolovoznih konstrukcija određuju se ukupne debljine ojačanja i debljine pojedinih slojeva za predviđeno ojačanje postojeće asfaltno konstrukcije. Asfaltna kolovozna konstrukcija, određena na ovaj način (u zavisnosti od stanja postojećeg kolovoza, predviđenog saobraćajnog opterećenja u toku veka trajanja, kvaliteta materijala, i hidroloških i klimatskih uslova) treba da spreči prevelik zamor (razaranje) strukture materijala postojeće kolovozne konstrukcije, kao i da održava upotrebljivost površine kolovozne konstrukcije na odgovarajućem nivou, u cilju obezbeđenja bezbedne, udobne i ekonomične upotrebljivosti.

Princip postupaka za određivanje ojačanja postojeće kolovozne konstrukcije prikazan je na slici 4.



Slika 4: Postupak za određivanje ojačanja

Prema toj osnovi ojačanje postojeće asfaltno konstrukcije moguće je izvršiti: nadogradnjom, delimičnom zamenom, ili potpunom zamenom.

Ukoliko je odabran postupak nadogradnje to podrazumeva ugradnju jednog ili više novih slojeva bitumenizirane mešavine na postojeću kolovoznu konstrukciju.

Postupak delimične zamene obuhvata: zamenu dela oštećene kolovozne konstrukcije (npr. habajućeg sloja) novim slojem odgovarajućeg materijala, ili obradu dela postojeće kolovozne konstrukcije primenom odgovarajućih postupaka za uspostavljanje specifičnih svojstava materijala (npr. stabilizacija nevezanog materijala odgovarajućim vezivima, remix itd.)

U slučaju potpune zamene, uklanja se celokupna oštećena asfaltna kolovozna konstrukcija, a na novouređenoj podlozi izgrađuje nova. Materijale uklonjene kolovozne konstrukcije moguće je ponovo reciklirati pod uslovom da se na odgovarajući način prerade.

Odluka o tome da li će se izvršiti nadogradnja ili da se predvidi zamena zavisi od sledećeg: prikladnosti postojećih slojeva za deo nove kolovozne konstrukcije, unapred postavljenih ograničenja (npr. ograničenja visine kolovoza, nosivost mosta itd.), uticaja na okolinu, i ekonomije (ekonomske analize)

#### 4. PROJEKAT KOLOVOZNE KONSTRUKCIJE ZA POTREBE POJAČANOG ODRŽAVANJA DRŽAVNOG PUTA, DEONICA ZRENJANIN-EČKA

##### 4.1. Postojeće stanje

Podaci o oštećenosti površine kolovoza su prikupljeni kontinualnim i detaljnim vizuelnim pregledom predmetne deonice uz odmeravanje i stacioniranje. Oštećenja su prikupljena u skladu sa katalogom oštećenja dostavljenom od strane JP Putevi Srbije. Karakterističnih oštećenja koja su uočena na predmetnoj deonici :

- (1) mrežaste-aligator pukotine, (2) kolotrazi, (3) intervencije, (4) izlučivanje bitumen, (5) pojedinačne-random pukotine, (6) podužne pukotine, (7) pojedinačne pukotine koje su reflektovane, (8) ulegnća



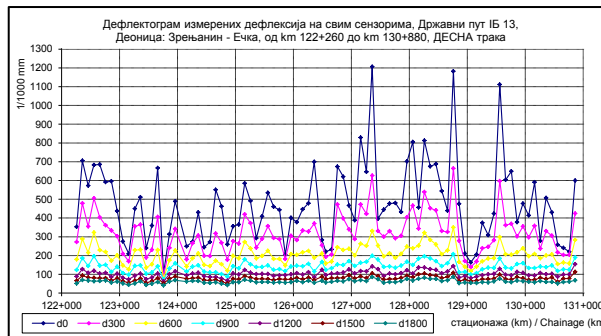
Slika 5: Karakteristična oštećenja

##### 4.2. Struktura kolovozne konstrukcije

Merenje nosivosti postojeće kolovozne konstrukcije je izvršeno deflektometrom sa padajućim teretom Danskog proizvođača Dynatest FWD. Merenje je izvršeno izborom odgovarajućeg tereta i visine pada, nanošenjem sile od ~50 kN na kružnu ploču prečnika Ø300 mm, koja je bila postavljena na površinu kolovoza. Na svakoj mernoj tački na kolovozu, izvršena su 3 udarca. Merenje defleksije pri svakom udarcu je vršeno geofonima postavljenim na sledećim udaljenostima od centra kružne ploče: r=0 mm , 300 mm, 600 mm, 900 mm, 1200 mm, 1500 mm i 1800

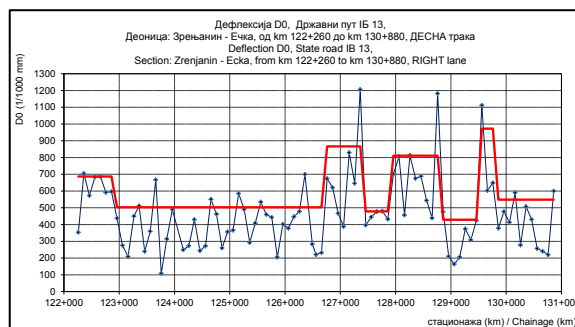
mm. Defleksije površine kolovoza merene su u desnom tragu točka obe saobraćajne trake uz ivicu kolovoza na svakih 100m, odnosno naizmenično na svakih 50m deonice puta. Merna mesta na levoj saobraćajnoj traci su smaknuta za po 50 metara u odnosu na merna mesta na desnoj saobraćajnoj traci.

Deflektogram izmerenih defleksija sa prikazanim vrednostima na svim sensorima (geofonima) dat je na sledećoj slici za desnu, odnosno, za levu saobraćajnu traku, respektivno.



Slika 6: Deflektogram izmerenih defleksija na svim senzorima

Definisanje homogenih poteza vrši se na osnovu metode kumulativnih razlika na bazi maksimalnog ugiba u centru opterećenja  $d_0$ , odnosno definiše se promena ugiba duž deonice u odnosu na prosečnu vrednost ugiba na deonici.



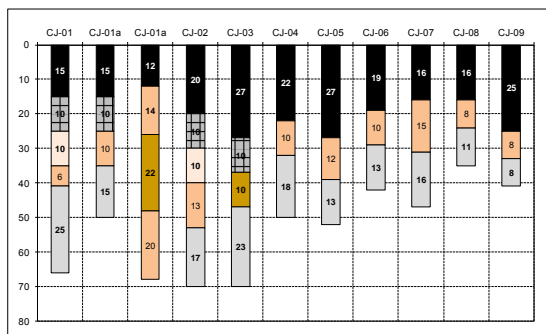
Slika 7: Merene vrednosti defleksija  $d_0$  i podela na homogene poteze

	od	do	Dužina (m)	SCI (1/1000mm) srednja	Standardna devijacija	SCI (1/1000mm) 85%-na
1	122+260	122+860	600	211	66	264
2	122+860	127+059	4199	114	71	178
3	127+059	127+360	301	387	180	513
4	127+360	127+860	500	135	45	164
5	127+860	128+760	900	260	123	331
6	128+760	129+461	701	91	66	147
7	129+461	129+760	299	345	148	444
8	129+760	130+880	1120	105	70	176

Slika 8: Homogeni potezi

Za formiranje mehaničkog modela postojeće kolovozne konstrukcije neophodno je poznavanje strukture kolovozne konstrukcije i kvaliteta materijala u slojevima kolovoza. Sa tim ciljem obavljen je iskop istražnih jama kako bi se imao tačan uvid u strukturu izvedene kolovozne konstrukcije. Iskop istražnih jama na kolovozu je izvršen radi utvrđivanja vrste i debljine postojeće kolovozne konstrukcije, kao i za potrebe uzimanja

odgovarajućih uzoraka materijala za laboratorijska ispitivanja.



Slika 9: Struktura kolovozne konstrukcije iz sondažnih jama

#### 4.3. Proračun potrebnog ojačanja

Proračun čini definisanje nosivosti postojeće kolovozne konstrukcije i definisanje potrebna nosivost kolovozne konstrukcije za buduće eksploatacione uslove. Potrebno pojačanje se proračunava po sledećoj jednačini:

$$d_{poj} = \frac{SN_{pot} - SN_{eff}}{a_1}$$

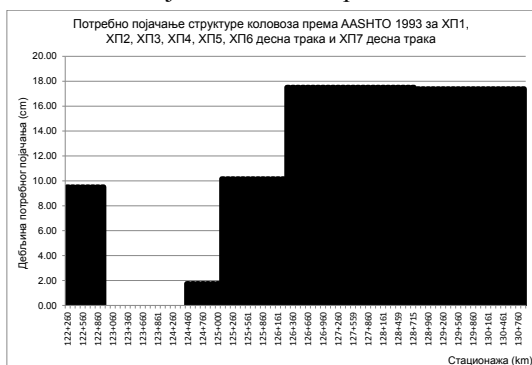
$SN_{pot}$  - potreban strukturni broj

$SN_{eff}$  - efektivan strukturni broj postojeće kolovozne konstrukcije

$a_1$  - koeficijent zamene sloja za pojačanje

Proračun je sprovodi u dva osnovna koraka:

1. proračun efektivnog strukturnog broja postojeće kolovozne konstrukcije  $SN_{eff}$
2. proračun potrebnog strukturnog broja kolovozne konstrukcije za buduće eksploatacione uslove



Slika 10: Grafički prikaz proračuna potrebnog pojačanja

#### 4.4. Usvojena projektna rešenja

Primer usvojenog projektnog rešenja za homogen potez 1:

1. Struganje postojećih asfaltnih slojeva u punoj širini profila u debljini od 6 cm i izrada novog sloja od asfalt betona AB16s sa PmB 45/80-65 u debljini od 7 cm.
2. Struganje postojećih asfaltnih slojeva na približno 60% trase u debljini od 8 cm i izrada

novog bitumeniziranog nosećeg sloja BNS 22sA sa PmB 45/80-65 u debljini od 8 cm.

3. Na približno 20% trase predviđena je duboka popravka slojem drobljenog kamenog agregata 0/31,5 mm u debljini od 30 cm.

Sloj	Debljina (cm)	Modul sloja (MPa)	Poasonov koeficijent
Habajući sloj AB16s sa PmB 45/80-65	7,0	3990	0,35
Bitumenizirani noseći sloj BNS 22sA sa PmB 45/80-65	8,0	6110	0,35
Sloj od nevezanog kamenog materijala	20	190	0,35
Unapređena posteljica slojem lomljenog kamena	-	80	0,35

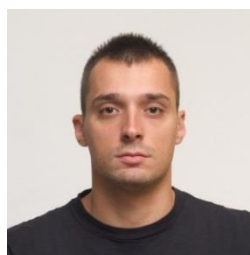
## 5. ZAKLJUČAK

Sa ekspanzijom savremenog građevinarstva i savremene tehnologije izvođenja radova na osnovu odgovarajućih tehničkih mera projektovanja, ojačanja kolovoznih konstrukcija sve više dobijaju na značaju protekle decenije. Osnovni cilj analize nosivosti i projektovanja tehničkih mera rehabilitacije/sanacije, na osnovu izmerenih ugiba, jeste produžetak eksploatacionog perioda kolovozne konstrukcije uz potrebno pojačavanje / zamenu slojeva kolovozne konstrukcije. Prema tome, značajno se smanjuju i finansijska sredstva potrebna za rehabilitaciju/sanaciju, s obzirom da se preciznim proračunom uz poznavanje strukture kolovozne konstrukcije definišu potrebne debljine slojeva za pojačanje. Ispitivanju i analizi nosivosti, prethode istražni radovi sa ciljem definisanja kvaliteta materijala i fundamentalnih karakteristika kolovozne konstrukcije koje koreliraju sa ostalim parametrima prilikom donošenja konačnih zaključaka.

## 6. LITERATURA

- [1] „Kolovozne konstrukcije” – prof. Dr. Aleksandar Cvetanović
- [2] „Kolovozne konstrukcije” – prof. Dr. Đorđe Uzelac I doc. Dr. Bojan Matić
- [3] „Priručnik za projektovanje puteva u Republici Srbiji” – JP „Putevi Srbije“:
- [4] „Ilustrovani tehnički uslovi u izgradnji puteva” – prof. Dr. Aleksandar Cvetanović
- [5] „Rehabilitacija kolovoznih konstrukcija” – Institut za puteve Srbije
- [6] [www.putevi-srbije.rs](http://www.putevi-srbije.rs) – Internet stranica
- [7] [www.putic.com](http://www.putic.com) – Internet stranica

### Kratka biografija:



**Aleksandar Janković** rođen je u Loznici 1988. god. Završena Srednja Tehnička škola u Loznici. Posle studija građevinarstva na FTN-u u Novom Sadu, stiće zvanje diplomiranog inženjera građevine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka, na Departmanu za građevinarstvo i geodeziju odbranio je 2020.god. kontakt: [aleksandarxjankovic@gmail.com](mailto:aleksandarxjankovic@gmail.com)

**УПРАВЉАЊЕ РИЗИЦИМА У ПОЧЕТНИМ ФАЗАМА МАЛИХ  
ИНФРАСТРУКТУРНИХ ПРОЈЕКТАТА****RISK MANAGEMENT IN THE INITIAL PHASES OF SMALL INFRASTRUCTURE  
PROJECTS**Бојана Суботић, Владимир Мученски, *Факултет техничких наука, Нови Сад***Област – ГРАЂЕВИНАРСТВО**

**Кратак садржај** – Један од основних елемената управљања пројектима јесте управљање ризиком пројекта, узимајући у обзир да ризици могу негативно да утичу на успешност реализације пројекта тако што неће бити остварен у задатом временском року, са одређеним квалитетом или у планираном буџету. Инфраструктурни пројекти у Србији врше се на основу захтева и услова инвеститора па је веома важно остварити квалитетно управљање пројектом, с обзиром да се ради о трошењу јавних финансијских средстава и о објектима који имају значајну улогу у развоју града, животне средине и друштва.

**Кључне речи:** ризик, методологија управљања пројектним ризицима, инфраструктурни пројекти.

**Abstract** – One of the basic elements of project management is project risk management, taking into account that risks can negatively affect the success of project implementation by not being realized in a given time frame, with a certain quality or in the planned budget. Infrastructure projects in Serbia are carried out based on the requirements and conditions of investors, so it is very important to achieve quality project management, given that it is a matter of spending public funds and facilities that play a significant role in the development of the city, environment and society.

**Keywords:** risk, project risk management, infrastructure projects.

**1. УВОД**

Предмет овог мастер рада јесте управљање ризицима у почетним фазама малих инфраструктурних пројеката. Учесници у реализацији пројекта често имају супротне интересе, па је важно дефинисати одговорности за ризике у почетној фази пројекта. Рад анализира процену ризика и стратегију управљања ризицима у почетним фазама малих инфраструктурних пројеката, што омогућава да у почетним фазама пројекта инвеститор идентификује, анализира и дефинише одговарајуће стратегије за контролу и управљање активностима и да на тај начин утиче на обезбеђење пројектних циљева. У оквиру овог рада дат је основни увод у дефиницију ризика и њихову поделу према врстама, као и сам процес управљања ризицима.

**НАПОМЕНА:**

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био проф. др Владимир Мученски.

За правилно управљање пројектним ризицима веома је важно да се користи одређена методологија за управљање пројектним ризицима. Постоје бројне методологије за управљање пројектним ризицима а у овом раду су приказани само одређени процеси управљања ризиком, и то: процеси према приступу препорученом од стране америчког института за Управљање пројектима (Project Management Institute, USA, PMI), стандарду ИСО 31000 из 2009. године, као и према M\_o\_R (M\_o\_R – Management of risk). Такође, у оквиру овог рада извршена је компаративна анализа ових методологија, на основу разматрања подпроцеса или фаза које чине процес управљања пројектним ризицима.

**2. УПРАВЉАЊЕ ПРОЈЕКТИМА**

Управљање грађевинским пројектом представља целокупно планирање, руковођење, контролу и координацију учесника у реализацији једног пројекта, са циљем да се остваре планирани захтеви и обезбеди завршетак пројекта са предвиђеним финансијским средствима и у предвиђеном времену. Најчешћи учесници у реализацији грађевинских пројеката су: инвеститор и/или финансијер; пројектани; извођачи; добављачи и/или произвођачи материјала и опреме; консултанти; ревиденти; стручни надзор; корисници/купци пројекта. У пракси су често присутни конфликти између учесника у пројектима. Тако нпр. инвеститор тежи да добије што квалитетнији пројекат за мање пара и што краће време, а извођач радова углавном балансира између довољно ниске цене да добије пројекат и довољно високе цене да заради. Успешност управљања пројектом огледа се у одржавању равнотеже у овом зачараном троуглу. Животни циклус пројекта представља укупан број фаза кроз које одређени пројекат прође од почетка до краја реализације. Да би се ефикасно управљало пројектом са аспекта одређених интереса потребно је дефинисати основне фазе у реализацији пројекта. У зависности од тога са чијег становишта се посматра пројекат можемо извршити поделу фаза реализације пројекта на општем нивоу на:

- фаза пре инвестиције, где се врше преинвестиционе анализе као и доношење одлуке о инвестицији;
- фаза пројектовања;
- фаза грађења и
- фаза након грађења, која се односи на продају или експлоатацију инвестиције.

Фазе у реализацији малих инфраструктурних пројеката посматрају се и дефинишу у односу на становиште инвеститора, с обзиром на то да се ради о јавним пројектима који се реализују кроз организације и институције у државном власништву.

### 3. ПОЈАМ, ДЕФИНИЦИЈЕ И КЛАСИФИКАЦИЈА РИЗИКА

Различити аутори различито дефинишу појам ризика. Такође, постоји више различитих дефиниција у зависности са ког аспекта се исти посматрају. Оно што је заједничко за све дефиниције јесте да „Ризик представља догађај који може утицати на постизање дефинисаног пословног циља“. Према РМІ (РМВОК – Guide, 2010.) ризик је неизвестан догађај или могућност која, ако се догоди, има одређене ефекте на циљ пројекта. Постоји најчешће више узрока који доводе до ризика и више различитих утицаја.

У зависности од фазе реализације пројекта у којој се дешавају или се могу десити, ризици се могу класификовати и хронолошки. На тај начин ризике можемо поделити на: 1. *ризике пре почетка грађења*; 2. *ризике у фази грађења* и 3. *ризике у фази након завршетка грађења*. Будући да се у овом раду анализирају ризици у почетним фазама пројектата неки од ризика пре почетка грађења јесу (у фази пројектовања): 1. Ризик избора неадекватног пројектног решења у односу на друга лица и друштво; 2. Ризик избора погрешне форме уговора; 3. Ризик занемаривања или небриге за интересе корисника; 4. Ризик недостатка знања, неадекватне провере и пројектовања под притиском рокова; 5. Ризик непознавања технологије, методологије рада, техничких услова; 6. Ризик недостатка комуникације са пројектантом и између пројектаната; 7. Ризик примене нестандартних, нетестираних и/или неодобрених елемената и/или метода; 8. Ризик примене машинске и електро опреме неадекватног капацитета; 9. Ризик пропуста у примени фактора сигурности, осигурања и безбедности; 10. Ризик избора неадекватног извођача радова.

### 4. УПРАВЉАЊЕ РИЗИЦИМА

Управљање ризицима има за циљ да идентификује и анализира ризике пре њихове појаве и обезбеди акциони план за деловање током реализације пројекта, односно управљање ризицима представља системски уређен процес идентификације, анализе и одговора на ризике кроз животни циклус пројекта у циљу испуњења пројектних циљева.

У литератури за управљање ризиком предлажу се различите методологије или концепти управљања ризиком на пројекту, који, мање или више, садрже исте или сличне подпроцесе глобалног процеса управљања ризиком у пројекту. Једну од познатих методологија за управљање ризиком у пројекту предлаже РМІ у свом приручнику РМВОК – Guide, 2010, и ова методологија је доста позната и коришћена у теорији и пракси. Поред РМІ методологије постоје и многе друге методологије за управљање ризиком пројекта које предлажу многи

аутори и организације: ISO методологија, М\_о\_Р методологија, итд.

#### 4.1. РМІ стандард за управљање ризицима

Методологија управљања пројектним ризицима према РМІ обухвата следеће подпроцесе:

- планирање управљања ризиком,
- идентификацију ризика,
- квалитативну анализу ризика,
- квантитативну анализу ризика,
- планирање одговора на ризик и
- осматрање и контролу ризика.

##### 4.1.1. План управљања ризицима

Планирање управљања ризиком требало би иницирати у раним фазама пројекта, чак и са ограниченим улазним подацима. У овом подпроцесу од укупног процеса управљања ризицима израђује се план управљања ризицима, дефинишу се начини и акције које се предузимају ради управљања ризицима. Прецизира се на који начин ће процеси управљања ризиком (идентификација ризика, квалитативна и квантитативна анализа ризика, планирање одговора на ризик и праћење и контрола ризика) бити имплементирани, праћени и контролисани кроз животни циклус пројекта. План треба да садржи:

- методологију,
- улоге и одговорности у тиму,
- буџет и временски план ризика,
- бодовање и интерпретацију за квалитативне и квантитативне анализе, прагове када се реагује на ризик, формате извештаја, итд.

##### 4.1.2. Идентификација ризика

Идентификација ризичних догађаја представља почетну фазу у управљању ризиком. Процес подразумева идентификовање и документовање свих ризика који могу утицати на пројекат. Поред документовања ризика неопходно је документовати и њихове карактеристике које се сматрају значајним за пројекат. Након што се потенцијални ризик идентификује, следи његова анализа како би се у случају потребе израдио план реаговања.

##### 4.1.3. Квалитативна анализа ризика

Процесом квалитативне анализе ризика одређује се утицај који идентификовани ризици могу имати на циљеве пројекта и вероватноће да се ризични догађаји остваре и представља један од најважнијих корака у управљању ризицима. У оквиру овог подпроцеса врши се и рангирање ризика према њиховом утицају на пројектне циљеве, како би се утврдило да ли је потребно урадити и квантитативну анализу, односно да ли је могуће прескочити израду планова одговора на ризик. Методе и технике које се користе у процесу квалитативне анализе ризика су првенствено усмерене на одређивање вероватноће дешавања ризичних догађаја и последица које они могу изазвати. Квалитативна анализа ризика се може вршити директном проценом, рангирањем опција, упоређивањем опција и дескриптивном анализом.

#### 4.1.4. Квантитативна анализа ризика

Квантитативна анализа ризика представља процес нумеричког анализирања ризика који су у процесу квалитативне анализе оцењени као приоритетни. Циљ је да се сваком ризичном догађају додели одређена нумеричка вредност вероватноће дешавања и процени његов утицај на пројектне циљеве. Обично долази након квалитативне анализе ризика, а понекад иду и заједно. Код неких мањих пројеката довољна је само квалитативна анализа ризика, док већи пројекти захтевају и једну и другу.

#### 4.1.5. Планирање одговора на ризик

Планирање одговора на ризике спроводи се након завршених фаза идентификације и анализе ризика. Обухвата процес дефинисања активности и акција којима се избегавају ризици, смањује могућност настајања ризичних догађаја и реагује у условима настанка ризичних догађаја. Представља фазу у којој се дефинишу стратегије и одређују активности, за најкритичније ризике, у циљу умањења негативних и искоришћења позитивних последица ризика на циљеве пројекта.

#### 4.1.6. Праћење и контрола ризика

Процес праћења и контроле прати идентификоване ризике и надгледа извршење планираних активности одговора на ризике и њихову учинковитост. Праћење и контрола ризика требало би да укључи неколико паралелних активности:

- имплементацију и измене у плану одговора на ризике;
- поновну процену и временско планирање пројекта;
- додатну идентификацију ризика;
- квалитативну и квантитативну анализу;
- праћење мање приоритетних ризика који постају доминантни;
- осавремењивање базе историјских података.

### 5. УПРАВЉАЊЕ РИЗИЦИМА У ПОЧЕТНИМ ФАЗАМА МАЛИХ ИНФРАСТРУКТУРНИХ ПРОЈЕКТА

Могућност примене познатих методологија за управљање пројектним ризицима, представљених у уводном делу овог рада, разматрана је на примеру инфраструктурног пројекта, а то је Реконструкција приступног пута до објекта централног уљног газдинства у Србобрану на К.П. 12333 К.О. Србобран. Циљ овог пројекта било је оспособљавање локалног пута који се до тада користио као атарски пут, за потребе АД „Електро mreжа Србије“ Београд (у даљем тексту ЕМС АД), који на тој локацији имају своје објекте и планирају изградњу новог - централног уљног газдинства, до којег је требало омогућити приступну саобраћајницу.

Пројектована приступна саобраћајница је ширине 2 x 3,0 m и са обе стране пута су пројектоване банке ширине 1,0 m. Попречни нагиб коловоза је целом дужином једностран и прати нагиб ивице коловоза

постојећег пута – на првих 25,0 m нагиб је 1,9%, док је на осталом делу пута нагиб 2.5%, и то у смеру ка левој ивици пута. Постељица пројектоване приступне саобраћајнице је пројектована са минималним попречним нагибом од 4%. Укупна дужина осовине пута је 252,98 m. Коловозна конструкција приступне саобраћајнице пројектована је као флексибилна, са следећим слојевима:

- Асфалт бетон АБ 11, d=4,0 cm
- Битуменизирани носећи слој BNS 22 d=6,0 cm
- Дробљени камен 0/31,5 mm, d= 15,0 cm
- Дробљени камен 0/63 mm, d=25,0 cm
- Постељица (насип од песковитог – шљунковитог материјала) CBR= 5,0%

На основу наведених анализа и закључака, за овај конкретан пример користићемо методологију која обухвата следеће основне фазе:

- Идентификација ризика,
- Изложеност ризицима,
- Анализа и процена ризика,
- Планирање одговора на ризик,
- Праћење и контрола ризика.

#### 5.1. Идентификација, анализа и процена ризика, планирање одговора на ризик и праћење и контрола ризика

Идентификација ризика се спроводи више пута у току реализације пројекта, с обзиром на циклични процес управљања ризицима. Почетна идентификација се спроводи у фази припреме и планирања пројекта у циљу утврђивања почетних ризичних догађаја на пројекту. Како у овој фази постоји много неизвесних ситуација, веома је изванредан настанак секундарних и нових ризика. Настанак нових – секундарних ризика се региструје у фази праћења и контроле ризика што даље изискује поново покретање процеса управљања ризицима.

У оквиру фазе анализе и процене ризика управљања пројектним ризицима одређујемо вероватноћу појављивања сваког идентификованог ризичног догађаја и величину њиховог утицаја на циљеве пројекта.

На основу спроведене методологије за предметни пројекат реконструкције приступног пута, односно након извршене идентификације ризика, може се формирати регистар ризика. У табели 8. приказана је листа основних ризичних догађаја у почетним фазама пројекта са квантификованом величином утицаја и процењеном вероватноћом одигравања. Такође, у табели су приказани и корективне активности, односно планиране стратегије одговора на ризик у случају да се они остваре. Анализирани су ризични догађаји са аспекта Инвеститора, будући да се ради о почетним фазама инфраструктурних пројеката. Уколико би се примениле све корективне мере могли би се елиминисати или евентуално ублажити утицаји тих ризика а основне стратегије ризика и јесу избегавање, прихватање, ублажавање и пренос ризика.

Табела 8. Листа ризичних догађаја - регистар ризика

Фаза пројекта	Опис ризичног догађаја	Вероватноћа (висока/ средња/ ниска)	Утицај (висок/ средњи/ низак)	Корективне активности
Дефинисање концепта пројекта	Неадекватна анализа постојећег стања и потреба	ниска	средњи	Израда студије оправданости пројекта
Дефинисање концепта пројекта	Избор неадекватног пројектанта	средња	висок	Ангажовање техничке контроле која ће да утврди исправност пројекта - поновљен избор пројектанта
Припрема и планирање пројекта	„Ad hoc пројекат“ у служби политичке кампање	средња	средњи	Стручно образлагање тима представницима власти о разлозима због којих није добро започињати пројекат
Припрема и планирање пројекта	Лоше усвојено пројектно решење	ниска	висок	Измена пројектно - техничке документације
Планирање пројекта	Грешка Органа за издавање дозвола	ниска	висок	Понављање поступка издавања дозвола
Планирање пројекта	Неуспела јавна набавка	ниска	низак	Поновљен поступак јавне набавке
Планирање пројекта	Израда лоше понуде	ниска	средњи	Дати оптималну понуду која ће обезбедити добијање посла и осигурати да у случају добитка радова неће се пословати у губитку
Планирање пројекта	Неквалитетан избор извођач	ниска	низак	Замена извођача при чему ће се у јавној набавци тражити одређене референце
Дефинисање концепта пројекта	Лоша комуникација између суфинансијера пројекта	средња	средњи	Јасније прецизиране обавезе обе стране у Уговору о суфинансирању или Протоколу о међусобној сарадњи
Све фазе	Нагле политичке промене на нивоу општинских власти и пројекат престаје да буде финансиран	средња	висок	Пројекат реализовати потпуно транспарентно уз увид у ток и финансије свих заинтересованих да не би било дилеме о наменском трошењу средстава

## 6. ЗАКЉУЧАК

Приликом реализације инфраструктурних пројеката ствара се већа могућност за појаву непредвиђених околности, с обзиром на врсту објеката. Познавајући карактеристике одређеног пројекта, уз постојање информација с неких сличних претходно реализованих пројеката, може се предвидети каквим ризицима пројекат може бити изложен и какве све последице могу бити на пројекту услед појаве тих ризика. Веома битна карика при управљању ризицима такође представља и тимски рад, где сваки члан тима, или учесник на пројекту има најбољи увид у своје подручје деловања и најбоље може препознати постојеће ризике, а по потреби ангажовати и консултанта за врло сложене и вредније пројекте.

На жалост, у Србији и даље постоји јаз између методологија управљања ризицима и њихове практичне примене, поготово ако су у питању пројекти где је за њихово спровођење задужена локална самоуправа, како због недостатка технологије тако и због мањка стручног кадра и ограничења слободе деловања због супротстављања циљева пројекта.

## 7. ЛИТЕРАТУРА

1. Авлијаш Горан, Авлијаш Радослав, *Управљање пројектом*, Универзитет Сингидунум, Београд, 2018.
2. Видаковић Држислав, *Мјере за одржавање прихватљивог ризика код реализације грађевинских пројеката*, Грађевински факултет, Осиејек.

3. Ивковић Бранислав, Поповић Жељко, *Управљање пројектима у грађевинарству*, Грађевинска књига, Београд, 2005.
4. Корућић Сандра, мастер рад: *Управљање ризицима грађевинских пројеката*, Нови Сад, 2018.
5. Микић Миљан, докторска дисертација: *Управљање ризицима при изградњи капиталних инфраструктурних објеката у циљу побољшања њихове одрживости*, Београд, 2015.
6. Митровић Светлана, *Ризици при реализацији инфраструктурних пројеката*, стручни чланак, УДК:624.001.891.7.
7. Петровић Дарко, докторска дисертација: *Модел за управљање ризицима у пројектима реконструкције градских тргова у Србији*, Београд, 2017.
8. Ђировић Горан, *Управљање инвестицијама*, Висока грађевинско-геодетска школа, Београд, 2015.
9. *Церић Анита, Марић Тамара*, Одрешивање првенства при управљању ризицима грађевинских пројеката, *Грађевинар* 63, 2011

### Кратка биографија:



**Бојана Суботић**, рођена у Новом Саду, 1991. год. Октобра 2016. год. стиче звање дипломираног инжењера грађевинарства. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Грађевинарства–Организација и технологија грађења одбранила је 2020. године.

## IZGRADNJA SISTEMA ZA NAVODNJAVANJE NA LOKALITETU OPŠTINE KANJIŽA CONSTRUCTION OF IRRIGATION SYSTEM AT THE LOCATION OF THE MUNICIPALITY OF KANJIZA

Nevena Pantić, Srdjan Kolaković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

### Oblast – HIDROTEHNIČKE MELIORACIJE

**Kratak sadržaj** – Predmet ovog rada je izrada Idejnog projekta sistema navodnjavanja na lokalitetu opštine Kanjiža. Ovo podrazumeva definisanje količine vode potrebne za navodnjavanje, odabir najoptimalnijeg sistema zalivanja, definisanje tehničkih elemenata, hidrauličku analizu sistema i cenu predviđenih radova.

**Ključne reči:** Navodnjavanje veštačkom kišom, centar pivot mašine.

**Abstract** – This paper presents the preliminary design of irrigation system at the location of the municipality of Kanjiža. This involves defining needs in water for system, selection the most optimal irrigation type, defining technical parts, performing hydraulic calculation and estimation of the investment value.

**Keywords:** irrigation system, center pivot machine.

### 1. UVOD

Predmet proučavanja ovog rada je izgradnja sistema za navodnjavanje na lokalitetu opštine Kanjiža, na poljoprivrednoj parceli bruto površine 189 ha, dok je neto površina za navodnjavanje 157 ha. Zbog promenljivosti padavina i nedostatka vlage u letnjem periodu proizvodnja biljnih vrsta je znatno ograničena.

Za predmetnu lokaciju izvršeno je sagledavanje geoloških i hidrogeoloških karakteristika na širem delu terena u cilju utvrđivanja prostornog rasprostranjenja izdani. Na osnovu sagledavanja prikupljenih podataka i analize istih zaključeno je da je na prostoru predmetnih površina poljoprivrednog zemljišta moguće formirati izvorište, kojim bi se obezbedile dovoljne količine podzemnih voda za potrebe vodosnabdevanja zalivnog sistema. Za potrebe zalivnog sistema neophodno je obezbediti ukupnu količinu vode od  $Q = 77,0$  l/s.

### 2. ANALIZA OSNOVNIH KLIMATSKIH ELEMENTA KOJI ULAZE U PRORAČUN VODNOG BILANSA ZEMLJIŠTA

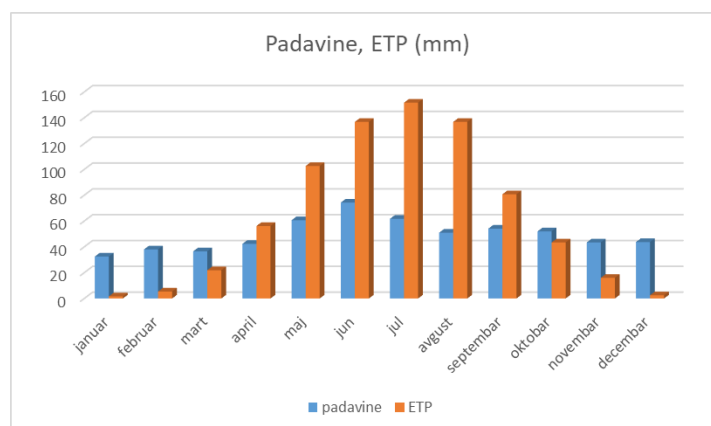
Osnovni klimatski elementi, neophodni za proračun vodnog bilansa su srednje mesečne temperature vazduha i mesečne sume padavina. Za analizu klimatskih parametara za potrebe navodnjavanja korišteni su podaci sa meteorološke stanice Palić za period 1991-2019., što je takođe period koji je korišten za analizu padavina.

#### NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Srdan Kolaković, red. prof.

Proračun evapotranspiracije određen je prema Thornthwaite metodi, koja se temelji na zavisnosti evapotranspiracije od temperature vazduha.

Prosečna suma ETP u vegetacionom periodu, za posmatrani niz godina iznosi 664,77 mm. Najmanja zabeležana vrednost ETP iznosi 610,63 mm, a najveća 722.20 mm.



Slika 1: Mesečne vrednosti suma padavina i ETP za MS Palić (1991-2019)

### 3. NORMA NAVODNJAVANJA

Norma navodnjavanja je količina vode koja se dovodi sistemom za navodnjavanje na jedan hektar površine zasejane nekom kulturom za ceo period navodnjavanja,

određuje se iz vodnog bilansa zemljišta. U našim klimatskim uslovima se najčešće obračunava po metodi Thornthwait-a. Obračun vodnog bilansa vrši se za hidrološku godinu koja počinje u oktobru i završava se u septembru, sa osnovnim pretpostavkama da su maksimalne rezerve pristupačne zemljišne vode 100 mm [1].

Od dobijenih podataka formiran je opadajući statistički niz za merodavni mesec za koji se računa empirijska verovatnoća prevazilaženja po Weibull-u. Dobijene vrednosti za merodavni mesec nanose se na normalni papir verovatnoće prevazilaženja (povratnog perioda-10 godina), odakle se očitava maksimalni mesečni neto deficit u mesecu avgustu (dobijena je neto vrednost od 140 mm).

Na osnovu sprovedene analize vodnog bilansa može se pokazati da se u zimskom periodu vrši akumulacija vode u zemljištu tj. popunjavaju se rezerve pristupačne vode u zemljištu, dok se u vegetacionom periodu te rezerve zemljišne vode troše. Deficit koji nastaje u vegetacionom periodu potrebno je nadoknaditi navodnjavanjem.

#### 4. HIDROMODUL SISTEMA NA BAZI VODNOG BILANSA

Pod hidromodulom navodnjavanja podrazumeva se količina vode koju treba dovesti na zemljište u jedinici vremena na jedinicu površine. Hidromodul sistema dovodi u direktnu funkcionalnu vezu njegove tehničke parametre: dnevnu količinu vode koja treba da se dovede na zemljište u radnom danu, površinu sistema i dužinu dnevnog radnog vremena sistema.

Ukupna količina vode, koju treba dati dnevno na jedinicu površine izražena je u l/ha. Zbog mogućnosti pojave dužih beskišnih perioda koji za područje Vojvodine iznose 40-48 dana za deset godina povratni period, dobijeni deficiti se uvećavaju za oko 15%.

Osim ovog treba voditi računa o gubicima vode na isparavanje iz mlaza veštačke kiše i sa površine biljaka, jer se navodnjavanje odvija u najtoplijem delu godine. Ovi gubici mogu da iznose od 5% - 15% [1]. Na osnovu navedenog, hidromodula navodnjavanja je: 0,8 l/s/ha.

#### 5. IZVORIŠTE VODE ZA NAVODNJAVANJE

Za napajanje kišnih uređaja na sistemu izgrađiće se sistem od sedam (7) bunara pojedinačnog kapaciteta 11 l/s, raspoređenih duž distributivnog cevovoda koji će upumpavati vodu do mesta priključka mobilne opreme za navodnjavanje.

Na ovaj način sve mašine za navodnjavanje imaju zajedničko izvorishte sačinjeno od sedam bušenih bunara ukupnog kapaciteta 77 l/s.

#### 8. TEHNIČKI OPIS SISTEMA

Navodnjavanje poljoprivrednih kultura, sa stanovišta vrste i položaja opreme za navodnjavanje, kao i tipa vodozahvata, vrši se polustacionarnim mašinama – centar pivot, sa napajanjem iz bušenih bunara preko ukopanog cevovoda.

##### Hidrotehničko opremanje bunara

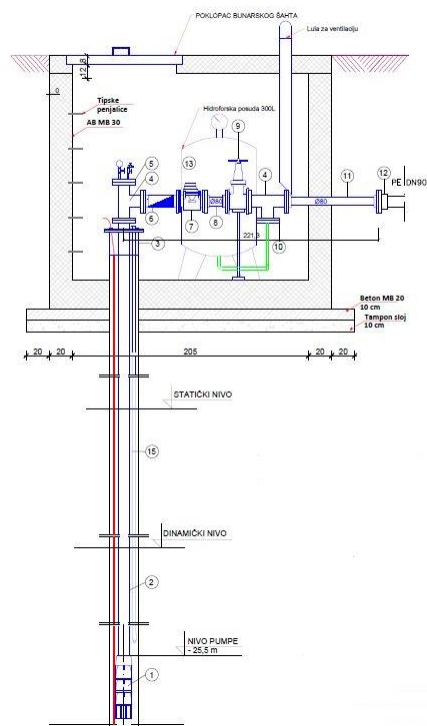
U bunarsku konstrukciju prečnika  $\varnothing$  225 mm, na dubini od 25,50 m se ugrađuje utopna bunarska pumpa  $Q = 11,0$  l/s,  $N = 13,5$  Kw. U eksploatacionu kolonu se ugrađuje pocinkovani čelični cevovod prečnika  $\varnothing$  80 mm, sastavljen od 4 segmenta dužine  $l = 6,0$  m koji su međusobno spojeni navojem.

Ukupna predviđena dužina potisnog cevovoda iznosi  $L = 24,0$  m. Od hidromašinske opreme na potisnom cevovodu su ugrađeni sledeći livenogvozdeni elementi : nepovratna klapna, merač protoka, pljosnati zatvarač, nazivnog prečnika DN 80.

##### Povezni cevovod

Cevovodi od kojih su predviđene glavne trase su od PEHD materijala PE-100 PN 10, prečnika DN 225, DN 200 i DN 90.

Kod određivanja dispozicije cevovoda vodilo se računa o obezbeđenju nesmetane mehanizovane obrade zemljišta kao i o zahtevima uređaja za navodnjavanje. Takođe, trase cevovoda prate i uskladjene su sa geometrijom katastarskih granica.

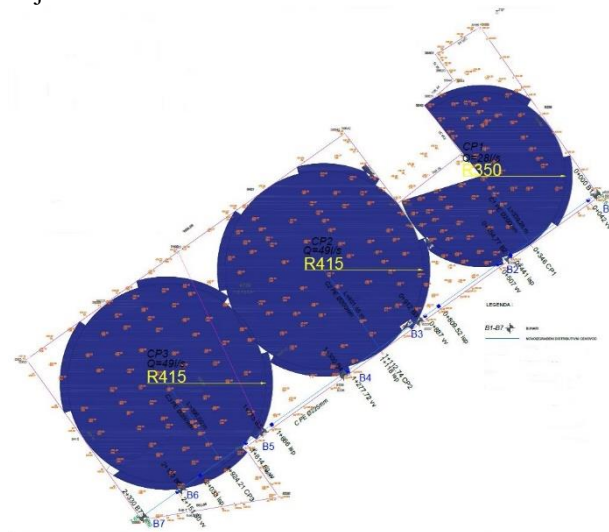


Slika 2: Hidromašinska oprema u bunarskom šahtu

Cevovod se polaže u iskopan rov, na pripremljenu posteljicu od peska. Širina dna rova treba da je za 40-50 cm šira od prečnika cevi, a minimalna dubina iskopa je  $0,90$  m +  $\varnothing$ . Minimalni sloj zemlje iznad cevi je 80 cm, zbog zaštite od oštećenja poljoprivrednim mašinama.

Na vertikalnim prelomima na najvišim tačkama potrebno je postaviti vazdušne ventile za ispuštanje nagomilanog vazduha, odnosno za upuštanje vazduha prilikom praznjenja cevovoda.

Vertikalne prelome cevovoda na najnižim mestima potrebno je snabdeti ispuštima, preko kojih se ispušta voda na kraju sezone navodnjavanja. Ispuštanje vode je neophodno jer u toku zime može doći do pucanja cevovoda, a posebno vertikalna vazdušnih ventila i drugih objekata.



Slika 3: Raspored centar pivot masina

## 9. NAVODNJAVANJE VEŠTAČKOM KIŠOM - CENTAR PIVOT UREĐAJI

Osnovna odlika navodnjavanja veštačkom kišom jeste da se voda pod pritiskom ispušta u vazduh kroz male otvore, dizne ili mlaznice, što dovodi do stvaranja mlaza čija finoća zavisi od pritiska i otvora dizne. Usvojena varijanta za zalivanje predmetne površine jeste sa tri (3) centar pivot mašine od kojih istovremeno u kombinaciji rade jedna velika CP mašina sa zahtevanim kapacitetom od 49 l/s (CP2 ili CP3) i jedna mala CP mašina sa zahtevanim kapacitetom od 28 l/s (CP1).

Pregled mašina sa dužinama i proticajima:

Mašina	CP1	CP2	CP3
Dužina	350 m	415 m	415 m
Proticaj	28 l/s	49 l/s	49 l/s

Zahtevani pritisci na priključku mašine su preuzeti iz kataloga proizvođača opreme i iznose: 2,4 bar za proticaj 49 l/s (CP2, CP3 mašina) i 1,9 bar za proticaj 28 l/s (CP1 mašina).

Stožerna mašina za navodnjavanje (centar pivot) se kreće oko jedne tačke na navodnjavanoj površini ostavljajući tragove točkova pogonskih jedinica u obliku koncentričnih krugova. Dovod vode je spojen sa mašinom pomoću vertikalne cevi koja se od nivoa temelja dize do glavnog cevovoda uređaja pomoću lučnog fittinga koji se obrće zajedno sa mašinom. Uređaj spada u stacionarne sisteme sa visokom automatikom, sa veoma malo radne snage.

## 10. HIDRAULIČKA ANALIZA SISTEMA

Hidraulička analiza sistema urađena je u softverskom paketu Epanet 2.0. Uz pomoć unešenih parametara, model (vodovodna mreža) počinje analizu i kao rezultat dobijaju se brzina i protok u cevovodima, pritisak u čvorovima itd. U ulazne parametre spadaju [2]:

- Dubina polaganja cevi;
- Unutrašnji prečnik cevi;
- Koeficijent hrapavosti;
- Specifična čvorna potrošnja;
- Keficijent neravnomernosti stanovništva, javnih ustanova, ugostiteljskih objekata i poljoprivrednih gazdinstava

Hidraulički model zasniva se na potrebama za navodnjavanje sa maksimalnim količinama od 77 l/s, 49 l/s za potrebe rada CP2 (CP3) mašine i 28 l/s za potrebe rada CP1 mašine.

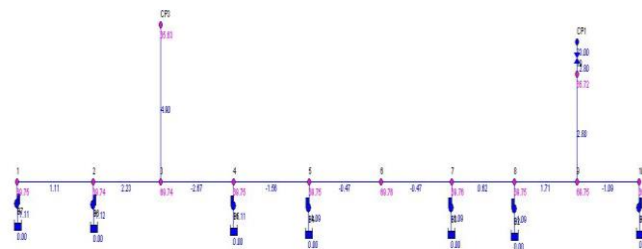
Ovom pretpostavkom definisani su i ostali elementi hidrauličkog modela:

- karakteristike i položaj pumpne stanice uslovljeni su potrebama za vodom navodnjavanog područja u radu sa pripadajućim bunarima, i njihovim načinom rada.

- apsolutna hrapavost za cevovode je definisana kroz preporučljive koeficijente hrapavosti za cevovode od strane proizvođača cevi, pa je tako usvojen koeficijent hrapavosti od  $k=0,01$  mm.

U opciji za hidrauličku analizu podešen je proračun linijskih gubitaka prema Darcy-Weisbach-u.

$$h_i = \lambda_i \frac{L_i}{D_i} \frac{v_i^2}{2g}, \lambda = \lambda_i(k_i, Re_i)$$



Slika 4: Analiza sistema u softverskom paketu Epanet 2.0.

Analiza sistema je urađena za rad svih sedam bunara istovremeno i rad CP1 (28 l/s) i CP3 (49 l/s) mašine. Analizom su dobijeni merodavni protoci, brzine i pritisci koji se javljaju u sistemu za istovremeni rad svih 7 bunara pri čemu se navodnjavanje vrši sa dve centar pivot mašine.

## 12. LITERATURA

- [1] Prof. Dr Srđan Kolaković: „Sistemi za navodnjavanje”, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.
- [2] EPANET 2.0 – uputstvo za upotrebu
- [3] Dr Dimitrije Avakumović: “Hidrotehničke melioracije - Navodnjavanje” Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd.
- [4] Dr Slaviša Trajković: “Metode proračuna potreba za vodom u navodnjavanju”, Univerzitet u Nišu, Građevinsko – arhitektonski fakultet.
- [5] Dr Marko V. Ivetić: “Računska hidraulika, Tečenje u cevima”, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd.

## Kratka biografija:

**Nevena Pantić** rođena je u Vlasenici 1991. godine. Diplomirala je na građevinskom odseku Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu 2016. godine, na smeru hidrotehnika. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva – Hidrotehničke melioracije odbranila je 2020. godine

**SAVREMENA REŠENJA IZGRADNJE SISTEMA ZA TRETMAN OTPADNIH VODA NA PRIMERU PPOV ŽITIŠTE****MODERN SOLUTIONS FOR THE CONSTRUCTION OF A WASTEWATER TREATMENT SYSTEM ON THE EXAMPLE OF WWTP ŽITIŠTE**

Nataša Nikolin, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

**Kratak sadržaj** – U okviru rada predstavljene su konvencionalne i savremene metode prečišćavanja otpadnih voda. Cilj rada je analiza prednosti i nedostataka savremenih metoda prečišćavanja otpadnih voda u odnosu na konvencionalne, i primena SBR metode prečišćavanja na PPOV Žitište.

**Ključne reči:** Metode prečišćavanja otpadnih voda, PPOV, SBR

**Abstract** – The paper presents conventional and modern wastewater treatment methods. The aim of this paper is to analyze the advantages and disadvantages of modern wastewater treatment methods compared to conventional ones, and the application of the SBR treatment method at WWTP Žitište.

**Keywords:** Wastewater treatment methods, WWTP, SBR

**1. UVOD**

Bez vode nema života, a čovek je ipak koristi veoma neodgovorno i ne uviđa da ovaj resurs nije nepresušan. Mnoge kompanije se odnose neodgovorno prema prirodi i ispuštaju velike količine neprečišćene otpadne vode u prirodne vodotoke, a sa druge strane, stanovništvo nije dovoljno edukovano o mogućim posledicama nepravilnog odlaganja zagađujućih, otrovnih i opasnih materija, pa se često ove materije nađu u otpadnim vodama i ugrožavaju celokupan živi svet.

Otpadna voda mora biti prečišćena da bi se ponovo vratila u prirodu, i prilagođena recipijentu na taj način da ne remeti prirodni balans samoj reci.

**2. OTPADNE VODE**

Ne postoji tačna definicija otpadne vode, međutim, ukoliko želimo da definišemo termin otpadne vode, možemo je definisati na sledeći način:

Voda onečišćena na bilo koji način tokom upotrebe predstavlja otpadnu vodu. U opštem slučaju voda je onečišćena rastvorenim i nerastvornim, organskim i neorganskim materijama i mikroorganizmima [2].

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Srđan Kolaković, red. prof.

**2.1 Zagađivanje vode**

Do zagađenja vode dolazi direktnim i indirektnim putem.

- Direktno zagađivanje vode

Zagađivanje voda direktnim putem se odvija putem industrijskih i komunalnih odvoda. Otpadne vode često sadrže štetne materije, otrovne supstance, naftne derivate, deterđente, otpadna ulja, patogene organizme. Ovakve vode se direktno izlivaju u rečne tokove i zagađuju ih. Otpadne vode u kojima ima mnogo nitrata i fosfata utiču na prekomerno razmnožavanje algi i dovode do cvetanja vode koje ima za posledicu umiranje vodenih organizama zbog nedostatka kiseonika u vodi [1].

- Indirektno zagađivanje vode

Zagađivanje voda indirektno se odvija putem spiranja štetnih materija iz zemljišta pomoću padavina. Zagađujuće materije na ovaj način dolaze do podzemnih voda i šire se procesima prirodnog kruženja vode [1]. Do indirektnog zagađivanja vode dolazi usled loše poljoprivredne prakse, eksploatacije nafte i gasa, eksploatacije peska, šljunka i gline, putem divljih deponija, od saobraćaja itd.

**2.2 Sastav otpadne vode**

U opštem slučaju voda je onečišćena rastvorenim i nerastvornim, organskim i neorganskim materijama i mikroorganizmima. Najveći procenat (99,9%) otpadne vode po masi čini voda [7]. Manji deo otpadne vode čine čvrste materije koje delimo na organske (70%) i neorganske (30%).

Sva zagađenja u vodi javljaju se u obliku rastvora, koloida i suspenzija. Zagađivači mogu biti organskog, neorganskog (mineralnog) ili mešovitog porekla. Zagađivači organskog porekla su poreklom od ljudi, biljaka i životinja, dok u neorganske (mineralne) zagađivače spadaju površinski sedimenti, zemljište, rastvorene mineralne soli i metali, pesak, glina, baze, kiseline, itd.

**2.3 Klasifikacija otpadnih voda**

Različite otpadne vode potrebno je prečišćavati u različitim postrojenjima. Otpadne vode možemo podeliti u tri grupe:

1. komunalne otpadne vode
2. industrijske otpadne vode
3. otpadne vode agro kompleksa

## 2.4 Tipovi graničnih koncentracija

Osnovu upravljanje kvalitetom voda u svetskoj praksi čine dva tipa graničnih koncentracija:

1. Odnosi se na kvalitet voda u vodoprijemnicima (stream standards)-voda se može ispuštati sve dok se ne prekorače propisane granične vrednosti MDK-maksimalno dozvoljene koncentracije kvaliteta za vodu vodoprijemnika.

2. Odnosi se na ispuštenu-otpadnu vodu (effluent standards)-tj.na njen kvalitet GVE-granična vrednost emisije.

Danas se u svetu primenjuje kombinovani pristup u upravljanju vodama koji je u osnovi Okvirne Direktive o vodama (Framework Directive 2000/60/EC) koji podrazumeva kontrolu emisije i uspostavljanje standarda kvaliteta okoline primenjujući obe pomenute metodologije, odnosno, oba tipa graničnih koncentracija.

U Srbiji je u proteklom periodu primenjivan tip graničnih vrednosti za kvalitet voda vodoprijemnika, međutim ova metodologija može odgovarati svojoj nameni na malim vodotocima i proračun uticaja otpadnih voda na vodotok računa se za niske vodostaje jer je tada delovanje otpadnih voda najizrazitije [2].

## 3. TRETMAN OTPADNIH VODA

### 3.1 Metode prečišćavanja voda

Metode prečišćavanja vode se stalno usavršavaju. Ne postoji univerzalna procedura prečišćavanja vode koja bi bila odgovarajuća za svako postrojenje. Odabir adekvatne procedure zavisi od karakteristika otpadne vode kao i od željenog stepena prečišćavanja.

Postoje mehaničke, biološke i hemijske metode prečišćavanja.

#### 3.1.1 Mehaničke metode

Mehaničke metode podrazumevaju uklanjanje fizičkih nečistoća iz vode i zasnivaju se na delovanju fizičkih sila (gravitacija, pritisak) [1]. Koriste se: rešetke i sita, taloženje, flotacija, filtriranje, centrifugiranje, taložnici za pesak, hvatači masti, primarni taložnici i bazeni za izjednačavanje protoka.

#### 3.1.2 Biološke metode

Biološke metode se zasnivaju na prirodnim zakonitostima i aktivnostima živih bića. Podrazumevaju prečišćavanje otpadnih voda putem mikroflora koja zagađujuće materije u otpadnim vodama usvaja tokom svog životnog ciklusa. Ova metoda ne prečišćava otpadnu vodu u potpunosti, ali je adekvatna za eliminisanje organskog zagađenja. Primenjuje se kao sekundarna obrada otpadne vode, nakon primarnog prečišćavanja putem mehaničkih metoda, ali i kao nezavisna metoda za prečišćavanje [1].

#### 3.1.3 Hemijske metode

Hemijske metode podrazumevaju prečišćavanje otpadnih voda putem aditivnih procesa, odnosno hemikalija koje se dodaju u vodu i koje kroz hemijske reakcije uklanjaju zagađujuće materije. Prečišćavanje vode hemijskim putem je skupo, ali ponekad nema alternativu. Metode koje se koriste za hemijsko prečišćavanje vode su: hemijsko taloženje, jonska izmena, oksidacija, produvanje gasom, adsorpcija [1]. Prednost ove metode

je jednostavna i sigurna kontrola procesa, postrojenja se lako zaustavljaju i ponovo puštaju u rad bez uticaja na proces prečišćavanja.

Hemijske metode prečišćavanja otpadnih voda su slabije efikasnosti u odnosu na druge metode jer se rastvorene materije ne uklanjaju, povećava se količina taloga i mulja, a njihova obrada je skupa [1].

### 3.2 Prirodni sistemi za prečišćavanje otpadnih voda

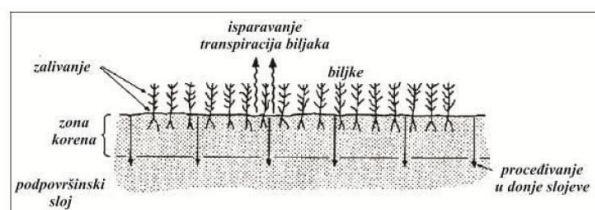
Sve više se teži korišćenju sistema za prečišćavanje koji su jeftiniji, održivi, efikasniji, i zasnovani na ekološkim principima i tehnologijama koje predstavljaju prirodne sisteme prečišćavanja otpadnih voda. Pod ekološkim karakteristikama tehnologije podrazumevamo sposobnost oporavka resursa i njihovo ponovno korišćenje (vode i hranljivih materija) uz minimalnu upotrebu energije i hemikalija, ili potpuno izbacivanje iz upotrebe istog.

Jedna od glavnih prednosti prirodnih sistema je upravo minimalna upotreba energije jer se najveći deo energije uzima iz prirodnog okruženja. Međutim, da bi se ovakvi sistemi dobro isprojektovani, neophodno je multidisciplinarno znanje i tim stručnjaka različitih profila. Ovi sistemi se projektuju posebno za određenu lokaciju, za koju je neophodno znati njene geografske, mikroklimatske i ostale karakteristike, sa pažljivo izabranim i dimenzionisanim postrojenjem za prethodnu obradu otpadnih voda.

Iz ovih razloga, široj primeni prirodnih sistema za prečišćavanje otpadnih voda ne može se prići bez prethodnog sveobuhvatnog i dugotrajnog praćenja pilot postrojenja.

Za mala naselja (grupa naselja sa manje od 5000ES) preporučuju se prirodni sistemi prečišćavanja (Natural Treatment Systems), i u najvećem broju slučajeva to su sistemi za prečišćavanje zemljištem [3]. Ovakvi sistemi su danas vladajući u svetskoj praksi, i u te sisteme ubrajamo:

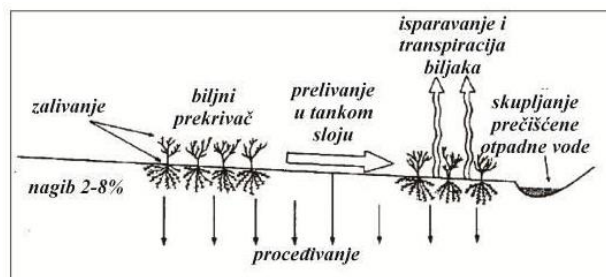
-navodnjavanje zemljišta otpadnom vodom (slika 1)



Slika 1. Prečišćavanje navodnjavanjem zemljišta [3]

-infiltracija otpadnih voda kroz zemljište

-prelivanje zemljišta otpadnom vodom (slika 2)

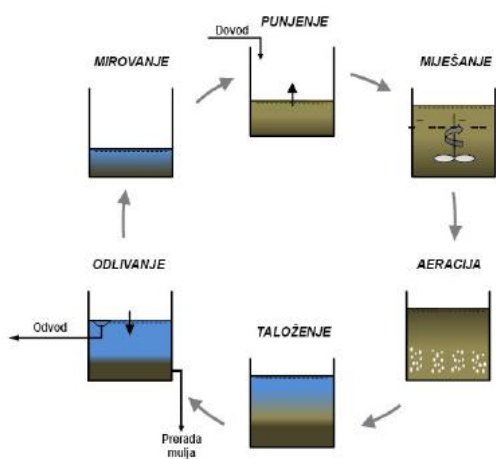


Slika 2. Prečišćavanje prelivanjem zemljišta [3]

### 3.3 SBR tehnologija prečišćavanja

SBR (eng. Sequencing Batch Reactor) je tehnološki postupak biološkog prečišćavanja otpadnih voda sa aktivnim muljem u akumulirajućem postupku. SBR tehnologija prečišćavanja ima poseban značaj i primenu za sekundarni i tercijarni tretman otpadnih voda tj. na biološku fazu tretmana. Prečišćavanje otpadnih voda primenom SBR tehnologije može se naći u mnogim evropskim zemljama [6].

SBR sistemi prečišćavanja otpadnih voda su u skorije vreme najzastupljeniji pri izgradnji novih manjih postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda. Tehnologija se od konvencionalnih tehnologija biološkog prečišćavanja otpadnih voda razlikuje na razne načine. Glavnu razliku predstavlja to što zapremina ispunjenosti reaktora varira sa vremenom, a kod tradicionalnih sistema protok je kontinualan [4]. Radi se o klasičnoj metodi tretmana otpadnih voda sa aktivnim muljem i dubinskom aeracijom, ali sa modifikovnim objektom za biološki tretman, pri čemu se tri glavne tehnološke operacije odvijaju u jednom građevinskom objektu, a time se postiže značajna ekonomska i prostorna racionalizacija postrojenja [5]. Ciklus u SBR reaktoru odvija se u sledećim fazama: punjenje, mešanje, aeracija, taloženje, odlivanje (slika 3).



Slika 3. SBR ciklus [4]

### 4. PPOV OPŠTINE ŽITIŠTE

Primena SBR tehnologije urađena je na primeru prečišćivača otpadnih voda opštine Žitište. Opština Žitište je jedna od opština u Republici Srbiji. Nalazi se u AP Vojvodina i spada u srednjobanatski okrug. Opština Žitište se sastoji od 12 naselja. Prečišćivač će prečišćavati otpadnu vodu za naselja Banatski Dvor, Ravni Topolovac, Torak i Žitište. U radu je dato i rešenje spajanja kolektora na zajedničke prečišćivače za prečišćavanja otpadnih voda ostalih naselja Opštine Žitište.

Za potrebe proračuna hidrauličkog opterećenja, koje predstavlja ukupnu maksimalnu količinu otpadne vode u vršnom času i merodavno je za dimenzionisanje objekata postrojenja, korišćena je vrednost specifične količine otpadne vode ( $q_{spec}$ ) od 150 l/st.dan. Specifična količina otpadne vode predstavlja očekivanu količinu otpadne vode po stanovniku u planskom periodu. Prečišćivač će se graditi u dve faze, za 4000+4000 ES (ukupno 8000 ES).

Hidrauličko opterećenje računa se preko izraza (1).

$$Q_{sr} = ES \cdot q_{spec} \quad (1)$$

ES- ekvivalent stanovnika

Potrošnja vode nije konstantna u toku dana, pa se za proračun hidrauličkog opterećenja uvode koeficijenti dnevne i časovne neravnomernosti. Usvojene su vrednosti:

$$K_h=1.5 \quad K_d=2.0$$

Srednje dnevno hidrauličko opterećenje:

$$Q_{sr}=600+600=1200 \text{ m}^3/\text{dan}$$

Maksimalno dnevno hidrauličko opterećenje:

$$Q_{Dw,d}=960+960=1920 \text{ m}^3/\text{dan}$$

Maksimalno časovno hidrauličko opterećenje:

$$Q_{Dw,h}=80+80=160 \text{ m}^3/\text{h}$$

Za sprovođenje tehnološkog postupka predviđena je odgovarajuća oprema za čiji se smeštaj predviđa izgradnja sledećih objekata: merač protoka sirove vode, aerisani peskolov sa hvatačem masti i sitom, egalizacioni bazen, SBR1 i SBR2 bazen (SBR3 i SBR4 bazeni u II fazi), aerobni digestor, pogonska zgrada, crpna stanica sanitarne vode, merač protoka prečišćene vode, izlivna građevina u recipijent.

#### 4.1 Linija vode

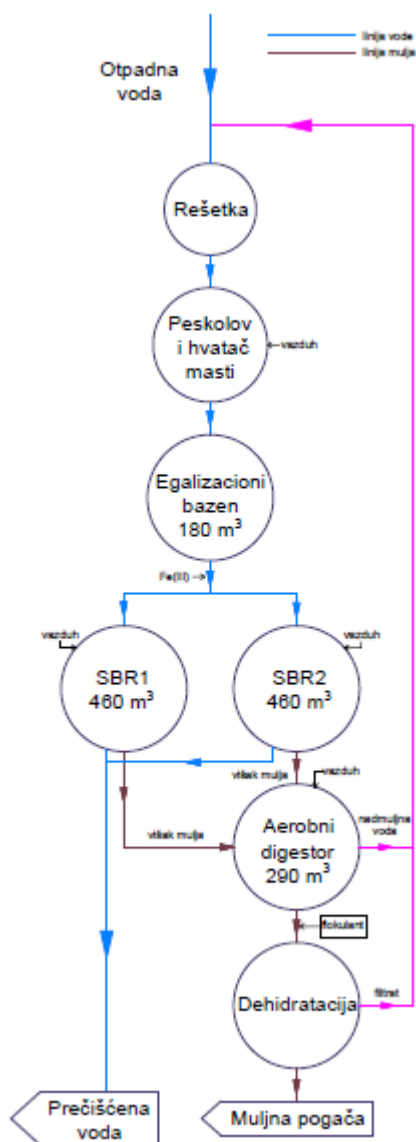
Za obezbeđenje zahtevanog kvaliteta prečišćene vode predviđena je primena kombinovanog postupka mehaničko-biološkog prečišćavanja. Mehaničko prečišćavanje obuhvata odvajanje krupnih nečistoća na finoj rešetki, odvajanje peska i masnoće u aerisanom peskolovu-hvataču masti. Nakon mehaničkog prečišćavanja sledi biološki postupak prečišćavanja sa cikličnom tehnologijom. Ovo podrazumeva uklanjanje ugljeničnog organskog zagađenja, nitrifikaciju azotnih jedinjenja i denitrifikaciju u SBR reaktorima (aeracioni bazen sa integrisanom funkcijom naknadnog taložnika) sa diskontinualnim dovodom i odvodom. Uporedo sa navedenim postupkom odvija se određena simultana kao i biološka defosforizacija. S obzirom na to da se, navedenom simultanom i biološkom defosforizacijom ne postižu uvek zadate granične vrednosti, projektom je predviđena i dodatna hemijska defosforizacija. Povremenim zaustavljanjem aeracije i mešanja, odigrava se razdvajanja faza taloženjem. Izbistrena-prečišćena voda se izdvaja u gornjem sloju SBR bazena, odakle se odvodi dekantacijom i nakon merenja količine ispušta u recipijent.

#### 4.2 Linija mulja

Cilj obrade mulja je dostabilizacija i smanjenje zapremine, odnosno sadržaja vode u mulju. Višak mulja iz SBR reaktora pomoću potopljenih muljnih pumpi se potiskuje u aerobni digestor gde se vrši dostabilizacija i zgušnjavanje. Zgušnjavanje mulja se postiže povremenim zaustavljanjem aeracije i mešanja, radi razdvajanja faza taloženjem. Deo izbistrene vode iz gornjeg sloja se odvodi dekantacijom i vraća se na ponovnu obradu. Stabilizovani mulj se uronjenom muljnom pumpom potiskuje na dekanter centrifugu sa usputnim doziranjem polielektrolita. Efikasno mešanje polielektrolita sa muljem se obezbeđuje u statičkom mešaču. Za pripremu i doziranje polielektrolita predviđen je jedan kompaktni automatski uređaj. Odvodnjavanje mulja predviđa se putem statičke centrifuge. Dispozicija muljne pogače iz centrifuge vrši se

direktno u kontejner. Kontejneri sa muljnom pogačom se odvoze kamionima do krajnjeg odredišta.

Krajnja dispozicija muljne pogače je na deponiju. Proceđena voda se iz mašine odvodi preko interne kanalizacije na ponovnu obradu. Šema prečišćavanja za I fazu izgradnje prikazana je na slici 4.



Slika 4. Šema prečišćavanja

## 5. ZAKLJUČAK

Pitanje količine i kvaliteta vodnih resursa jedan je od ključnih problema društva. Kroz sve faze razvoja društva, voda predstavlja nezaobilaznu komponentu biološkog, ekonomskog i socijalnog napretka, i usled stalnog porasta broja stanovnika potreba za prečišćavanjem otpadnih voda raste.

Prirodni sistemi za prečišćavanje otpadnih voda predstavljaju jednostavne sisteme za upravljanje i održavanje, i upravo to ih čini konkurentnim u odnosu na konvencionalne metode prečišćavanja otpadnih voda.

SBR proces je vrlo prilagodljiv proces, vreme trajanja procesa, koncentracija kiseonika i vreme mešanja može se prilagođavati potrebama postrojenja. Ima veoma visok stepen prečišćavanja, i do 99%, izuzetno je pogodan za postrojenja srednjih kapaciteta, i po gabaritima zauzima znatno manje prostora u poređenju sa drugim sistemima. Nedostatak može predstavljati znatna automatizovanost sistema.

Predstavljeno rešenje PPOV Žitište ima kapacitet da prihvati i obradi otpadne vode koje nastaju od stanovništva. Postrojenje je tako konceptijski rešeno da zadovolji sve zakonske uslove za ovakve uređaje, potrebne i neophodne uslove zaštite životne sredine, naročito vodeći računa o zaštiti podzemnih voda, recipijenta i zemljišta.

Fizičke, hemijske i biološke karakteristike prečišćene otpadne vode i dobijenog tretiranog mulja zadovoljavaju sve zahteve predviđene domaćim propisima i evropskim direktivama iz oblasti prečišćavanja otpadnih voda.

## 6. LITERATURA

- [1] Kitanović R., Šušteršić V. (2013), Tretman otpadnih voda, Vojnotehnički glasnik Vol. LXI No.3: 122-140. Ministarstvo odbrane Republike Srbije, Beograd
- [2] <http://www.cecra.dh.pmf.uns.ac.rs/pdfww2008/-Otpadne%20vode-emisijoni%20standardi%20i%20odabir%20tehnologije%20za%20vodotoke%20sa%20niskim%20ekoloskim%20potencijal.pdf> (pristup: 15.10.2020)
- [3] Nikolić, D., Skerlić, J., Šušterić, V. (2012), Sistemi za prečišćavanje otpadnih voda u velikim i malim naseljima, Fakultet inženjerskih nauka, Univerzitet u Kragujevcu
- [4] Cvetković, D., Despotović, M. (2011), Primena SBR sistema u prečišćavanju komunalnih otpadnih voda sa parametarskim modelom postrojenja, Mašinski fakultet u Kragujevcu
- [5] Sudar, N., Perić, M., Đokić-Vasić, D. (2012), Postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda Bileća po SBR tehnologiji-realizacija i efekti prečišćavanja, Institut za vode, Bjeljina
- [6] Tulenčić, M., Stipić, M., Kolaković, S. (2015), Primena SBR tehnologije prečišćavanja otpadnih voda za naselja do 15000 ES, Međunarodna konferencija, Savremena dostignuća u građevinarstvu, Subotica
- [7] Stipić, M., (2016), Pisana predavanja iz predmeta komunalna hidrotehnika-Interna publikacija, Novi Sad



**Nataša Nikolin** rođena je u Zrenjaninu 1991. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo-smer Hidrotehnika, odbranila je 2020.god. kontakt: natananikolin@hotmail.com

**IMPLEMENTACIJA BIM TEHNOLOGIJE U JAVNI SEKTOR****IMPLEMENTATION OF BIM TECHNOLOGY IN PUBLIC SECTOR**

Jelena Brcanski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast - GRAĐEVINARSTVO**

**Sažetak:** Građevinski propisi i regulative postaju sve složeniji sa sticanjem novih znanja u domenu projektovanja i izvođenja. Potreba za kompjuterski čitljivim građevinskim propisima postaje sve kritičnija. Sa razvojem BIM tehnologije, sistem automatske provere usaglašenosti postaje dostižan. BIM tehnologija, smatra se jednom od tehnologija koja ima najviše potencijala da pruži značajnu vrednost AEC (Arhitektura, Inženjering, Građevina) industriji. Ova studija takođe prikazuje da danas BIM, a pogotovo sistem provere modela, mogu biti korisna podrška pri procesu javnih nabavki, uz preduslov da javni klijent ima potpunu kontrolu nad procesom i da može definisati jasne i precizne zahteve.

**Ključne reči:** Kompjuterski čitljivi propisi, Automatska provera modela, BIM implementacija, Automatska provera propisa, Javna nabavka, e-nabavka

**Abstract-** Building codes and regulatory standards are becoming increasingly complex with the acquisition of new knowledge in the design and construction domain. The necessity for computable representation of the building code checking process is becoming even more critical. With the development of Building Information Modeling (BIM) technology, the automated compliance checking systems for building codes becomes achievable. It is regarded as one of the technologies with the most potential to provide significant value to the Architecture, Engineering and Construction (AEC) industry. This study also shows that nowadays BIM, and especially Model Checking, can be a useful support for Public Procurement, but only if the Public Clients hold the control of the process and they are able to define clear requirements.

**Keywords:** Computable Building Code, Automated Model Checking, BIM implementation, Automated Code Checking, Public Procurement, e-Procurement

**1. UVOD**

Postupak dobijanja dozvola za izgradnju, u poslednjih nekoliko godina značajno unapređen, ali je i dalje u velikoj meri analogan, gde se veliki broj informacija obrađuje u papirnom obliku tj. u obliku pdf datoteka. Uz digitalizaciju koja je u toku, i koja je trenutno jedna od glavnih pokretačkih snaga u društvu i manifestuje se u mnogim procesno orjentisanim oblasima, naredni korak je automatizacija ovog procesa, integracijom BIM (Building Information Modeling) modela i geoprostornih podataka. kako bi se proverila usklađenost projekta sa propisima Proces dobijanja dozvola za izgradnju karakteriše veliki

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Igor Peško, vanr. prof.**

broj učesnika, te da bi komunikacija između učesnika bila efikasnija, potrebno je analogne informacije koje se razmenjuju između učesnika, zameniti digitalnim. Da bi ovakva komunikacija bila ostvarena moraju se uzeti u obzir svi tehnički, pravni i poslovni aspekti [1, 2].

Cilj rada takođe je bio da se identifikuju potencijalni problemi implementacije BIM-a u procesu javnih nabavki i da se prouči kako se BIM može koristiti na tenderima za poboljšanje trenutnih slabih tačaka.

Uloga javnih tela je presudna jer vlada kao klijent može biti pokretačka snaga za poboljšanja u ovoj oblasti. Razvoj BIM-a širom sveta je mnogo različit. Njegovo širenje napreduje u zemljama u kojima je vlada donela nacionalne BIM strategije, poput Velike Britanije, ili gde su javni naručioci ili građevinske vlasti zahtevale BIM, kao što su SAD, Finska, Norveška i Danska. Iz tog razloga, uloga javnih institucija i organa je fundamentalna za usvajanje BIM-a [3-5].

**2. BUILDING INFORMATION MODELING**

BIM je sinonim za digitalno unapređenje procesa izgradnje, naime:

Upravljanje informacijama o zgradama (BIM)  
Modeliranje građevinskih informacija (BIM)  
Model informacija o zgradama (BIM)

BIM opisuje tok procesa unapređenja i usvajanja računarski generisanih modela za simulaciju svih faza životnog ciklusa projekta od planiranja, projektovanja, izgradnje do održavanja i rušenja. Tako je, BIM objektno-orjentisan, inteligentan, parametarski digitalan prikaz objekta, iz koga se mogu izvući različiti podaci u skladu sa potrebama određenog korisnika i generisati informacije koje se dalje koriste za donošenje odluka i poboljšavanje procesa izgradnje [6].

BIM pokriva sve funkcije 3D modela, ali njegovi objekti nisu samo 3D, to su pametni objekti, koji sadrže korisne informacije generisane od različitih učesnika u projektu. BIM nije samo baza grafičkih entiteta kao što su linije, 2D oblici i 3D volumeni, već obuhvata širi spektar gde su objekti definisani kao građevinski elementi i sistemi kao što su npr. ploče, zidovi, stubovi itd.

Iz tog razloga ključ BIM-a nije ni Building ni Model već Information, jer se BIM koncept ne primenjuje samo na zgrade odnosno objekte viskogradnje, nego recimo i u infrastrukturi i niskogradnju, dok je 3D vizuelizacija vezana za model nešto što nam omogućavaju softveri poput Revit-a i SketchUP-a, zato je informacija najbitnija karakteristika BIM-a, informacije se dele i razmenjuju između svih učesnika na projektu i jednom kreirane koriste se tokom celog životnog ciklusa projekta.

### 3. INTEROPRABILNOST

Do danas, stepen saradnje među učesnicima na projektu, odnosno interoperabilnost nije kompletna i može se poboljšati i unaprediti. Uobičajeno je da svaki učesnik proizvodi svoje datoteke, a zatim ih obradjuje i deli sa ostalim učesnicima, kako bi oni mogli da razvijaju svoje delove projekta. Na ovaj način se koncept saradnje više vezuje za ispunjavanje obaveza nego za pravi dijalog i saradnju. Bez potpuno transparentnog i integrisanog procesa, broj sudara i klozija je vrlo velik i nije moguće pronaći najbolje rešenje, jer su odluke već doneli drugi. Taj pogrešan stav je potpomognut fragmentisanom prirodom građevinske industrije i alatima koji ne omogućavaju stvarnu interoperabilnost, jer u suštini ne postoji jedna aplikacija koja pokriva sve zahteve [7-10].

Trenutno postoje različiti protokoli za rešavanje problema interoperabilnosti. IFC i Standard za razmenu podataka (STEP-ISO) su prvi predstavljeni takvi protokoli. Trenutno je IFC najpodržaniji protokol među glavnim dobavljačima BIM softvera. Od pojave Međunarodne alijanse interoperabilnosti (IAI) 1995. godine, prva generacija IFC-a, IFC 1.0 pojavila se 1996. godine. Zatim su u maju 2003. godine objavljene su IFCS 2x izdanja, a u novije vreme i ifcXML za metode razmene zasnovane na Internetu. IFC standardizacija je znatno otvorenija od prethodnih CAD napora i pokazala se više anticipativnom od prethodnih CAD standarda za upotrebu u već postojećim tehnološkim rešenjima. IFC 2x3 platforma nastala je 2006. godine, u to vreme svi glavni dobavljači softvera učvrstili su svoja 2x3 interfejs rešenja, što ju je tad činilo najrobusnijom platformom za razmenu BIM modela koja je bila dostupna. 2006. godine, konzorcijum IAI je preimenovan u buildingSMART sa novom vizijom koja naglašava interoperabilnost sredstava za korisnike i preduzeća. 2013. godine izašla je IFC 4 verzija, a današnja akutelna iz 2019. godine je iFC 4.2.

### 4. JEDNOŠALTERSKI SISTEM- SISTEM E-DOZVOLA U SRBIJI

Zakon o planiranju i izgradnji koji je usvojen u decembru 2014. godine uveo je u pravno i poslovno okruženje sistem objedinjene procedure, odnosno jednošalterskog sistema za izdavanje građevinskih dozvola, zahvaljujući kojem su organi javne uprave počeli da razmenjuju dokumenta između sebe, oslobađajući građane i investitore potrebe da ih samostalno skupljaju od šaltera do šaltera.

Zakonom o izmenama i dopunama ZPI je, od 1. marta 2015. godine, uvedena je u proces izdavanja dozvola i ostalih akata iz oblasti izgradnje tzv. objedinjena procedura, koja je donela značajne novine i nova pravila za nadležne organe, imaoce javnih ovlašćenja i investitore.

Sledeći inovativni korak bio je uvođenje elektronske objedinjene procedure od 1. januara 2016. godine, čime je omogućeno podnošenje zahteva i izdavanje dozvola elektronskim putem, kroz Centralnu evidenciju objedinjenih procedura (CEOP).

I pored uvedenih novina, proces ishodovanja građevinskih dozvola je nepredvidiv, tumačenje propisa često može da bude dvosmisleno, pa je za investitore i dalje ovaj proces pomalo rizičan. S obzirom da ovaj proces karakteriše veliki broj učesnika, da bi komunikacija između učesnika bila efikasnija, potrebno je analogne informacije koje se

razmenjuju između učesnika, zameniti digitalnim. Digitalizacijom, razvile bi se automatizovane metode koje bi poboljšale efikasnost organa vlasti koji rade na izdavanju dozvola, ali i omogućila vlastita provera modela od strane investitora pre podnošenja zahteva za izdavanje dozvola, što bi eliminisalo iznenađenja.

### 5. IMPLEMENTACIJA BIM-A U PROCES IZDAVANJA DOZVOLA ZA IZGRADNJU

Provera usklađenosti građevinskih propisa sa projektom, važan je zadatak podjednako kako za projektante tako i za službenike državnih uprava. Postupak manualne provere uvek dovodi do nejasnoća, nedoslednosti u procenama i odlaže proces izgradnje u celini. Razvojem BIM tehnologije, automatizovani sistemi za proveru usklađenosti građevinskih propisa sa projektima postaju dostižni.

Građevinski propisi postaju sve složeniji, pa potreba za njihovom kompjuterizacijom i automatizacijom procesa provere propisa postaje sve kritičnija. U okviru okruženja BIM-a, neki sistemi zasnovani na pravilima koriste se kao alatka za proveru modela sa građevinskim propisima i standardima. Zajednička karakteristika ovih sistema zasnovanih na pravilima je generisanje rezultata poput „pass“, „fail“, „warning“ ili „unknown“. Oni ukazuju na to gde su podaci nepotpuni, poduplani ili nedostaju. Umesto da direktno modifikuje model, ovaj postupak provere obično ocenjuje dizajn prema konfiguraciji objekata, njihovim odnosima ili atributima.

U poređenju sa ručnom proverom, automatski postupak provere potencijalno je manje podložan greškama. Pored toga, dodatna je motivacija za korisnike da usvoje BIM tehnologiju u ranijoj fazi procesa izgradnje i važan je korak za promociju implementacije BIM tehnologije.

Za automatizaciju procesa provere usklađenosti, potrebno je obuhvatiti tri glavna dela, deo koji se odnosi na propise, zatim deo vezan za model čija se usklađenost proverava, i deo koji se odnosi na softver koji se koristi pri proveru, s tim što je deo vezan za propise preduslov za automatizaciju, takođe samo taj deo, kako su istraživanja pokazala, oduzima čak 20-30% ukupnog napora .

### 6. PRIMERI DOBRE PRAKSE SINGAPURSKI SISTEM CORENET

CONstruction and Real Estate NETwork (CORENET) je vodeći projekat informacione tehnologije (IT) koji se zajednički sprovodi od strane različitih agencija vlade Singapura radi poboljšanja produktivnosti i performansi sektora građevinarstva i nekretnina. To je sveobuhvatni mrežni sistem koji se sastoji od niza IT sistema i usluga koji omogućavaju praktičnu i brzu razmenu informacija između relevantnih vladinih agencija i stranaka uključenih u građevinarstvo i industriju nekretnina.

IT sistemi u CORENET-u su osmišljeni i razvijeni tako da integrišu četiri glavna procesa u životnom ciklusu projekata izgradnje, to su: dizajn, nabavku, izgradnju i upravljanje objektima [10-13].

Singapur je godinama u nazad rankiran kao svetski najbrža uprava za izdavanje dozvola za gradnju u okviru Doing Business Liste Svetske, dok je BCA (*Building and Construction Authority*) Singapura, nagrađena od strane Autodesk BIM Recognition Award kao prva uprava u svetu koja je usvojila 3D BIM online podnošenje prijala još 2009 godine.

## 6.1 Byggnett (Building Network)-Norveška

Byggnett je inicijativa Norveške vlade za razvoj nove platforme za saradnju i razmenu informacija svih privatnih i javnih aktera u građevinskoj industriji odnosno digitalan proces izdavanja dozvola za gradnju i formiranje javno dostupne arhive. Korišćenjem BIM tehnologije ova zamisao jedino je bila moguća.

Byggnett čine tri celine:

1. javni i komercijalni servis
2. platforma za saradnju
3. javni i komercijalni registar odnosno baza podataka

Razvoj platforme bio je sa fokusom na automatsku proveru podnetih zahteva, koja je izvršena do 2015. godine. Sledeći korak bio je razvoj rešenja za automatsku obradu do 2017. godine. Cilj je bio obrada 40 % zahteva koji se odnose na jednostavne objekte, manjih posledica na društvo. Do kraja 2021. godine ovaj procenat bi trebao da skoči na 80% zahteva koji se automatski obrađuju. Podneti zahtevi sadržali bi i BIM i GIS podatke.

## 7. IMPLEMENTACIJA BIM TEHNOLOGIJE U PROCESU JAVNIH NABAVKI

Vladine institucije usredsređene su na tradicionalan proces javnih nabavki zasnovan na „papiru“, kao rezultat toga veliki broj informacija se propušta i pogrešno tumači. Posledično, ovakav pristup stvara nepažnju pri projektovanju, propuste, sudare različitih disciplina, redovnu neusaglašenost između crteža, specifikacija i druge ugovorne dokumentacije. Ovi problemi obično generišu kašnjenja i sporove između investitora, projektantskih timova i izvođača, a rezultat svega je da se konačna stvarna cena realizacije projekta dosta razlikuje od ugovorene tenderske. Zapravo, kamen spoticanja je politika najniže cene kao presudnog kriterijuma pri izboru ponuđača.

Današnja praksa je takva, da izvođači radova daju ponude sa dosta nižim cenama od stvarnih, ne bi li bili konkurenti na tenderu, a kasnije svoju dobit nadoknađuju potraživanjem (klejmovima) koja nastaju zbog nedovoljno preciznih informacija koje je pružio naručilac u okviru tenderske dokumentacije. BIM bi u budućnosti, dramatično povećao celovitost i doslednost informacija na tenderima, forsirajući ponude koje su slične završnom računu, jer omogućava projektantima da proizvedu mnogo potpunije i doslednije informacije, tako da se ne ostavlja prostor potcenjenim ponudama da kasnije na osnovu slabosti projekta nadoknade tenderske cifre [14-16].

## 8. BIM TEHLONOGLIJA I SISTEM ISPORUKE DESIGN-BID-BUILD

Faze DBB sistem isporuke čine tri faze:

- faza projektovanja
- tenderska faza
- faza izvođenja

U DBB sistemu, projekti se dostavljaju direktno naručiocu, a izvođač je uključen samo u fazu izgradnje. Stoga su različite strane odgovorne za projektovanje i izvođenje. Na tenderu, na osnovu priložene dokumentacije, ponuđači izračunavaju količine kako bi procenili troškove, a obično ponuda koja dobija tender je najniža ponuda. Takođe, periodično održavanje objekta organizuje ili izvodi naručilac.

Usvajanje BIM-a za DBB sistem isporuke može poboljšati proces, ali ne može izraziti sav svoj potencijal zbog strukture samog načina isporuke. Zapravo, kasnije uključivanje ponuđača nije idealano jer onda oni nisu u mogućnosti da učestvuju u procesu projektovanja. Koristi i za naručioca i za ponuđače su veće ako imaju dobre veštine i prethodno iskustvo u radu sa BIM-om.

Na kraju faze tendera samo jednom ponuđaču će biti dodeljen ugovor, tako da će svi ostali izgubiti novac uloženi za izradu ponude. Implementacija BIM-a može smanjiti napor u proceni troškova i smanjiti ekonomski gubitak ponuđača kojima ugovor neće biti dodeljen. Finska organizacije Senate Properties iznosi zanimljivo gledište vezano za buduću odgovornost naručioca na tenderu. Danas su ponuđači odgovorni za količine, ali ako to postane odgovornost naručioca, prema njihovom mišljenju, broj ponuda će se povećati. Naravno, danas se na predmer radova troši novac i napor, jer svi ponuđači moraju da izračunaju iste količine. Ako naručilac obezbedi predmer, uštedeće troškove ponuđačima i postupak će biti efikasniji, međutim, naručilac mora preuzeti novu odgovornost i nove rizike. Usvajanje BIM-a, koji daje mogućnost za pouzdanije količine, možda će ubediti naručioca da prihvati ovaj zadatak u budućnosti.

## 9. BIM TEHNOLOGIJA I SISTEM ISPORUKE DESIGN AND BUILD

Design and Build je sistem isporuke projekta gde za razliku od DBB sistema, ponuđač odgovoran i za projektovanje i za izvođenje, takođe u DBB sistemu naručilac od ponuđača zahteva BIM model u tehničkom delu poziva za tender, a ne obezbeđuje ga.

BIM je posebno koristan za sistem nabavke DB-a jer je jedan entitet odgovoran i za projektovanje i za izgradnju. Koristeći BIM, ponuđači su svesniji sadržaja svoje konačne ponude, jer su u stanju da pažljivije upravljaju procesom, iz tog razloga naručilac može dobiti pouzdanije ponude. Zahvaljujući 3D vizuelizaciji, naručilac može bolje da razume ponude, a još jedna važna prednost za naručioca je mogućnost provere usaglašenosti njegovih zahteva i ponuda, zahvaljujući alatima za proveru modela. Na ovaj način kontrola nije samo ručna, već se može automatizovati, a poređenje alternativa je jednostavnije. Kao što je već rečeno, zahvaljujući BIM-u ponuđači imaju veću kontrolu nad celokupnim procesom projektovanja, tako da su u mogućnosti da daju tačnije i pouzdanije ponude. Iz tog razloga se osećaju sigurnije prilikom predaje ponuda na tenderima, kako u pogledu cena, tako i u pogledu građevinske sposobnosti. BIM model takođe olakšava raspravu o alternativnim rešenjima tokom sastanaka, a ponuđači mogu da koriste alate za proveru modela za kontrolu svog predloga, čime se izbegava većina grešaka pre konačnog podnošenja ponude.

## 10. ZAKLJUČAK

Rekonfiguracija poslovnog procesa može dovesti do većeg nivoa povezanosti projektantskih timova i izvođača koji su uključeni u materijalizaciju finalnih proizvoda.

Dug proces izdavanja dozvola za izgradnju važan je međunarodni problem. Pojedine zemlje implementirale su sisteme za automatsku proveru usklađenosti propisa i zahteva i u velikoj meri skratile trajanje celog procesa.

Rešenja Norveške i Singapura u praktičnoj su primeni već više od 10 godina, ova rešenja prošla su nekoliko revizija kako bi danas odgovarala kvalitetno na sve zahteve korisnika. S toga, kontinuirani razvoj mora biti uključen kao deo uvodjenja digitalnih rešenja za obradu podnetih zahteva.

Iako je istraživanje u ovoj oblasti i dalje nezrelo, veruje se da će novi radni tokovi automatske provere doprineti implementaciji BIM tehnologije u ranijim fazama projekta.

U Srbiji, uvođenjem elektronske procedure ostavren je evidentan napredak, dalji zadatak organa vlasti jeste poluautomatizacija i automatizacija procesa izdavanja dozvola, što predstavlja vrlo dug put. Da bi cela zamisao bila ostvariva, nacrti zgrada i zakonodavni akti moraju biti digitalno predstavljeni na homogen način koji omogućava njihov doprinos procesu automatske provere usklađenosti.

Takođe, usvajanje BIM-a u procesu javnih nabavki još uvek je u povojima, iako su alati za proveru modela već dostupni da pomognu pri evaluaciji ponuda, evidentno je da ne samo kod nas, već i u svetu javni sektor još nije spreman za veliku promenu, kako u kulturnom tako i u tehnološkom smislu.

BIM za početak može biti korisno sredstvo za procenu predloga ponuđača i pronalaženje mogućih kontradiktornih informacija, propusta ili grešaka, koje obično generišu kašnjenja, potraživanja i povećavaju troškove. Važan deo procesa nadmetanja je ocena nekoliko predloga i kasnija faza odlučivanja o ishodu tendera. Implementacija BIM-a, a posebno funkcija provera modela, može poboljšati efikasnost procesa kroz racionalizaciju, pojednostavljivanje i što efikasniju evaluaciju, korišćenjem različitih komercijalnih softvera, kao što je Solibri Model Checker (SMC).

Zahvaljujući alatima za proveru modela, javni klijent može lako postaviti zahteve i kontrolisati da li su predlozi ponuđača u skladu sa njima. Softver zasnovan na pravilima je moćno sredstvo jer omogućava klijentima da prilagode pravila i često verifikuju ne samo geometrijske zahteve već i konceptualne.

IT rešenja, kao što su e-nabavke, postaju strateška za bolje sprovođenje principa nediskriminacije i transparentnosti. Iako ih je teže razviti, ona mogu ponuditi dragocenu podršku javnim klijentima u vođenju i kontroli postupka. Međutim, trebalo bi izvršiti dalja istraživanja kako bi se bolje razumelo način na koji informacije tokom procesa javne nabavke mogu komijuterizovati, čineći ih tako ponovnim iskoristljivim, s tim je integracija BIM-a i javnih nabavki dosta ograničena i potrebno je uložiti dalje napore u istraživanja na ovom polju kako bi se postigli optimalni rezultati.

## 11. LITERATURA

- [1] Building and Construction Authority (BCA). <http://www.bca.gov.sg>.
- [2] Bolpagni M.,(2013). The implementation of BIM within the public procurement-A model-based approach for the construction industry
- [3] Dimyadi, J. & Amor, R., Automated Building Code Compliance Checking – Where is it at? Proceedings of the 19th International CIB World Building Congress, eds. S. Kajewski, K. Manley and K. Hampson, Queensland University of Technology, ISBN: 978-0-9875542-1-5, Paper 241, 2013.
- [4] Eastman, C., Lee, J., Jeong, Y., and Lee, J. (2009). Automatic rule-based checking of building designs. *Automation in Construction*, 18(8), pp. 1011–1033.

doi:10.1016/j.autcon.2009.07.002

- [5] Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., and Liston, K. (2011). *BIM Handbook*. John Wiley & Sons, Inc. ISBN9780470261309. doi:10.1002/9780470261309
- [6] Han, C.S., Kunz, J., and Law, K.H. (1997) "Making automated building code checking a reality." *Management Journal*, IFMA September/October: 1-7
- [7] Hjelseth, E., and Nisbet, N., (2010b) "Overview of Concepts for Model Checking". Presented at CIB W78 2010 27th International Conference - Applications of IT in the AEC Industry
- [8] Hjelseth, E., (2015) "Public BIM-based model checking solutions: lessons learned from Singapore and Norway", DOI: 10.2495/BIM150351
- [9] Hjelseth, E., and Nisbet, N. (2011). Capturing normative constraints by use of the semantic mark-up (RASE) methodology. In *Proceedings of CIB W78-W102 Conference*, pp. 1–10. Sophia Antipolis, France.
- [10] Hjelseth, E. (2014) ByggNett (BuildNetwork)—Norwegian Project for Web-Based Collaboration between Public Authorities and the Construction Industry, DOI: 10.1061/9780784413616.111
- [11] Khemlani, L. (2005). CORENET e-PlanCheck: Singapore's automated code checking system. *AECbytes* "Building the Future". Retrieved November 15, 2012, from <http://aecbytes.com/buildingthefuture/2005/CORENETePlanCheck.html>
- [12] Nawari, N.O. and Alsaffar, A. (2016). "Understanding Computable Building Codes". *Journal of Civil Engineering and Architecture*, 3(6): 163-172, March, 2016
- [13] Sing T.F., Zhong, Q. (2001). *COstruction and Real Estate NETWORK (CORENET)*
- [14] Tien Foo Sing and Qi Zhong, DOI: 10.1108/EUM0000000005831
- [15] USAID (2017), Monitoring efekata sistema za izdavanje dozvola za gradnju u 2017. godini iz ugla nadležnih organa i investitora
- [16] Zhang, J., and El-Gohary, N. (2011). "Automated information extraction from construction-related regulatory documents for automated compliance checking". *Proceedings of the 28th International Conference of CIB w87*, Sophia Antipolis, France, 2011

## Kratka biografija:



**Jelena Brcanski** rođena je 17.08.1994. god. u Novom Sadu, gde je završila osnovnu i srednju školu. OAS završila je 2019. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka odbranila je 2020. godine.

**PROCENA STANJA I ENERGETSKA SANACIJA VIŠESPATNE STAMBENE ZGRADE  
U ULICI STANOJA STANOJEVIĆA U NOVOM SADU****ASSESSMENT AND ENERGY RENEWAL OF THE MULTI-STOREY RESIDENTIAL  
BUILDING IN STANOJE STANOJEVIC STREET IN NOVI SAD**

Biljana Čulibrk, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – GRADJEVINARSTVO**

**Kratak sadržaj** – Rad se sastoji iz dve celine. Prvi deo rada predstavlja teorijsko istraživački deo sa temom „Proizvodi za toplotnu izolaciju zgrada - spoljni kompozitni sistemi za toplotnu izolaciju (ETICS) na bazi mineralne vune“- EUROPIAN STANDARD EN 13500 gde je opisan pojam ETICS sistema, najbitnije osobine, principi primene i način montaže. Takođe, opisan je EN 13500 – evropski standard u kome su utvrđeni zahtevi za fabrički izrađenim ETICS proizvodima koji se isporučuju u kompletu. U drugom delu rada izvršen je vizuelni makroskopski pregled objekta, sa ciljem utvrđivanja postojećeg stanja za višespratnu stambenu zgradu u Novom Sadu. Za objekat je urađen proračun energetske efikasnosti. Na osnovu ovog proračuna i vizuelnog pregleda konstrukcije, date su sanacione mere koje povećavaju trajnost objekta, energetska efikasnost, kao i njegovu usaglašenost sa Pravilnikom o energetske efikasnosti.

**Ključne reči:** Procena stanja, energetska efikasnost, sanacione mere, ETICS sistemi

**Abstract** – The paper consists of two mutually independent units. The first part of the paper is a theoretical research part with the topic „Products for thermal insulation of buildings – external thermal insulation composite systems (ETICS) based on mineral wool“ - EUROPIAN STANDARD EN 13500 which describes the concept of ETICS system, the most important features, application principles, installation. Also, EN 13500 is described - a European standard which sets out the requirements for factory-made ETICS products that are delivered as a set. In the second part of the paper, a visual macroscopic examination of the object was performed, with the aim of determining the existing condition for a multi-storey residential building in Novi Sad. An energy efficiency calculation was performed for the building. Based on this calculation and visual inspection of the structure, remedial measures are given that increase the durability of the building, energy efficiency, as well as its compliance with the Rulebook on energy efficiency.

**Keywords:** Condition assessment, energetic efficiency, remedial measures, ETICS systems

**NAPOMENA:**

Ovaj rad je proistekao iz master rada čiji je mentor bila dr Mirjana Malešev, red. prof.

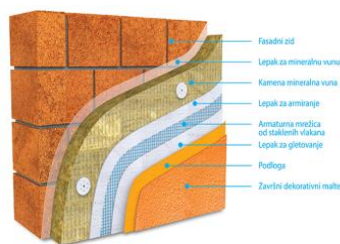
**1. UVOD**

Rad se sastoji iz dve celine: teorijsko-istraživačkog dela i stručnog dela. U prvom delu rada analiziraju se ETICS sistemi i EUROPIAN STANDARD EN 13500 .

Drugi, stručni deo rada, obuhvata vizuelni pregled konstrukcije i njegovu procenu stanja. Dat je detaljan proračun energetske efikasnosti i priložene su sanacione mere za povećanje trajnosti objekta i energetske efikasnosti.

**2. PROIZVODI ZA TOPLOTNU IZOLACIJU  
ZGRADA - SPOLJNI KOMPOZITNI SISTEMI ZA  
TOPLOTNU IZOLACIJU (ETICS) NA BAZI  
MINERALNE VUNE****2.1. Opšte o ETICS sistemima**

ETICS označava spoljni termoizolacioni kompozitni sistem odnosno kompletan skup komponenata, propisno odabranih i proverenih po pitanju kompatibilnosti. Svaki sistem bi trebalo da ima potvrđene tehničke parametre i svojstva u vidu odobrenja, procene ili drugih konkretnih dokumenata. ETICS (Slika 1) se odnosi na nanošenje izolacionog materijala (obično EPS ili mineralna vuna) na spoljnu površinu zida nakon čega sledi malter za lepljenje, malter ili smesa za osnovni premaz i armaturna mreža sa završnim slojem maltera, i po izboru bojenje.



Slika 1. Slojevi ETICS sistema

Trajnost sistema za termoizolaciju zavisi od mnogo faktora [1]. Prvi faktor je praćenje smernica pri nanošenju svake od faza koje su propisane od strane proizvođača. Pored propusta poštovanja osnovnih smernica koje dovede do razaranja sistema, najčešći uzrok prerane degradacije izolacionih sistema jeste nepropisno izrađivanje detalja, koji se rade na osnovu tehničkog projekta [4, 5].

Pri montaži obratiti pažnju na:

- Donju ivicu termoizolacionih sistema – prvo pričvrstiti početni profil za zid kojim se postavlja nivo za prvi red ploča (visina sokle mora biti definisana). Neravne podloge mogu dovesti do deformacije fiksnih delova, što

se izbegava korišćenjem plastične odstoje podloške za bolju nivelaciju i izbegavanje termičkih mostova. Postavljanje ploča kamene vune izvodi se odozdo prema gore sa horizontalnim pomakom od približno pola ploče;

- Dilatacioni spojevi –premošćuju se dilatacionom trakom (poliuretanskom zaptivnom masom);

- Termoizolacija ivica zgrade - izolacione ploče na uglu zgrade trebalo bi da se preklapaju naizmenično, formirajući ugao;

- Okviri prozora i vrata - posebno su izloženi termičkim mostovima, što dovodi do vlažnih zidova na spojevima drvenarije i do pojave algi i gljivica. Oko ivica može doći do nagomilavanja opterećenja. Termoizolacione ploče isečene u L-obliku postaviti na takav način da se ne dodiruju na ivicama prozora ili drugim otvorima na fasadi. Ispod i iznad uglova prozora, s ciljem sprečavanja povećanog napreznjanja, trebalo bi postaviti trake armaturne mreže pod uglom od 45 °;

- Sokla zgrade - je kritičan deo svake fasade, jer je izložena vodi i jakom mehaničkom napreznjanju. Za izolaciju sokli preporučuju se posebne vrste EPS sa povećanom otpornošću na vodu i ploče od ekstrudiranog polistirena – XPS, koje moraju biti savršeno složene;

- Balkoni i terase - da bi se osigurao kontinuitet izolacije i smanjili termički mostovi najefikasniji metod je staviti izolaciju sa obe strane celom dužinom ploče odnosno izolacioni se materijal stavlja na dno i na strane.

## 2.2. Evropski standard EN 13500:2003 (E)

Ovim evropskim standardom utvrđeni su zahtevi za fabrički izrađene proizvode za spoljne termoizolacione kompozitne sisteme (ETICS) na bazi mineralne vune, koji se isporučuju u kompletu i koriste kao toplotna izolacija zgrada [3]. Standard opisuje karakteristike proizvoda i uključuje postupke za ispitivanje i obeležavanje. Ovaj standard pokriva sisteme sa deklarisanim toplotnim otporom jednakim ili većim od  $1 \text{ m}^2 \times \text{K} / \text{W}$ . Treba uzeti u obzir zahteve iz nacionalnih propisa koji se odnose na mehaničku otpornost i stabilnost ETICS-a.

Zahtevi koje standard propisuje su sledeći:

- **Toplotna otpornost** - vrednost toplotne otpornosti ETICS izračunava se u skladu sa EN ISO 10456 i EN ISO 6946 po formuli  $R = R_D = d / \lambda_D$ ;

- **Mehanički otpor i stabilnost sistema** - ETICS mora biti stabilan na kombinovana napreznjanja kao što su masa, sišuće dejstvo vetra, temperatura, vlaga i skupljanje, kao i od opterećenja pri normalnoj upotrebi; Moraju biti zadovoljeni sledeći zahtevi:

- **Zatezna čvrstoća veze osnovnog sloja i MV ploče** – određena u skladu sa EN 13494. Nijedan rezultat ispitivanja ne sme biti manji od 6 kPa;

- **Čvrstoća vezivanja lepka na MV ploču za ETICS pričvršćen lepkom- otpornost na čupanje** - određena se u skladu sa EN 13494. Nijedan rezultat ispitivanja ne sme biti manji od 6 kPa;

- **Otpornost na izvlačenje ETICS-a fiksiranog mehaničkim pričvršćavanjem** – određena u skladu sa EN 13495 bez upotrebe lepka između izolacije i podloge. Projektovani otpor na izvlačenje  $X_d$  ETICS-a mora biti veći od projektovanog usisanog opterećenja vetra  $S_d$ ;

- **Reakcija na požar** – određena u skladu sa EN 13501-1;

➤ **MV (mineralna vuna) ploče** – moraju biti u skladu sa sa zahtevima navedenim u EN 13162 i zahtevima iz Tabele 1:

Karakteristike	Zhtevi	
	Vrednosti	Klasa/nivo/granične vrednosti
Deklarisana toplotna otpornost	$R_D \geq 1,00 \text{ m}^2 \cdot \text{k} / \text{W}$	Granične vrednosti
Zatezna čvrstoća upravna na površine:		
MV ploče učvršćene lepkom	$\geq 80 \text{ kPa}$	TR80
MV ploče učvršćene šinama	$\geq 15 \text{ kPa}$	TR15
MV ploče učvršćene sidrima	$\geq 7,5 \text{ kPa}$	TR7,5
MV ploče učvršćene sidrima kroz armaturu	$> 5 \text{ kPa}$	TR5
Dimenzionalna stabilnost	$\leq 1\%$	Granične vrednosti
Odstupanje od pravouglosti	$\leq 5 \text{ mm} / \text{m}$	Granične vrednosti
Tolerancija ravnosti	$< 6 \text{ mm}$	Granične vrednosti
Tolerancija dužine	$\pm 2\%$	Granične vrednosti
Tolerancija širine	$\pm 1,5\%$	Granične vrednosti
Tolerancija debljine	$+3 / -1 \text{ mm}$	T 5
Čvrstoća na pritisak	$\geq 10 \text{ kPa}$	CS (10/Y)10
Dugotrajno upijanje vode delimičnim potapanjem	$< 3 \text{ kg} / \text{m}^2$	Granične vrednosti

\*MV ploče učvršćene šinama ili sidrima u kombinaciji sa lepkom tretiraju se kao sistem bez lepka

Tabela 1. Zahtevi za proizvode za MV ploče

- **Zatezna čvrstoća armature** - određena u skladu sa EN 13501-1;

- **Vodopropustljivost površine sistema** - određena u skladu sa EN 1062-3. Nijedan rezultat ispitivanja ne sme biti veći od  $0,5 \text{ kg} / (\text{m}^2 \times h \times 0,5)$ ;

- **Otpornost na udar** – određena u skladu sa EN 13497. Nijedan rezultat ispitivanja ne sme biti manji od zahtevanog, datog u Tabeli 2:

Nivo	Uslovi
12	Nema štete na 2J
110	Nema štete na 10J

Tabela 2. Nivoi otpornosti na udar

- **Otpornost na prodiranje** - određena u skladu sa EN 13498. Nijedan rezultat ispitivanja ne sme biti manji od zahtevanog, datog u Tabeli 3:

Nivo	Uslovi
PE200	$> 200 \text{ N}$
PE500	$> 500 \text{ N}$

Tabela 3. Nivoi otpornosti na prodiranje

- **Propustljivost vodene pare** – određena u skladu sa EN ISO 7783-2. Nijedan rezultat ispitivanja ne sme biti manji od  $40 \text{ g} / (\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ;

- **Trajnost i prijanjanje završnog sloja na osnovni material** - određuju se u skladu sa prEN ISO 4628-2, prEN ISO 4628-4 i prEN ISO 4628-5 nakon usaglašavanja sa EN 1062-11 (Tabela 4).

Karakteristike	Uslovi
Stepen mehurića prema prEN ISO 4628-2	Nema pukotina ni ljuskanja
Stepen pucanja prema prEN ISO 4628-4	Količina pukotina: Ocena 3 (umeren broj pukotina) Veličina pukotina: Ocena 2 (maksimalna širina 200 $\mu\text{m}$ )
Stepen ljuskanja prema prEN ISO 4628-5	Količina ljuštenja: Ocena 3 (površine sa ljuskicama $\leq 1\%$ ) Veličina ljuskica: Ocena 2 (veličina ljuskanja $\leq 3 \text{ mm}$ )

Tabela 4. Trajnost i prijanjanje završnog sloja na osnovni material

- **Metode ispitivanja** - Kondicioniranje uzoraka treba uraditi u skladu sa EN 1062-11 za određivanje zatezne čvrstoće veze osnovnog sloja sa termoizolacionim materijalom, vodopropustljivosti površine, otpornosti na udar, otpornosti na proboj, propustljivost vodene pare, trajnost i prijanjanje završnog sloja na osnovni material.

- Testiranje – prikazano u Tabeli 5

Naslov	Metoda ispitivanja	Dimenzije ispitanih uzoraka	Minimalni broj merenja da bi se dobio jedan rezultat	Posebni uslovi
Toplotna otpornost	EN ISO 10456 EN ISO 6946			
Čvrstoća na zatezanje veze osnovnog sloja na MV ploču	EN 13494	200mm x 200mm	3	
Čvrstoća vezivanja lepka na MV ploču za ETICS pričvršćen lepkom – otpornost na šipanje	EN 13494	200mm x 200mm	3	
Otpornost na izvlačenje ETICS-a fiksnog mehaničkim pričvršćavanjem	EN 13495	500mm x 1000mm x 60mm	3	
Reakcija na požar	EN 13501-1	pogledati EN 13501-1		
Zatezna čvrstoća armature	EN 13496	minimum (300mm x 50mm)	7 ispitanih uzoraka	testiranje pre i nakon izlaganja u agresivnoj sredini
Vodopropusnost površine sistema	EN 1062-3	Minimum 200cm <sup>2</sup>	3	
Otpornost na udar	EN 13497	500mm x 1000mm x 60mm	minimum 5	
Otpornost na proboj	EN 13498	200mm x 200mm	minimum 5	
Propustljivost vodene pare	EN ISO 7783-2	D=90mm	3	filter disk poroznost 4
Trajnost i prijanjanje završnog sloja na osnovni material	prEN ISO 4628-2 prEN ISO 4628-4 prEN ISO 4628-5	200mm x 200mm	1	

Tabela 5. Metode ispitivanja, uzorci i specijalni uslovi

- Oznake - **ETICS - MW - EN 13500 - 2,5 - A2 - I2 - PE200** – gde je: R deklarisan termički otpor, Evroklase od A do F - reakcija na požar, li – otpornost na udar, PEi – otpornost na proboj.

- ANEKS A – minimalne učestalosti ispitivanja (Tabela 6)

Naslov	Minimalne učestalosti ispitivanja		
	Direktno ispitivanje	Indirektno ispitivanje	Učestalost
Čvrstoća vezivanja osnovnog sloja na MV ploču	1 po mesecu ili 2 puta po godini	Ručna metoda	1 po mesecu
Čvrstoća vezivanja lepka na MV ploču za ETICS pričvršćen lepkom	1 po mesecu ili 2 puta po godini	Ručna metoda	1 po mesecu
Otpornost na izvlačenje ETICS-a fiksnog mehaničkim pričvršćavanjem	samo početno ispitivanje		
Reakcija na požar	Pogledati narednu tabelu		
Zatezna čvrstoća armature	2 puta po godini	ISO 1887	1 po mesecu
Vodopropusnost površine sistema	samo početno ispitivanje		
Otpornost na udar	samo početno ispitivanje		
Otpornost na prodiranje	samo početno ispitivanje		
Propustljivost vodene pare	samo početno ispitivanje		
Trajnost i prijanjanje završnog sloja na osnovni material	samo početno ispitivanje		

Tabela 6. Minimalne učestalosti ispitivanja

### 3. PROCENA STANJA ZGRADE

#### 3.1. Tehnički opis

Stambeni objekat spratnosti Su+P+3+Pk (Slika 2), nalazi se u ulici Stanoja Stanojevića u Novom Sadu. Objekat se pruža u pravcu sever-jug. Oblik objekta je kvadratni u osnovi dimenzija 19m x 19m. Objekat ima jedan ulaz sa stepeništem i rampom, vertikalna komunikacija se vrši liftom i unutrašnjim stepeništem. Na spratovima su projektovana po tri stana na etaži i to na tipskim spratovima I-II-III dva dvoiposobna i jedan trosoban. U prizemlju je projektovan jednosoban, dvoiposoban i jedan trosoban stan. Objekat je prema tipu vertikalnih nosećih elemenata – zidana (masivna) konstrukcija sa vertikalnim serklažima i krutom tavanicom. Obodni zidovi su armiranobetonski do visine suterena, obloženi termoizolacijom, od visine suterena su “sendvič” zidovi zidani punom opekama Sa TI između dva sloja opeka, unutrašnji zidovi su zidani punom opekama na svim etažama, pojedini su obloženi termoizolacijom. Međuspratna konstrukcija iznad suterena je AB puna monolitna ploča koja nosi u dva pravca. Ostale međuspratne konstrukcije su polumontažne, sitnorebraste tipa fert d=20cm (visina gredica 16cm + 4cm betonska

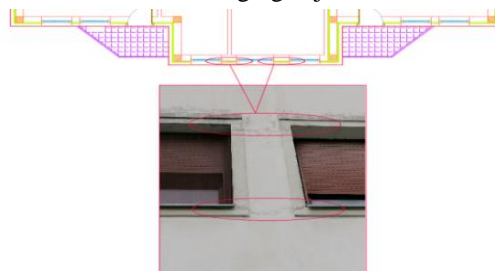
ploča) ukupne debljine 20cm. Temeljna ploča je puna AB ploča d=40cm.



Slika 2. Stambeni objekat

#### 3.2 Procena stanja objekta

Prilikom procene stanja konstrukcije obavljen je vizuelni pregled spoljašnjeg i unutrašnjeg dela objekta (suteran i hodnici svih etaža). Proverene su dimenzije dostupnih elemenata konstrukcije i njihova usklađenost sa projektom predviđenim dimenzijama. Pregledom je utvrđeno da se od glavnog projekta nije odstupalo. Dominantna oštećenja su prsline usled različitog termičkog rada parapetnog i međuprozorskog dela zida – javljaju se između svih prozora na sve četiri fasade (Slika 3). Od ostalih oštećenja javljaju se mehanička oštećenja (u vidu odlamanja ivica i rupa), prsline usled promene geometrije i prsline usled isušivanja. Na prilaznoj rampi uočeni su defekti u vidu segregacije.



Slika 3. Prsline usled različitog termičkog rada

#### 3.3 Zaključak

Sva registrovana oštećenja ne utiču na nosivost, stabilnost i funkcionalnost konstrukcije. Trajnost objekta je smanjena na pojedinim elementima. Pukotine treba sanirati tehnikom zasecanja i zapunjavanja. Na mestima gde je vidljiva armatura potrebno je izvršiti reprofilaciju i premazivanje armature antikorozijskim premazima. Prsline i sitne pukotine na objektu potrebno je sanirati popunjavanjem sa zaptivnom masom bez prethodnog zasecanja.

### 4. ELABORAT ENERGETSKE EFIKASNOSTI

#### 4.1. Građevinska fizika

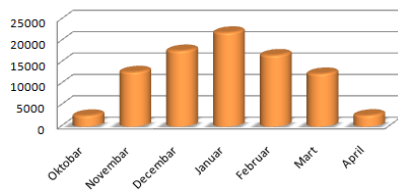
Pri proračunu energetske efikasnosti urađen je kompletan proračun prolaza toplote kroz građevinske elemente koji čine termički omotač zgrade, proračun difuzije vodene pare, proračun gubitaka i dobitaka toplote, i na kraju proračun godišnje potrebne finalne energije za grejanje. Ovim proračunom je zaključeno da je postojeći objekat trenutno energetske razreda D i da ne zadovoljava energetske zahteve za postojeće objekte prema Pravilniku o energetske efikasnosti zgrada. U Tabeli 7 dat je pregled

koeficijent prolaza toplote kroz termički omotač objekta.

ELEMENTI	POZICIJA	U[W/m²K]	U <sub>min</sub> [W/m²K]	USLOV ZADOVOLJEN
Spoljašnji zidovi	Z1	0,497	0,4	NE
	Z2	0,488	0,4	NE
	Z3	0,539	0,4	NE
Zidovi kanegejranom prostorima	Z4	0,476	0,55	NE
	Z5	1,958	0,55	NE
MK iznad negrejanog prostora	P1	1,431	0,40	NE
	P2	1,283	0,40	NE
Ravan krov iznad grejanog prostora	P3	0,572	0,20	NE
	P4	0,585	0,40	NE
Meduspratna konstrukcija ispod negrejanog krovnog prostora	P5	0,389	0,20	NE
	P6	0,5351	0,30	NE
Prozori	PR1	2,78	1,5	NE
	PR2	2,81	1,5	NE
	PR3	2,58	1,5	NE
	PR4	2,60	1,5	NE
	PR5	2,67	1,5	NE
Vrata	VR1	2,79	1,5	NE
	VR2	1,70	1,5	NE

Tabela 7. Koeficijent prolaza toplote

Na Slici 4 prikazan je dijagram potrebne energije u kWh za grejanje po mesecima. Ukupna godišnja potrebna energija za grejanje je 85.644 kWh/a, dok je specifična potrebna godišnja energija 81,22 kWh/m²a.



Slika 4. Dijagram potrebne energije u kWh za grejanje po mesecima

## 5. MERE ZA UNAPREĐENJE ENERGETSKE EFIKASNOSTI

U cilju poboljšanja energetske potreba i svojstava zgrade predviđena je sledeća sanacija pojedinih spoljašnjih zidova, delova međuspratnih konstrukcija i kosog krova u potkrovlju zgrade. Za sanaciju spoljašnjih zidova je predložena ETICS fasada sa mineralnom kamenom vunom [3]. Za termičku izolaciju međuspratne konstrukcije iznad i ispod negrejanog prostora predloženo je postavljanje ekspaniranog polistirena. U potkrovlju na poziciji kosog krova dodaje se kamena vuna kao dodatna termoizolacija, preko koje se postavljaju gipsane ploče. Debljina sloja kamene vune, odnosno ekspaniranog polistirena, određena je iz uslova zadovoljenja maksimalnog dozvoljenog koeficijenta prolaza toplote.

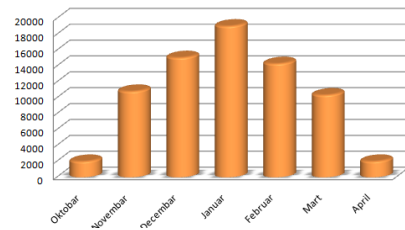
Za potrebe proračuna ETICS sistema korišćene su tehničke karakteristike proizvođača "ROCKWOOL" [6]. Za sve ostale materijale, tehničke karakteristike su uzete iz Pravilnika o energetske efikasnosti zgrada [1]. U Tabeli 8 dat je pregled koeficijent prolaza toplote kroz termički omotač objekta posle energetske sanacije.

ELEMENTI	POZICIJA	U[W/m²K]	U <sub>min</sub> [W/m²K]	USLOV ZADOVOLJEN
Spoljašnji zidovi	Z1	0,497	0,4	NE
	Z2	0,294	0,4	DA
	Z3	0,539	0,4	NE
Zidovi kanegejranom prostorima	Z4	0,476	0,55	NE
	Z5	1,958	0,55	NE
MK iznad negrejanog prostora	P1	0,377	0,40	DA
	P2	0,366	0,40	DA
Ravan krov iznad grejanog prostora	P3	0,572	0,20	NE
	P4	0,341	0,40	DA
Meduspratna konstrukcija ispod negrejanog krovnog prostora	P5	0,147	0,20	DA
	P6	0,293	0,30	DA
Prozori	PR1	2,78	1,5	NE
	PR2	2,81	1,5	NE
	PR3	2,58	1,5	NE
	PR4	2,60	1,5	NE
	PR5	2,67	1,5	NE
Vrata	VR1	2,79	1,5	NE
	VR2	1,70	1,5	NE

Tabela 8. Koeficijent prolaza toplote

Na slici 4 prikazan je dijagram potrebne energije u kWh za grejanje po mesecima. Ukupna godišnja potrebna energija za grejanje je 73613 kWh/a, dok je specifična potrebna godišnja energija 69,81 kWh/m²a.

Na slici 7 prikazan je dijagram potrebne energije u kWh za grejanje po mesecima nakon energetske sanacije.



Slika 7. Dijagram potrebne energije u kWh za grejanje po mesecima nakon izvršene sanacije

Nakon uvođenja predloženih mera za termičku sanaciju i ponovnog proračuna energetske efikasnosti, potreba za energijom na godišnjem nivou sa značajno smanjila. Energetski razred se popravio i sada objekat pripada C razredu. Objekat sada zadovoljava uslove po pitanju energetske efikasnosti u skladu sa Pravilnikom o energetske efikasnosti (Sl. glasnik RS br.061/2011).

## LITERATURA

- [1] Inženjerska komora Srbije: Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada, "Sl.glasnik RS", br. 61/2011, Beograd
- [2] Inženjerska komora Srbije: Pravilnik o tehničkim zahtevima bezbednosti od požara spoljnih zidova zgrada, "Sl.glasnik RS", br. 59/2016, 36/2017 i 6/2019 Beograd
- [3] EUROPEAN STANDARD EN 13500 - Thermal insulation products for buildings - External thermal insulation composite systems (ETICS) based on mineral wool - Specification
- [4] Malešev M., Radonjanin V.: Trajnost i procena stanja betonskih konstrukcija, Skripta sa predavanja, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- [5] Radonjanin V., Malešev M.: Sanacija betonskih konstrukcija, Skripta sa predavanja, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- [6] Rešenja i proizvodi ROCKWOOL: [www.rockwool.rs](http://www.rockwool.rs)
- [7] Glavni arhitektonski projekat broj E-38/96 izrađen od ARCHADIA sapo DOO iz feruara 1996. Godine, u Novom Sadu.

## Kratka biografija:



**Biljana Čulibrk** rođena je u Novom Sadu, 1994. godine. Osnovne akademske studije završila je na fakultetu tehničkih nauka 2018. godine, iz oblasti gradjevinarstvo – konstruktivni smer. Diplomski rad radila je iz predmeta Tehnologija betona. Master akademske studije smer – konstrukcije upisala je iste godine. Master rad iz oblasti Sanacija betonskih konstrukcija uradila je i odbranila u 2020. godini.

**ORGANIZACIJA DOSTAVNOG PODRUČJA APATIN****ORGANIZATION OF APATIN DELIVERY AREA**Milan Maširević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast –SAOBRAČAJ**

**Kratak sadržaj** – U ovom radu je opisan način organizacije i reorganizacije dostavnog područja Apatin. Urađena je analiza kompletnog dostavnog područja. Da bi se postiglo optimalno organizovanje i ujednačavanje opterećenosti dostavnih rejonu, neophodno je uvažiti opšte kriterijume i podatke raspoložive u aplikativnim rešenjima i terenskim radom. Svi rejonu su ponaosob analizirani i izvršena je reorganizacija i optimizovanje dostavnih rejonu.

**Ključne reči:** *Analiza, optimizacija, reorganizacija, dostavni rejonu, područje.*

**Abstract** – *This paper describes the method of organization and reorganization of the Apatin delivery area. An analysis of the complete delivery area was made. In order to achieve optimal organization and uniformity of workload of delivery areas, it is necessary to respect the general criteria and data available in application solutions and fieldwork. All areas were individually analyzed and reorganization and optimization of delivery areas carried out.*

**Keywords:** *Analysis, optimization, reorganization, delivery, area.*

**1. UVOD**

Organizacija dostavnih rejonu je složen proces kojim se želi postići ujednačavanje opterećenosti poštara, kvalitet dostave poštanskih pošiljaka i optimizacija troškova. Primećeno je da utvrđivanje opštih kriterijuma za organizaciju dostavnih rejonu ne predstavlja adekvatan model za svako dostavno područje.

Tačnije, za svako pojedinačno dostavno područje se moraju uvažiti određene lokalne specifičnosti, koje nije moguće prikazati ustaljenim šablonima iz aplikativnih rešenja i shodno tome pouzdano statistički obraditi.

Dostava poštanskih pošiljaka predstavlja završnu fazu u procesu vršenja poštanskih usluga, koja zahteva najveći obim uloženog rada uz najintenzivniji kontakt sa korisnicima usluga.

U ovom radu predstavljena je optimizacija dostavnog područja koja je izvršena na osnovu detaljne analize područja. Svaki rejonu je detaljno analiziran pre reorganizacije područja.

**NAPOMENA:**

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

**2. POŠTANSKI SAOBRAČAJ KROZ ISTORIJU**

Javni poštanski saobraćaj u Srbiji organizovan je 1843. godine donošenjem »Ustrojenija poštanskog zavedenija«. Pre toga, prenos pisama i drugih stvari vršen je preko posebne kurirske organizacije, a prve pošte su u Srbiji otvorene 1840. god, bez potpunih propisa o funkcionisanju poštanske službe.

Za vreme turske vladavine u Srbiji prenos pisama i drugih stvari (amaneta sa novcem i dr.) vršen je preko državne tatarske službe, uz postojanje menzulana na određenim udaljenostima, u kojima su tatari i surudžije menjali konje i snabdevali se potrebama za dalje putovanje. Vremenski, tatarsko-menzulski saobraćaj u Srbiji postoji od 1807, do 1840 godine, kada se (1840) počinju otvarati prve pošte u Srbiji koje imaju karakter javnih ustanova.

Po svojoj organizacionoj strukturi ovaj saobraćaj ima sve već pomenute karakteristike, čije su glavne komponente: tatarin, surudžija, menzulana, itd. Otvaranju prvih pošta u Srbiji 1840. godine prethodi vraćanje poštanskih poslova u nadležnost Početeljstva unutrašnjih dela iz Knjaževske Kancelarije. Organizovanje pošta i javnog poštanskog saobraćaja u Srbiji, po uzoru na srednju i zapadnu Evropu, dolazi do orgaizacije pretvaranja menzulana u pošte, nastojnika menzulana u „post-majstere“, izdavanje poštanskih stanica zakupecima.

**3. POLAZNE OSNOVE ZA ORGANIZACIJU DOSTAVNOG PODRUČJA**

**Dostavno područje** je teritorija na kojoj je organizovana dostava poštanskih pošiljaka, a predstavlja prostornu celinu ograničenu jasnim geografskim ili građevinskim oblastima, tako koncipirana da što racionalnije zadovolji organizacijske potrebe dostave. Dostavno područje ne mora striktno da prati administrativnu podelu. Po pravilu dostavno područje je identično sa područjem pošte.

S obzirom na područje na kome se organizuje dostava pošiljaka razlikujemo **UŽE**, **ŠIRE** i **NAJŠIRE** dostavno područje pošte.

**Prema mestu vršenja dostave**

- Urbano (gradsko) područje
- Ruralno (seosko) područje

Postoji čitav niz osobenosti koji razlikuju ova dva dostavna područja. Svakako osnovna razlika je što je kod *urbanog* dostavnog područja količina pošiljaka za dostavu mnogo više zastupljena u radnom učinku dostavljača, dok je kod *ruralnog* dostavnog područja dominantan pređeni put. Takođe demografska struktura stanovništva (gustina) je različita kod ova dva tipa područja što uslovljava različitost i broj usluga koje su zastupljene na svakom od njih.

### **Prema tipu gradnje**

Pod **visokogradnjom** se podrazumeva da na dostavnom reonu preovlađuju zgrade sa spratnošću preko četiri sprata.

Pod **niskogradnjom** se podrazumeva da na dostavnom reonu preovlađuju prizemni objekti (kuće) ili zgrade sa spratnošću do dva sprata.

**Mešovita gradnja** podrazumeva da na dostavnom reonu preovlađuju zgrade sa spratnošću od dva do četiri sprata ili da se reon sastoji od kombinacije prizemnih objekata i zgrada sa spratnošću preko četiri sprata.

Različiti tipovi gradnje naselja različito deluju na parametre koji karakterišu dostavni reon. Tako na primer visokogradnja bitno smanjuje zastupljenost pređenog puta kao parametra radnog angažovanja, a uvećava količinu pošiljaka na dostavi.

Za gradsko područje karakteristična su prva tri tipa gradnje dok su kod seoskog područja zastupljeni **zbijeni tip gradnje** (u Vojvodini naselja su pravougaona sa pravim i širokim ulicama koje se seku pod pravim uglom) i **razređen tip** (kuće su udaljene i razbacane bez ikakvog reda ili su grupisane u manje zaseoke). Kod seoskog područja zastupljena je isključivo niskogradnja.

Za svaki od gore navedenih tipova gradnje propisani su parametri potrebni da bi se reon pravilno dimenzionisao.

### **Prema konifiguraciji terena**

- Ravničarski
- Brdovit
- Brdsko-planinski
- Planinski

Konfiguracija terena u dobroj meri može da ograniči pređeni put koji dostavljač prelazi za vreme vršenja dostave. Prirodne prepreke i nagib terena mogu ograničiti ili potpuno sprečiti prohodnost na nekim dostavnim područjima.

### **Prema organizaciji dostave**

- Centralizovana dostava
- Decentralizovana dostava

**Centralizovana dostava** poštanskih pošiljaka je takva organizacija kod koje su svi dostavni reoni jednog dostavnog područja uključeni u jednu jedinicu poštanske mreže (dostavnu poštu).

**Decentralizovana dostava** je takva organizacija dostave kod koje se dostavno područje, jednog ili više naseljenih mesta ili većih gradova deli na više dostavnih područja, odnosno više jedinica poštanske mreže (dostavnih pošta).

## **4. PARAMETRI ZA ODREĐIVANJE VELIČINE DOSTAVNOG REONA**

**Dostavni reon** je područje ili deo dostavnog područja gde se izvršavaju usluge dostave i prijema na kućnoj adresi.

Prilikom organizovanja dostave u ruralnom i urbanom području potrebno je sagledati sledeće parametre:

- količinu pošiljaka za dostavu,
- gustinu domaćinstava,
- strukturu korisnika koji se opslužuju,
- topografiju terena,
- stanje puteva i staza,
- mogućnost korišćenja prevoznih sredstava,
- mogućnost uvođenja dostavnih depoa,
- mogućnost uvođenja zbirnih poštanskih, poštanskih i kućnih kovčežića.

Već ovakvo posmatranje reona može dati delimičnu sliku o izgledu dobro ili loše organizovanog dostavnog područja. Međutim potpuno dobro organizovano područje mora da sadrži i dotane analize koje će isključiti moguće greške pri ovakvom sagledavanju dostavnog područja.

### **Parametri za određivanje veličine dostavnog reona na osnovu količine pošiljaka na dostavi**

Radi utvrđivanja **količine poštanskih pošiljaka** po dostavljaču potrebno je odrediti broj uslužnih jedinica. **Uslužna jedinica predstavlja elementarnu-osnovnu uslugu na reonu i ima vrednost jedan**. Praktično uslužna jedinica predstavlja uručenje jedne obične pismonosne pošiljke na kućnu adresu. Tako da isplata penzija na domu iznosi 5 uslužnih jedinica, uručenje preporučene pošiljke iznosi 4 uslužnih jedinica itd.

### **Određivanje veličine dostavnog reona na osnovu pređenog puta**

Pređeni put je veoma bitan element za organizaciju dostavnog područja. Pravilno projektovan i izmeren itinerer kretanja poštunoše, može ostvariti uštede u vremenu kretanja po reonu, smanjenje neproduktivnog radnog vremena i uštedu pogonskog goriva na onim reonima gde se koriste prevozna sredstva za dostavljanje pošiljaka. Uticaj pređenog puta na radni učinak dostavljača je znatan. Naime, sa povećanjem pređenog puta po reonu opada količina korisnog rada poštunoše tj. količina uručenih pošiljaka.

### **Organizacioni oblici za poboljšanje efikasnosti**

Bolje organizovanje dostave i uvođenje pomoćnih sredstava mogu olakšati ili u dobroj meri nadomestiti manuelni rad dostavljača. Radi ekonomičnije i efikasnije dostave i humanizacije rada dostavljača, potrebno je uvesti na reonu, kako prevozna sredstva, tako i sredstva poštanske mreže (depoe, zbirne poštanske kovčežiće, kućne kovčežiće).

### **Dimenzionisanje dostavnog područja**

Pre početka organizacije dostavnog područja potrebno je nabaviti precizne mape tog područja u razmeri. Kada se projektuje urbano dostavno područje potrebno je kao alat posedovati preciznu mrežu ulica sa što je moguće preciznijim lokacijama objekata, skvernih kovčežića i depoa. U ruralnom području potrebno je nacrtati i označiti:

- sva naseljena mesta gde se vrši dostava pošiljaka,
- zbirne poštanske kovčežiće
- poštanske kovčežiće,
- stanice poštunoša.

Na datoj mapi, moraju se ucrtati itinereri kretanja poštunoše i granice adresnih kodova (podaci se uzimaju iz aplikacije "Teritorija"). Adresni kod je niz numeričkih karaktera koji jednoznačno određuje adresu primaoca i jedinstven je za celu teritoriju Srbije. Jedan adresni kod može da sadrži jednu ili veći broj adresa u nizu.

Potrebno je dati karakteristike posmatranog dostavnog područja (Prvo poglavlje uputstva). Odrediti tip naselja, tip gradnje, konfiguraciju terena i doneti odluku o vrsti dostave (centralizovana ili decentralizovana).

Sledeća etapa u projektovanju je prikupljanje statističkih podataka vezanih za posmatrano dostavno područje – adresni kod. Baza statističkih podataka za svaki adresni kod mora da sadrži:

- Broj domaćinstava,
- Broj stanovnika,
- Broj pravnih subjekata (sa nazivima i delatnostima),
- Broj uslužnih jedinica (obrazac "Snimački list količine pošiljaka" - period prikupljanja podataka je polovina meseca),
- Broj TF računa,
- Broj EPS računa,
- Broj penzija,
- Broj socijalnih primanja,
- Broj vlasnika tekućih računa kod PŠ,
- Broj komunalnih računa,
- Broj računa kablovske televizije,
- Broj kućnih, zbirnih i skvernih kovčežića kao i poštanski depoa
- Pređeni put za dati adresni kod ( obrazac "Snimački list pređenog puta).

Na osnovu:

- prikupljenih podataka o količini pošiljaka,
- pređenog puta za svaki adresni kod,
- tablica za optimalno dimenzionisanje dostavnih reona (Glava 5 – Prilog),
- potrebe za eventualnim uvođenjem prevoznih sredstava, donosi se odluka o veličini dostavnog reona, na način što se spajaju adresni kodovi u celinu koja predstavlja dostavni reon.

Veličina reona mora biti u granicama koje propisuju navedeni parametri.

## 5. ANALIZA DOSTAVNOG PODRUČJA

Za primer povećanje efikasnosti i rentabilnosti dostave, optimalna organizacija dostave i iskorišćenje raspoloživih ljudskih resursa na dostavi, racionalizacija troškova, uzimamo poštu Apatin.

Veliki problem kod dostavnog područja pošte Apatin je to što dostavno područje nije optimalno organizovano i nisu ujednačeno opterećeni dostavni rejon.

Samom analizom dostavnih rejona i relevantnim podacima do kojih smo dosli analizom, dolazimo do određenih zaključaka

Analizom svih rejona osam meseci dolazimo do zaključka da je neophodna reorganizacija dostavnog područja.

Podaci koji se nalaze u tabeli predstavljaju kilometražu rejona, produktivnost radnika i samog rejona sa pređenim putem.

Produktivnost radnika na rejonu predstavlja kompletnu njegovu produktivnost zajedno sa produktivnošću pređenog puta.

Produktivnost i postotke koji se nalaze u tabeli su dobijene na osnovu statističkih podataka u zavisnosti od vrste pošiljaka i usluge koje je dostavljač obavljao na rejonu.

## 6. REORGANIZACIJA DOSTAVNOG PODRUČJA

Na osnovu analize koju smo uradili i došli do realnih podataka i kilometraže dostavnih rejona, možemo pristupiti optimizaciji dostavnih rejona.

Analizom šireg i najšireg dostavnog područja (VII rejona) dolazimo do zaključka da postoji mogućnost uvođenja zbirnih poštanskih kovčežića.

Tabela 1. Produktivnost rejona područja Apatin

Rejon	Kilomet. rejona	Produkt. radnika na rejonu	Produkt. radnika na reonu pređeni put	Produkt. rejona
I rejon	10,8 km	104,83%	17,65%	87,18%
II rejon	16,4 km	102,96%	25,94%	77,02%
III rejon	12,03km	90,87%	19,77%	71,10%
IV rejon	18,4 km	121,09%	30,78%	89,31%
V rejon	15,2 km	112,40%	28,24%	84,16%
VI rejon	16,6 km	111,89%	27,71%	84,18%
VII rejon	93,8 km	71,93%	3,4% (dostava vršena mot. vozilom)	23,80%

Za naselje “Ribarevo” se postavlja zbirni kovčežić na određenu lokaciju naselja koja je anlozom utvrđena kao najbolja.

Naselje “Dunavska obala” takođe se postavlja zbirni kovčežić na samom ulasku u to naselje.

U sklopu specijalizovane dostave vršila bi se i dostava na tom rejonu ( najšire dostavno područje jednom nedeljno). Naselje “Ciglane” (uže dostavno područje) pridodaje se IV rejonu.

Sa ovom podelom se ukida sedmi rejon.

Tabela 2. Reorganizovani rejoni dostavnog područja

Rejon	Stara kilometraža	Oduzete ulice (km)	Dodate ulice (km)	Nova kilometraža
I	10,2	-	2,29	12,49
II	16,4	-	-	16,4
III	12,03	-	2,03	14,06
IV	18,4	3,78	3,2	17,8
V	15,2	2,03	1,49	14,06
VI	16,6	-	-	16,6

## 7. ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada prvenstveno je isticanje činjenice da različiti, do sada primenjivani, kriterijumi za organizaciju dostavnih rejona nisu univerzalno primenljivi na svim dostavnim područjima, pa čak ni na različitim rejonima u okviru istog dostavnog područja.

Da bi se postiglo optimalno organizovanje i ujednačavanje opterećenosti dostavnih rejonu, neophodno je uvažiti opšte kriterijume i podatke raspoložive u aplikativnim rešenjima i terenskim radom radi sveobuhvatnog sagledavanja i prikupljanja ostalih relevantnih podataka.

Cilj predložene opsežne analize dostavnih rejonu sa aspekta više činilaca jeste, na prvom mestu, povećanje efikasnosti i rentabilnosti dostave, optimalna organizacija dostave i iskorišćenje raspoloživih ljudskih resursa na dostavi, racionalizacija troškova, kao i povećanje kvaliteta uručenja pošiljaka, odnosno kvaliteta pružanja usluga koje zahtevaju korisnici, a sve to uz humanije uslove za rad poštara.

## 8. LITERATURA

- [1] M. Kujačić, Poštanski saobraćaj, Fakultet tehničkih nauka, god. 2005. Novi Sad
- [2] N.V. Gulan, Organizacija i eksploatacija poštanskog saobraćaja, zajednica JPTT- RO "Jugomarka", god. 1982. Beograd
- [3] N.V. Gulan, Organizacija i studij rada u PTT.ZJPTT, god. 1972. Beograd
- [4] [www.posta.rs](http://www.posta.rs)
- [5] [www.rapus.rs](http://www.rapus.rs)

### Kratka biografija



**Milan Maširević** rođen je u Somboru 1983. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti PST Saobraćaja – Organizacija dostavnog područja Apatin odbranio je u oktobru 2020.

Kontakt: [mmasirevic@yahoo.com](mailto:mmasirevic@yahoo.com)

**UTVRĐIVANJE UTICAJA PARKIRANJA NA TROŠKOVE VOZILA NA RASKRSNICAMA U NOVOM SADU****DETERMINATION OF THE IMPACT OF PARKING ON VEHICLE COSTS AT CROSSROADS IN NOVI SAD**Dušan Krajnović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – SAOBRAĆAJ**

**Kratik sadržaj** – Analizom uticaja parkiranja na tokove u krajnjoj desnoj saobraćajnoj traci izabranih bulevara u Novom Sadu, koji po smeru imaju više od jedne saobraćajne trake za kretanje vozila, utvrđene su vrednosti izgubljenog vremena za vozila u krajnjoj desnoj traci i napravljen je troškovni model za saobraćajnice na kojima postoji i na kojima ne postoji parkiranje. Vršeno je poređenje dobijenih rezultata sa onim što je predviđeno po HCM-u i dat je uporedni prikaz istih.

**Ključne reči:** Parkiranje, raskrsnice, vremenski gubici, troškovi

**Abstract** – The analysis of the impact of parking on the flows in the far right lane of selected boulevards in Novi Sad, which have more than one lane for the movement of vehicles, determined the values of lost time for vehicles in the far right lane and made a cost model for roads And on which there is no parking. The obtained results were compared with those predicted by HCM and a comparative presentation of the same was given.

**Keywords:** Parking, crossroads, time losses, costs

**1. UVOD**

Raskrsnice su jedan od najbitnijih delova saobraćajne mreže. To su delovi mreže na kojima dolazi do ukrštanja tokova sa saobraćajnicama koje se u toj tački ukrštaju, izlivanja toka sa jedne na drugu saobraćajnicu, ulivanje toka iz jedne u drugu saobraćajnicu ili kombinacija nekih od manevara.

U funkcionalnom smislu raskrsnica predstavlja najsloženiji element saobraćajne mreže. To je mesto gde se presecaju putanje saobraćajnih tokova različitog usmerenja, gde pojedini tokovi menjaju pravac, gde se odvija niz manevara, donose i realizuju odluke vozača da na jedan ili drugi način nastave svoje kretanje, mesto gde se najčešće realizuje kretanje pešačkih i tokova vozila [1].

Tema i cilj rada jeste da se dobijeni podaci analiziraju, te da se na osnovu ove analize, primenom vrednovanja, utvrdi koliki su vremenski gubici uslovljeni parkiranjem vozila, te da se na osnovu tih vremenskih gubitaka odrede troškovi uslovljeni tim manevarom.

**NAPOMENA:**

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

**2. TEORIJSKE OSNOVE**

Regulisanje saobraćaja na raskrsnicama svetlosnom saobraćajnom signalizacijom (semaforima) uobičajeni je način regulisanja saobraćaja na mestima sukobljavanja tokova gde se kao posledica nedostatka kapaciteta za pojedine ili sve saobraćajne tokove javljaju veliki zastoji ili ozbiljnije pogoršava bezbednost saobraćaja. Upotrebom svetlosne saobraćajne signalizacije postiže se manje zagušenje saobraćaja, veći protok vozila, a samim tim i veća bezbednost [2].

**2.1. Proračun kapaciteta i nivoa usluge signalisanih raskrsnica po metodologiji HCM-2000**

Kapacitet je definisan kao maksimalna veličina protoka vozila koji može proći kroz posmatrani presek saobraćajne trake ili kolovoza u određenom vremenskom periodu pod preovlađujućim putnim, saobraćajnim i regulacionim uslovima.

Računa se na sledeći način: [3]

$$S = S_0 \cdot N \cdot f_w \cdot f_{hv} \cdot f_g \cdot f_a \cdot f_p \cdot f_{bb} \cdot f_{lu} \cdot f_{lpb} \cdot f_{rpb} \cdot f_{rt} \cdot f_{lt}$$

Pojam nivo usluge predstavlja kvalitativnu meru koja karakteriše uslove u saobraćajnom toku. Postoji 6 nivoa usluge za svaki tip puta i funkcionalni deo mreže. Nivoi usluge određeni su slovima od A do F [4].

Tabela 1. Nivo usluge [5]

LOS	Control delay per Vehicle (s/veh)
A	<=10
B	> 10-20
C	> 20-35
D	> 35-55
E	> 55-80
F	> 80

**2.2. Svetlosna signalizacija**

Regulisanje svetlosnom signalizacijom je uobičajeni način regulisanja saobraćaja na mestima sukobljavanja tokova gde se kao posledica nedostatka kapaciteta za pojedine ili sve saobraćajne tokove javljaju neopravdano

veliki zastoji ili ozbiljnije pogoršava bezbednost saobraćaja [6].

### 2.2.1. Način rada svetlosnih signala

Trajanje zelenog vremena na nekom signalu zavisi od iskorišćenja kapaciteta i veličine saobraćaja koji se javlja na ulaznom grlu koje signal kontroliše.

Ciklus je vreme koje protekne od pojave nekog signalnog pojma na nekom signalu do ponovne pojave istog pojma na istom signalu

Trajanje ciklusa predstavlja zbir međuzelenih i zelenih vremena na konfliktnim signalima.

Maksimalno vreme trajanja ciklusa iznosi 120s

$$C = F_1 + t_{12} + F_2 + t_{2n} + \dots + F_n + t_{n1}$$

### 2.2.2. Proračun zaštitnih vremena za vozila

Zaštitno vreme za vozila (interval čišćenja) predstavlja vreme kojim se izbegava sukob vozila koja pripadaju konfliktnim fazama koje se menjaju.

$$T = (t_z - t_p) + 1 = 3.6 \cdot \left( \frac{l_1}{v_{min}} - \frac{l_2}{v_{max}} \right) + 1$$

### 2.2.3. Proračun zaštitnih vremena za pešake

Zaštitno vreme za pešaka je funkcija udaljenosti pešačkog prelaza od zaustavne linije konfliktnog saobraćajnog toka i brzine vozila, a služi da onemogući konflikt pešaka i vozila iz dodirnih faza.

$$t_{zpp} = \frac{D_{pp}}{v_{min}} + 1 \quad [7]$$

### 2.2.4. Trajanje pešačke faze

Pešačka faza je angažovano vreme u planu tempiranja raskrsnice koje je predviđeno da se u njemu obavi prelaženje pešaka preko kolovoza na ulaznom grlu raskrsnice gde je lociran pešački prelaz. Trajanje pešačke faze utvrđeno je preko sledeće formule:

$$f_p = \Delta t - (t_{zp1} - t_{zp2}) \quad [8].$$

## 2.3. Faktor parkiranja

Računa se po formuli:

$$f_p = \frac{N - 0,1 - \frac{N_m \cdot 18}{3600}}{N}$$

## 3. OPIS ISTRAŽIVANJA

Kako bi se dobili odgovarajući podaci za ovo istraživanje, vršeno je snimanje saobraćaja na relevantnim lokacijama. Snimanje je obavljano u periodu vršnog časa, a trajalo je po sat vremena na svakoj lokaciji. Da bi mogla na adekvatan način da se obradi tema ovog rada, snimanje je obavljeno na po 2 lokacije u jednoj ulici bulevarskog tipa, odnosno da mestima gde ima i nema parkinga pored kolovoza.

Odabrano je 4 lokacije, u različitim delovima Novog Sada. Snimanje je obavljano kamerom i mobilnim telefonima, a nakon toga se pristupilo brojanju vozila koja su prošla posmatranom deonicom puta u toku sat vremena.

## 4. ANALIZA

Protoci vozila po smeru za svaku od lokacija prikazani su u sledećim tabelama:

Tabela 2. Protok vozila po smeru na lokacijama gde postoji parking sa desne strane kolovoza

	Krajnja leva sa. traka	Srednja sa. traka	Krajnja desna sa. traka	Br. Parking manevara
Bul. Mihajla Pupina	526	659	15	113
Cara Dušana	736		52	49
Narodnog fronta	742		46	47
Hajduk Veljkova	972		42	67

Prva saobraćajna traka predstavlja krajnju levu saobraćajnu traku. Druga saobraćajna traka predstavlja središnju saobraćajnu traku kod deonica gde postoje 3 saobraćajne trake po smeru, a kod deonica gde postoji 2 saobraćajne trake po smeru predstavlja desnu saobraćajnu traku. Treća predstavlja krajnju desnu saobraćajnu traku na deonicama gde postoje 3 saobraćajne trake po smeru.

Tabela 3. Protok vozila po smeru na lokacijama gde postoji parking sa desne strane kolovoza

	Prva sa. traka	Druga sa. traka	Treća sa. traka
Bul. Mih Pupina	589	516	277
Cara Dušana	548		242
Narodnog fronta	566		294
Hajduk Veljkova	624		261

Tabela 4. Vrednost faktora parkiranja za svaku od lokacija

	Faktor parkiranja
Bul. Mih Pupina	0,335
Cara Dušana	0,755
Narodnog fronta	0,765
Hajduk Veljkova	0,665

## 5. VREDNOVANJE

Na osnovu dobijenih vremenskih gubitaka za svaku od navedenih lokacija, izvršeno je vrednovanje kako bi se dobila količina potrošenog goriva, koji uzrokuje čekanje zbog zaustavljanja i parkiranja u krajnjoj desnoj traci.

Zatim je ta količina goriva pomnožena sa prosečnom cenom goriva, kako bi se dao uvid koliko je to bespot-

rebno utošenog novca, izazvano gore navedenim problemom [9].

Tabela 5. Ukupna godišnja potrošnja izražena u eurima

	Ukupni godišnji troškovi goriva u eurima
Bul. Mih Pupina	7.251,95
Cara Dušana	4.008,6
Narodnog fronta	17.006,35
Hajduk Veljkova	8.282,46

## 6. DISKUSIJA

U doktorskoj disertaciji Jelene Simčević, navodi se da je formula za proračun zasićenog kapaciteta koja je korišćena u istraživanju razvijena pod pretpostavkom da svaki manevar (bez obzira na to da li se odnosi na ulazak ili izlazak sa parking mesta) blokira saobraćaj u traci u proseku na 18 s [10].

Rezultati dobijeni u istraživanju koje je predstavljeno u ovom radu, pokazuju da su vremenski gubici uslovljeni parkiranjem znatno veći od onoga što je predviđeno po HCM-u.

Tabela 6. Vremenski gubici u sekundama

	Izračunati vremenski gubici u sekundama
Bul. Mih Pupina-Žarka Zrenjanina	31,5
Cara Dušana-Teodora Pavlovića	23,66
Narodnog fronta-Balzakova	78,04
Hajduk Veljkova-Novosadskog sajma	43,04

Realni troškovi su znatno veći nego oni koji se pretpostavljaju, a što je uslovljeno uvećanim vremenskim gubicima, usled parkiranja vozila. Te razlike mogu biti izuzetno velike, kako što je npr. na raskrsnici Narodnog fronta-Balzakova, gde je razlika čak 13.083,82 €.

Tabela 7. Uporedni prikaz troškova ukoliko bi vremenski gubici bili 18 sekundi i realnih troškova

	Troškovi sa 18s u eurima	Realni troškovi u eurima
Bul. Mih Pupina-Žarka Zrenjanina	4.143,97	7.251,95
Cara Dušana-Teodora Pavlovića	3.005,16	4.008,6
Narodnog fronta-Balzakova	3.922,53	17.006,35
Hajduk Veljkova-Novosadskog sajma	3.463,85	8.282,46

## 7. ZAKLJUČAK

Na osnovu istraživanja utvrđeno je da faktor parkiranja, odnosno broj parking manevara, igra značajnu ulogu u načinu odvijanja saobraćaja na posmatranim raskrsnicama.

Dobijeni rezultati se razlikuju od onoga što je predviđeno HCM-om, što govori da su realni uslovi, odnosno odvijanje saobraćaja u realnom vremenu, drugačiji od onih teorijskih.

Uočeno je da vozila koja izvršavaju parking manevar iz krajnje desne saobraćajne trake na parking prostor pored kolovoza, ili koja se zaustavljaju, odnosno parkiraju na krajnjoj desnoj traci, značajno utiču na vremenske gubitke vozila, mnogo više od onoga što je predviđeno HCM-om, što se manifestuje lošijim nivoom usluge i znatno većim troškovima.

Za raskrsnicu na kojoj su dobijeni najveći vremenski gubici, a to je raskrsnica Narodnog fronta-Balzakova, troškovi uzrokovani čekanjem vozila iznose 17.006.35 €.

Ukoliko uporedimo troškove koji su dobijeni po HCM-u i gore navedene troškove dobijene u realnim uslovima, uočava se da je razlika između onoga što je predviđeno po HCM-u i realnih troškova za ovaj prilaz raskrsnici 13.083,82 €.

Takođe, i na prilazima drugih raskrsnica koji su analogizirani u ovom radu, dobija se da su troškovi u realnim uslovima veći od onih predviđenih po HCM-u, i oni iznose:

1. Bulevar Mihajla Pupina-Žarka Zrenjanina 3.107,98 €
2. Cara Dušana-Teodora Pavlovića 1.003,44 €
3. Hajduk Veljkova-Novosadskog Sajma 4.818,61 €

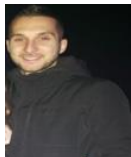
Može se uočiti da kod gore navedenih prilaza, iako postoji razlika između onog što se dobija po HCM-u i realnih uslova, ona nije toliko izražena kao na analiziranom prilazu raskrsnice Narodnog Fronta-Balzakova, gde je dobijena razlika u troškovima znatno veća u odnosu na ostale.

## 7. LITERATURA

- [1] [1] <https://www.scribd.com/doc/13134881/t-2-Regulisanje-Saobracajnih-Tokova>. [Poslednji pristup 8. Avgust2019].
- [2] <http://www.vtmsts.edu.rs/index.php/materijal/category/180-regulisanje-i-projektovanje-saobracaja?download=2953:regulisanje-i-projektovanje-saobracaja-skripta>
- [3] [www.vtsnis.edu.rs](http://www.vtsnis.edu.rs)
- [4] [www.zurbnis.rs/zakoni/Zakon\\_o\\_javnim\\_putevima](http://www.zurbnis.rs/zakoni/Zakon_o_javnim_putevima)
- [5] High Capacity Manual 2010 – HCM
- [6] Kuzović, Lj., Bogdanović V., Teorija saobraćajnog toka, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2010.

- [7] Kuzović, Lj. Kapaciteti i nivo usluge drumskih saobraćajnica, Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, Beograd 2000.
- [8] Tihomir, Đorđević, Regulisanje saobraćajnih tokova svetlosnom signalizacijom. Beograd: s.n.,1997.
- [9] Bogdanović V. Vrednovanje projekata Priručnik sa predavanja, Novi Sad, 2012
- [10] Jelena Simćević- Doktorska disertacija

**Kratka biografija:**



**Dušan Krajnović** rođen je u Surdulici 1995. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja odbranio je 2020.god.

kontakt: [dusankrajnovic@gmail.com](mailto:dusankrajnovic@gmail.com)

**ПРОГНОЗА МЕЂУНАРОДНИХ ТОКОВА ПУТНИКА У ЖЕЛЕЗНИЧКОМ  
САОБРАЋАЈУ****ANALYSYS AND FORECAST OF INTERNATIONAL PASSENGER FLOW IN RAILWAY  
TRANSPORT**

Предраг Анђелковић, Гордан Стојић, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

**Област – САОБРАЋАЈ**

**Кратак садржај** – Овај рад омогућава преглед стања неких од демографских и економских фактора утицаја на прогнозу будућег стања токова путника у међународном саобраћају на пружном правцу од Београда (СВ) до Бара (ЖПЦГ). Поред тога представља математичке моделе линеарне једноструке и вишеструке (двофакторне) регресије који су доказано меродавни за прогнозирање будућег стања обима превоза путника у међународном железничком саобраћају на прузи Београд (СВ) – Бар (ЖПЦГ). Такође су приказани параметри оцене модела у погледу тачности прогнозирања будућег обима превоза на посматраном пружном правцу.

**Кључне речи:** Прогноза, Обим превоза, Железнички саобраћај

**Abstract** – This paper provides an overview of the state of some of the demographic and economic factors influencing the forecast of the future state of passenger flows in international traffic on the railway line from Belgrade (SV) to Bar (ZPCG). In addition, it presents mathematical models of linear single and multiple (two-factor) regression that are proven to be authoritative for forecasting the future volume of passenger transport in international railway traffic on the line Belgrade (SV) - Bar (ZPCG). The parameters of the model evaluation in terms of the accuracy of forecasting the future volume of transport on the observed railway line are also presented.

**Keywords:** Forecasting, volume of transport, railway traffic.

**1. УВОД**

Железница је сложен и јединствен транспортни систем од изузетно великог значаја за комплетан друштвени и привредни развој. Основна улога железнице у прошлости била је економичан и масован превоз како путника тако и робе уз једнаке услове приступачности свим корисницима. Да би се одговорило на такве захтеве за превозом у прошлости било је неопходно обезбедити што већи транспортни капацитет и сва стратегија је била усмерена у том правцу. Имајући у виду велики број фактора који утичу на прогнозу токова путника у железничком саобраћају, важно је истаћи комплексности приликом селекције фактора.

**НАПОМЕНА:**

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Гордан Стојић, ван. проф.

Неки су мерљиви, односно могуће је бројчано исказати, а неки не и из тог разлога се не могу уврстити у прогнозу иако у великој мери утичу на прогнозу (политика државе, спољна политика наше државе, инвестирање у саобраћај итд.) [1]. У овом раду неће бити уврштени сви могући фактори који утичу на обим превоза путника у међународном железничком саобраћају, већ само релевантни за прогнозу пружног правца Београд (СВ) – Бар (ЖПЦГ). Основни циљ овог рада јесте да се утврди да ли постоји и колика је корелативна веза између неких релевантних фактора утицаја и обима превоза, величину корелативности између независно и зависно променљиве код линеарне једноструке и двоструке регресије за пружни правац Београд (СВ) – Бар (ЖПЦГ).

**2. АНАЛИЗА СТАЊА ФАКТОРА УТИЦАЈА НА  
ПРОГНОЗУ МЕЂУНАРОДНИХ ТОКОВА  
ПУТНИКА ЖЕЛЕЗНИЧКОГ САОБРАЋАЈА**

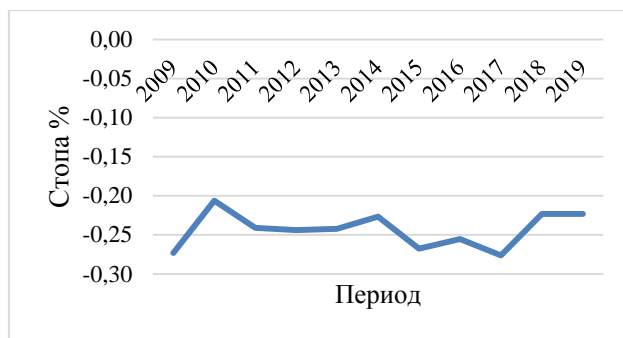
У анализи ће бити уврштени само релевантни фактори за прогнозу међународних токова путника у железничком саобраћају на пружном правцу Београд (СВ) – Бар (ЖПЦГ). Фактори који су уврштени у прогнозу као релевантни, у овом раду су:

- број становника,
- доходак  
(просечна нето плата по глави становника),
- Број година  
(примењен код једноструке линеарне рег.)

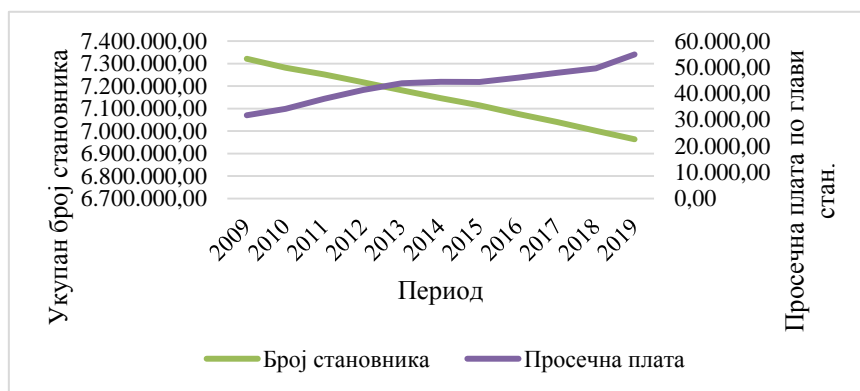
Промене у броју становништва као демографског фактора имају доста снажан утицај на промене у систему и на функције саобраћајног система у Србији за посматрани период од 2009. до 2019. године. Просторни размештај становништва и структура демографског фактора по својим основним обележјима у токовним, структуралним, привредним променама, одређује укупну потражњу за путовањима. Свака промена у структури привреде директно утиче на промене демографског фактора, те тиме одређује и интезитете којима демографски фактор утиче на обим и структуру потражње за путовањима. Промене у броју становништва као демографског фактора имају доста снажан утицај на промене у систему и на функције саобраћајног система у Србији за посматрани период од 2009. до 2019. године. Преглед кретања укупног броја становника на територији Републике Србије за период од 2009. до 2019. године приказан је на слици 2.

Постоје истраживања која доказују да би пораст потражње за превозом путника био већи када би дошло до смањења радног времена испод 40 часова недељно, односно када би дошло до повећања „слободног времена“ становништва, што би имало значаја за формирање структуре тржишта у потражњи за превозом [2].

Број и територијални размештај становништва представља основни услов за одређени тренд потражње за саобраћајним услугама, те тиме и за адекватну понуду саобраћајних услуга. Из приложеног се може евидентно закључити (слика 1) да се у укупан број становника у Републици Србији опадне у просеку за 35562 становника годишње, такође су и прогнозе истог тренда према негативној стопи раста од -0,4460 %. Даље се корелативно може довести у везу и са опадањем броја захтева за превозним услугама у међународном железничком саобраћају и обрнуто уколико би стопа раста била позитивна, прогнозирани број захтева за услугама превоза у железничком саобраћају би вероватно био у благом порасту.



Слика 1. Стопа негативног раста становништва у периоду од 2009 до 2019 године [3].

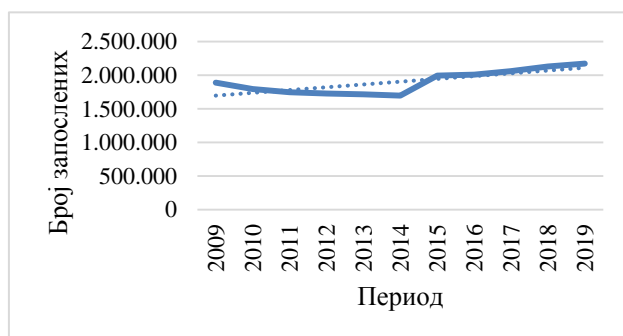


Слика 2. Приказ кретања дохотка и броја становника у Србији у периоду од 2009. до 2019. године [3].

Доходак по глави становника (видети слику 2) у Републици Србији такође у посматраном периоду бележи константан стабилан раст, без било какве тенденције опадања у посматраном периоду од 2009. до 2019. године. Поред тога што овај податак може да се тумачи као последица позитивне привредне политике и опште пословне климе у Републици Србији, сигурно говори и не двосмислено о већој платежној моћи и издвајање одређених новчаних средстава грађана за додатне активности, где се између осталог налази путовање. Доходак јесте стабилан показатељ платежне моћи и представља фактор од великог утицаја на повећање броја путовања како у унутрашњем тако и у међународном саобраћају. Међутим, гледајући свеобухватно, са друге стране, не мора да значи да ће утицати на све видове превоза путника појединачно у истој мери. Међутим, на питање: Да ли има утицај на број путовања у међународном железничком превозу? На ово питање, треба да одговори развијени математички модел прогнозирања овом раду.

Запосленост је један у низу значајнијих фактора који утиче на путовање у железничком саобраћају, што се у случају анализе обима превоза на пружном правцу Београд – Бар (ЖПЦГ) у овом раду, показало утицајним са великим коефицијентом корелације.

У Републици Србији се у периоду од 2009. до 2019. године бележи константан благи раст броја запослености са трендом у даљем порасту (слика 3).



Слика 3. Преглед броја запослених на територији РС у периоду 2009. до 2019. године [3].

Запосленост на посебан начин веома утиче и у корелативној је вези са бројем путовања. Такође, запосленост као фактор често у анализама показује веома јаку или чак практично функцијалну зависност између независне и зависне променљиве, што представља довољан услов за позитивну валоризацију и учешће у одређеним моделима за прогнозирање.

### 3. МАТЕМАТИЧКО МОДЕЛИРАЊЕ ПРИМЕНОМ МЕТОДЕ ЈЕДНОСТРУКЕ И ВИШЕСТРУКЕ КОРЕЛАЦИОНЕ АНАЛИЗЕ

Приликом анализе података токова међународних путника у железничком саобраћају, у овом раду коришћена је једнострука и вишеструка линеарна регресија. И једнострука и двострука линеарна регресија коришћена је за прогнозу обима превоза путника на пружном правцу Београд (СВ) – Бар (ЖПЦГ), како би се истом правцу под истим условима утврдио утицај различитих фактора утицаја  $x_i$  на зависно променљиву која је у овом случају обим превоза путника на пружном правцу Београд (СВ) – Бар (ЖПЦГ).

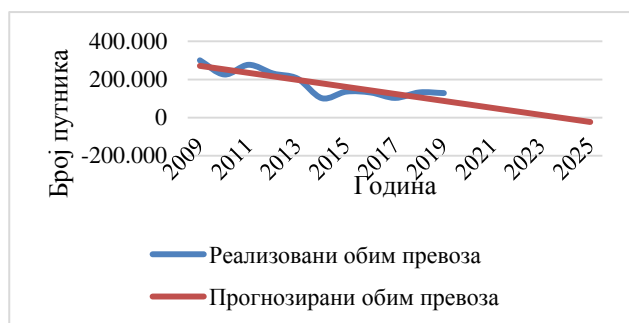
#### 3.1. Модел једноструке линеарне регресије Београд (СВ) – Бар (ЖПЦГ)

Моделирање треба да покаже да ли постоји линеарна зависност обима превоза на пружном правцу Београд (СВ) – Бар (ЖПЦГ) узимајући у обзир сао један фактор променљиве. Према доступним прибављеним подацима, за потребе прогнозе обима превоза на пружном правцу Београд (СВ) – Бар (ЖПЦГ), као релевантан фактор утицаја узете су године за једноструку линеарну регресију, односно узете су за независно променљиву  $x_i$ , а за зависно променљиву  $y_i$  вредности реализованог обима превоза за период од 2009 до 2019 године на прузи Београд (СВ) – Бар (ЖПЦГ). Према прибављеним подацима о реализованом обиму превоза за период од 2009. до 2019. применом једноструке линеарне регресије утврђена је једначина регресије, за прогнозу будућег стања (слика 2).

$$y_p = 289,821 - 18,404x_i$$

Коефицијент корелације за ову линеарну регресију је изузетно висока и износи  $r = -0.8594$ , говори о томе да између обима превоза путника на пружном правцу Београд (СВ) – Бар (ЖПЦГ) и године као примењеног фактора утицаја на обим превоза на предметној релацији, постоји **веома јака зависност**. Према томе оваква хипотеза се прихвата и модел се може примењивати за прогнозу будућег стања обима превоза на Пружном правцу Београд - Бар. Стандардна грешка прогнозе са једном променљивом износи:

$$S_y = 38272.84$$



Слика 3. Приказ реализованог и прогнозираног обима превоза путника применом једноструке линеарне регресије на Пружном правцу Београд (СВ) – Бар (ЖПЦГ) за период од 2009. до 2019. године [4].

#### 3.2. Модел двофакторне линеарне регресије Београд (СВ) – Бар (ЖПЦГ)

Претходним моделом анализиран је обим превоза и понашање токова превоза у будућности узимајући у обзир само један фактор и то годину, док овај модел има задатак да уврсти остале факторе и утврди како они утичу на будући обим превоза, који од фактора колико утиче, на посматраном пружном правцу Београд (СВ) – Бар (ЖПЦГ). Према доступним подацима, за потребе прогнозе обима превоза на пружном правцу Београд – Бар (ЖПЦГ), фактор утицаја је укупан број становника  $x_{1i}$  и просечна плата  $x_{2i}$ , односно независно променљиве, док за зависно променљиву  $y_i$  вредности реализованог обима превоза на прузи Београд (СВ) – Бар (ЖПЦГ). Према прибављеним подацима о реализованом обиму превоза за период од 2009. до 2019. применом двофакторне линеарне регресије утврђена је једначина регресије, за прогнозу будућег стања (видети слику 3).

$$y_p = -3537.45 + 0.52x_{1i} - 0.00062x_{2i}$$

Коефицијент вишеструке корелације две независно променљиве износи  $R=0.8546$ . Оваква вредност корелације показује веома јаку зависност. Према томе оваква хипотеза се прихвата и модел се може примењивати за прогнозу будућег стања. Коефицијенти корелације између два обележја једнак је:

$$r_{yx_1} = 0.8546$$

$$r_{yx_2} = -0.8224$$

Анализирајући коефицијенте  $r_{yx_1}$  и  $r_{yx_2}$  може се закључити да показују веома високу зависност између  $y$  и  $x_1$ ,  $x_2$  а такође и између  $y$  и  $x_1$ ,  $y$  и  $x_1$  и  $x_2$ :

$$r_{x_1x_2} = -0.9045$$

Међутим ако се коефицијенти корелације парцијално посматрају омогућава се потпуније сагледавање степена индивидуалног дејства одабраних фактора. Парцијални коефицијенти за посматрани пример једнаки су:

$$r_{yx_1x_2} = 0,4116$$

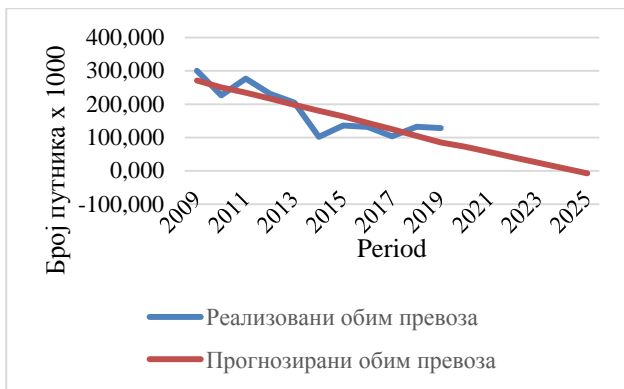
$$r_{yx_2x_1=const} = 0,0300$$

$$r_{x_2x_1y=const} = -0,9045$$

Прорачун је показао да ближу везу са прогнозираним величинама има прва ( $x_{1i}$ ) променљива. Из групе парцијалних коефицијената корелације посебно се истиче  $r_{x_2x_1y=const} = -0,9045$  који говори да постоји веома висока зависност између просечне плате и укупног броја становника у Републици Србији. Стандардна грешка прогнозе са две променљиве износи:

$$S_y = 38872.40$$

Обзиром да је у конкретном случају анализе обима превоза на прузи Београд (СВ) – Бар (ЖПЦГ) добијена вредност  $S_y/\sigma_y = 0.57$  може се закључити да је задовољавајуће примењена метода за прогнозирање обима превоза на пружном правцу Београд (СВ) – Бар (ЖПЦГ).



Слика 4. Приказ реализованог и прогнозираног обима превоза путника применом двофакторне линеарне регресије на пружном правцу Београд (СВ) – Бар (ЖПЦГ) за период од 2009 до 2019. године [4].

#### 4. ЗАКЉУЧАК

На почетку лако је уочити да је коефицијент корелације једнострове линеарне регресије и вишеструке двофакторне промене готово једнак и показују веома јаку корелативну везу. Међутим код двофакторне линеарне регресије прва променљива тј. фактор  $x_1$  показује већи зависност од друге парцијално посматрано, те на основу тога се закључује да је обим превоза у зависности са бројем година по једнострукој и променама у укупном броју становника по вишеструкој линеарној регресији. То значи да даљу прогнозу обима превоза на пружном правцу Београд (СВ) – Бар (ЖПЦГ) треба темељити на ова два фактора. Имајући у виду негативане предзнаке коефицијената и код једноструке и код двоструке парцијалне линеарне регресије, то говори о томе да ће прогноза обима превоза путника на посматраном пружном правцу бити у линеарно опадајућем тренду. У погледу стандардне грешке модела за прогнозирање модел једноструке линеарне регресије обезбеђује мању грешку. У сваком случају и први и други модел се могу користити за прогнозу будућег стања обима превоза на пружном правцу Београд - Бар и у потпуности задовољавају критеријуме тачности.

#### 5. LITERATURA

- [1] Стојић, Г., Организација железничког саобраћаја, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2018.
- [2] Грујић М.: „Железница и тржиште у будуности“, ЖЕЛНИД, Београд, 2001.
- [3] Републички завод за статистику 2020: <https://www.stat.gov.rs/oblasti/trziste-rada/registrovana-zaposlenost/>
- [4] „Србија воз“: Акционарско друштво за железнички превоз путника, 2020.

#### Кратка биографија:



**Предраг Анђелковић** рођен у Крушевцу 1992 год. Мастер рад на факултету техничких наука из области Саобраћаја одбранио је 2020. год.

контакт: [predragandjelkovic@live.com](mailto:predragandjelkovic@live.com)



**Гордан Стојић** рођен је у Куманову 1971. год. Докторирао је на Факултету техничких наука у Новом Саду 2010. год., а од 2016. је у звању ванредног професора. Област интересовања је моделирање организације и технологија транспортно – логистичких система

**VREDNOVANJE PREDLOGA REŠENJA ZA POBOLJŠANJE USLOVA ODVIJANJA SAOBRAĆAJA NA RASKRSNICI LESKOVCU****EVALUATION OF THE PROPOSED SOLUTION FOR IMPROVING THE CONDITIONS OF TRAFFIC AT THE INTERSECTION IN LESKOVAC**Stefan Stojanović, 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 konfliktne 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.

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 jeste vrednovanje predloga rešenja za poboljšanje uslova odvijanja saobraćaja na raskrsnici Bulevara Nikole Pašića i Ulica Dimitrije Tucovića koja se nalazi u Leskovcu. Raskrsnica je četvorokraka standardna nesignalisana.

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. KARAKTERISTIKE ANALIZIRANE RASKRSNICE**

Analizirana raskrsnica nalazi se na području grada Leskovca. Locirana je u industrijskoj zoni i mesto je ukrštanja Bulevara Nikole Pašića i Ulice Dimitrije Tucovića, sl. 1.

**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.

**NAPOMENA:**

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



Slika 1. Položaj analizirane raskrsnice na uličnoj mreži grada Lekovca.

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	2020 Bazna godina
Voz/h ( u vršnom periodu)	1174
Prilaz 1	212
Prilaz 2	444
Prilaz 3	82
Prilaz 4	436

### 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 jeste da se na osnovu postojećih geometrijskih ograničenja predlože i analiziraju varijante, kako bi se našlo optimalno rešenje za datu raskrsnicu. Analizom rezultata kapaciteta i nivoa usluge za posmatranu raskrsnicu 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 raskrsnicu, 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 sprovesti 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

Zadržava se postojeća geometrija raskrsnice, stim da je potrebno zastarelu saobraćajnu signalizaciju zameniti sa novom odgovarajućom, takođe i oznake na kolovozu je potrebno ponovo obeležiti o mogućstvu sa hladnom plastikom.

## 5.2 Signalisana četvorokraka raskrsnica

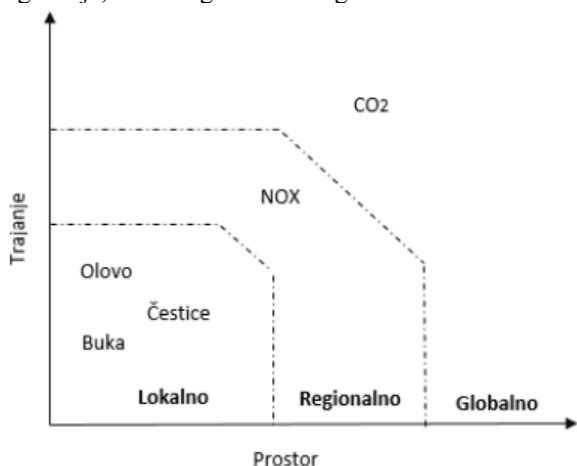
Zadržava se postojeća geometrija raskrsnice sa dodavanjem trake na istočnom i zapadnom prilazu, sa uvođenjem odgovarajuće svetlosne signalizacije prema situaciji sa slike ispod. Takođe potrebno je raskrsnicu obeležiti odgovarajućom vertikalnom i horizontalnom signalizacijom prema novoj situaciji.

## 5.3 Kružna raskrsnica

Kružna raskrsnica sa jednom trakom u kruženju – Menja se potpuna geometrija raskrsnice. Projektovana kružna raskrsnica je sa jednom trakom u kruženju i sa po jednom trakom na ulivnom/izlivnom grlu. Potrebno je elemente horizontalne i vertikalne signalizacije prilagoditi novoj situaciji. Projektovana kružna raskrsnica je sa centralim trgom koji je planiran da bude zelena površina odgovarajuće oivičen i sa prelaznim krugom radi lakšeg kretanja teretnog vozila.

## 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 CO<sub>2</sub>, ugljen monoksid CO, ugljovodonici C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>, azotni oksidi NO<sub>x</sub>, sumpor dioksid SO<sub>2</sub>, 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 24h ekvivalentnom nivou buke većem od 55dB (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 psihosomatskih 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 emitovanje emisije CO<sub>2</sub>. 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 je 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 3 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 gubitci 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 2 i Prilazu 4 za leva skretanja trenutno je u vršnom periodu nivo usluge D odnosno F.

Na osnovu analize ukupnih troškova može se zaključiti da troškovi Varijante 1 u trenutnom stanju iznose 14.242 eura, prognoziranom 28.435 eura i troškovi Varijante 3 u trenutnom stanju iznose 13.402 eura i prognoziranom 169.196 eura 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 zanemarljivo su manji od troškova Varijante 3, s obzirom na to da je nivo usluge u Varijanti 3 i u postojećem i u prognoziranom 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:



**Stefan Stojanović** rođen u Leskovcu 1994. godine, Visoku Tehničku školu u Nišu završio 2016. godine, osnovne studije na Fakultetu tehničkih nauka završio 2018. godine, iste godine upisuje master studije na Fakultetu tehničkih nauka.



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

**ВИЗИЈЕ РАЗВОЈА ЛАНАЦА СНАБДЕВАЊА СА АСПЕКТА ДИГИТАЛНЕ  
ТРАНСФОРМАЦИЈЕ****VISIONS OF SUPPLY CHAINS DEVELOPMENT FROM THE ASPECT OF DIGITAL  
TRANSFORMATION**Никола Јасика, *Факултет техничких наука, Нови Сад***Област - ЛОГИСТИКА**

**Кратак садржај** – У оквиру рада анализирају се могући правци развоја ланца снабдевања са аспекта дигиталних трансформација у будућности. Први део рада односи се на теоријске поставке и истраживачке студије које се баве визијама развоја, док се у другом делу представља могућа методологија за процену развоја логистике у Републици Србији која се базира на Делфи техници као методи квалитативних предвиђања.

**Кључне речи:** ланци снабдевања, дигитална трансформација, делфи техника, правци развоја.

**Abstract** – The paper analyzes possible directions of supply chain development from the aspect of digital transformations in the future. The first part of the paper refers to theoretical assumptions and research studies that deal with visions of development, while the second part presents a possible methodology for assessing the development of logistics in the Republic of Serbia based on Delphi technique as a method of qualitative predictions.

**Keywords:** supply chains, digital transformation, Delphi technique, directions of development.

**1. УВОД**

Транспортна потражња се повећава дуги низ година и на националном и на глобалном нивоу. Постојеће транспортне инфраструктуре и системи су под притиском да изнесу све веће потребе друштва. Са друге стране, број становника и њихови индивидуализовани захтеви се константно повећавају и проширују из године у годину, што ће у будућности додатно оптеретити могућности логистике и њених система. Из тог разлога, потребно је стећи увиде у могући будући развој управљања логистиком и ланцима снабдевања, како би се адекватно могло разумети и правовремено реаговати на све кључне промене које се очекују. Како је према [1], логистички систем комплексан социо-технички систем, који функционише у оквиру ширих и надређених система, онда је јасно да ће све развојне промене, које се буду дешавале у будућности, у оквиру тих ширих

надређених система, имати утицај на сам логистички систем.

**2. ПОСТОЈЕЋИ ТРЕНДОВИ И ПРОМЕНЕ У  
ЛОГИСТИЦИ И УПРАВЉАЊУ ЛАНЦИМА  
СНАБДЕВАЊА**

Постојећи ниво техничких и технолошких могућности у логистичком сектору је без преседана. Гледајући према наредној деценији, квалитетнији подаци и повезаност пружиће основу за нове начине превоза, складиштења и дистрибуције и подржаће бољи, интегрисанији логистички систем. Главне области очекиваних будућих промена у логистици су:

- Електрификација;
- Интернет ствари;
- Вештачка интелигенција;
- Аналитика података и Big Data системи;
- Рачунарство у облаку;
- Blockchain технологија;
- Роботизација и аутоматизација;
- Еластична логистика;
- Испорука на последњем километру.

Према [2] један од главних начина на који ће се сектор транспорта и логистике мењати, јесте електрификација. *Интернет ствари* у логистици побољшава видљивост у сваком кораку ланца снабдевања и побољшава ефикасност управљања залихама. Интегрисање технологије „интернет ствари“ у секторе логистике и ланца снабдевања, побољшава и омогућава ефикасност, транспарентност, видљивост робе у реалном времену, праћење стања и управљање возним парком. Алгоритми вештачке интелигенције уз помоћ машинског учења представљају подршку компанијама при решавању колебања потражње за производима [3].

На пример, решења за предвиђање заснована на вештачкој интелигенцији омогућавају менаџерима да планирају процесе ланца снабдевања и пронађу начине за смањење оперативних трошкова. Аналитика података пружа корисне увиде за побољшање продуктивности складишта, управљање учинком и оптимално коришћење логистичких ресурса. Подаци добијени праћењем положаја и времена заједно са возним парком помажу у оптимизацији рута и планирању испоруке. Решења заснована на облаку за

**НАПОМЕНА:**

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Маринко Масларић, ванр. проф.

логистичке компаније омогућавају моделе плаћања по употреби који захтевају ниска капитална улагања. Ово минимизира ризик и трошкове одржавања информационо-комуникационе инфраструктуре.

Поред тога, интеграција у облак омогућава прикупљање података из система управљања за анализу укупних логистичких процеса.

Коначно, логистика у облаку нуди универзалну приступачност и није ограничена на било који физички простор. *Blockchain* технологија се може дефинисати као технологија дистрибуиране књиге која може да евидентира трансакције између страна на сигуран и трајан начин. Дељењем база података између више страна, у основи се уклања потреба за посредницима од којих се претходно захтевало да делују као поуздане треће стране за верификацију, евидентирање и координацију трансакција. Интегрисање роботике у логистику повећава брзину и тачност процеса ланца снабдевања и смањује људске грешке. Еластична логистика омогућава компанијама да се ефикасније носе са ланцима снабдевања током периода флукуације потражње [3].

Последњи корак ланца снабдевања, од складишта или дистрибутивног центра до купца, често је неефикасан и такође обухвата главни део укупних трошкова премештања робе. Достава у последњем километру је најважнији део логистике јер је директно повезана са задовољством купца. Међутим, испорука на последњем километру суочава се са различитим проблемима, укључујући кашњења због загушења саобраћаја, различитости захтева купаца, административних прописа и густине испорука у једној зони [3]. Остале технологије дигитализације се односе на технологије адаптивне производње (попут 3Д штампе), *blockchain* технологију и др.

### 3. ПОЈАМ ДИГИТАЛНЕ ТРАНСФОРМАЦИЈЕ

Аутомобилски сектор је једна од најважнијих индустрија за многе индустријске земље. Са више од 20.000 делова у једном возилу, које испоручују хиљаде добављача широм света, ланац снабдевања аутомобилима и деловима, је међу најсложенијим на свету [5]. Главни трендови вођени технологијом као што су аутономна вожња, електрификација, повезаност аутомобила и мултимодалност, предвиђају да ће довести до највеће трансформације индустрије од проналаска аутомобила 1885. године.

Индустрија 4.0 представља нови ниво организације и контроле целокупног ланца стварања вредности током животног циклуса производа. Најважнија карактеристика индустрије 4.0 је дигитализација и са тиме повезана дигитална трансформација.

*Дигитална трансформација* у логистици може се дефинисати као трансформација ка паметној логистици помоћу технологија управљања, укључујући платформе, услуге засноване на подацима, нова управљања и организационе поставке и отворене иновације, које омогућавају стварање додатне вредности за купца [4].

*Паметна логистика* се дефинише као холистичко, потрошачки оријентисано планирање и контрола, високо интегрисаног и аутоматизованог, модуларног,

самоконтролисаног протока информација и робе у процесу наручивања од стране купаца, као и иновације у мрежама за стварање вредности где се деле релевантне информације и подаци у реалном времену са заинтересованим странама [3].

Разлике у усвајању дигиталних технологија су видљиве када се упореде земље Европе и Азије, на пример Кина и Немачка. Мотивација за увођење нових технологија у Кини је углавном због ефикасности и смањења трошкова, док је у Немачкој због бољег планирања и доношења одлука, флексибилности и задовољства купаца. Међутим, због нижих трошкова радне снаге у Кини, повраћај улагања у технологије које побољшавају ефикасност, попут аутоматски вођених возила, нижи је него у земљама са високим трошковима.

Стога компаније, пре него што их примене у Кини, често настоје да спроводе пилот пројекте и сазревају са технологијама у развијеним земљама. Поред високих трошкова примене нових технологија, могу се идентификовати три кључна изазова: стандардизација, сигурност података и вештине запослених.

### 4. МАПА ПУТА КА ДИГИТАЛНОЈ ТРАНСФОРМАЦИЈИ У ЛОГИСТИЦИ

Пошто логистика све више добија на стратешком значају за компаније и за друштво у целини, потенцијално, нова додатна вредност може се створити дигиталном трансформацијом пословних модела, испуњавањем нових очекивања купаца у погледу стицања погодности и интегрисаним маркетингом производа као системом са додатним услугама окренутим ка крајњем купцу. Логистика тако постаје фактор који омогућава нове облике дистрибуције и нове пословне моделе [4].

Део анализе и дискусије прогнозираних трендова у оквиру студије [4] представљен је у наставку. У погледу дигиталних платформи а на основу налаза студије [4] стручњаци су се у оквиру делфи радионице сложили да ће се логистички физички послови до 2025. године углавном обављати путем дигиталних платформи. Са друге стране, налази из студије [5] наводе да ће се обим, разноликост и темпо употребе података проширити у наредним деценијама, упоредо са повећањем употребе дигиталних платформи и техника за прикупљање и анализу података. Такође се у оквиру [6] наводи да модуларне платформе за логистику у облаку нуде отворен приступ путем Интернета избору флексибилних, подесивих ИТ-услуга повезаних са логистиком на захтев које се лако могу интегрисати у процесе ланца снабдевања.

У погледу руководства и организационих структура резултати из студије [4] који се тичу упитника о ројевској организацији показују да је велики број учесника или неодлучан или се у потпуности слаже да је *ројевска организација* - логистичка организација будућности, док се у оквиру делфи радионице издваја просечно стручно мишљење које гласи да ће организација ројева бити успостављена као приоритетна метода рада запослених у логистици до 2028. године.

Логистика ће вероватно проћи кроз неколико фаза на путу дигиталних трансформација. Прва фаза, омогућавања видљивости је прилично унапредовала. Друга фаза, повећана повезаност, и даље је ометена протекционизмом података као и недостатком стандардизованих интерфејса. Међутим, компаније са најбољом праксом већ напредују на путу ка трећој фази полуаутономних процеса у логистици, укључујући примену иновативних концепата лидерства и иновација.

Потпуно аутономни процеси у ланцу снабдевања E2E који карактеришу четврту фазу још увек су неизвесни. Долазак четврте индустријске револуције мења сва правила, а са њима и основне претпоставке и дефиниције лидерства.

## 5. ПРЕДЛОГ ОКВИРА МЕТОДОЛОГИЈЕ ЗА ПРОЦЕНУ РАЗВОЈА ЛОГИСТИКЕ У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ

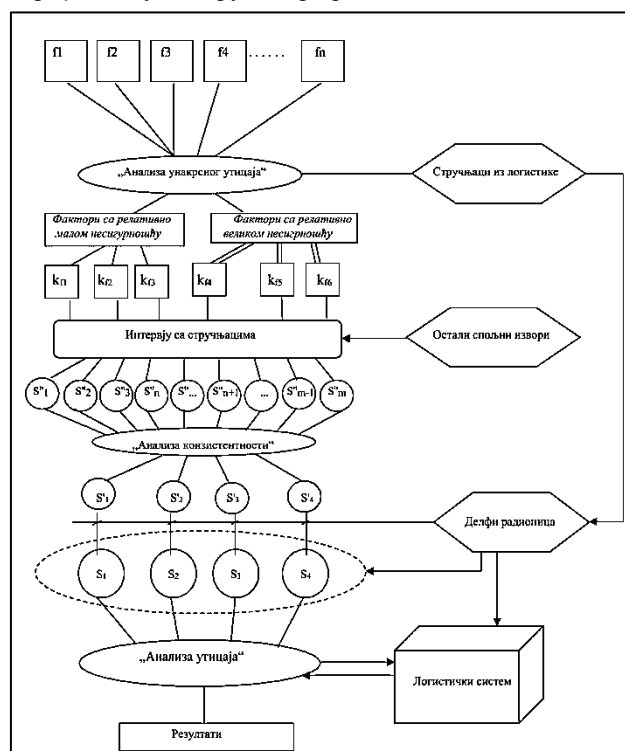
На основу обрађених истраживања, у овом делу рада је предложена одговарајућа методологија која разматра кључне кораке којима би се могли водити истраживачи, с тим да се концепт истраживања узима као оквир који се може даље уређивати, при процени будућег развоја логистике, управљања ланцима снабдевања и мапе пута ка остварењу тако пројектоване визије. У оквиру дате методологије било је потребно идентификовати и класификовати кључне факторе утицаја који могу дефинисати одређене сценарије развоја логистике и њених система. Такође, у оквиру методологије укључује се и радионица у којој се сценарији разматрају и дорађују. Учесници радионице разрађују основну логику сценарија, као и могуће путеве који воде до сваког сценарија. У наставку су приказани предложени методолошки кораци.

- Одабир методологије предвиђања;
- Одабир тима експерата и утицајних кључних фактора;
- Интервју са стручњацима;
- Анализа конзистентности и финализација сценарија;
- Анализа утицаја.

Пошто се одабере конкретна изворна техника, у овом случају је то делфи техника, после тога је потребно изабрати кључне особе које ће доносити експертска мишљења и предлоге. Након тога одабир широког круга фактора, што подразумева узимање у обзир свих релевантних фактора за логистику (идентификовање и класификацију фактора утицаја који одређују трендове у окружењу логистике у будућности). Даље фактори се могу унети у упитник и послати стручњацима из логистике на допуну и измену. Фактори утицаја би могли да буду: цена енергије тј. горива, ниво климатских промена, политичка стабилност и развој светске трговине, развој нових технологија и система, ниво аутоматизације, у предузећима, појединачни економски фактори и сл. Када се дефинише већа група фактора ( $f_i$ ), ради се пресек фактора у сарадњи са универзитетским стручњацима и уз помоћ анализе

унакрсног утицаја свођење на мању групу кључних фактора ( $kf1$ ). У наредном кораку (интервју са стручњацима) за сваки кључни фактор који има импликације на логистику и њено окружење дефинишу се потенцијални сценарији. Могуће је неколико будућих догађаја (сценарија), тако да је следећи корак спровођење интервјуа са стручњацима из различитих области како би се развиле три до четири пројекције за сваки фактор (слика 1).

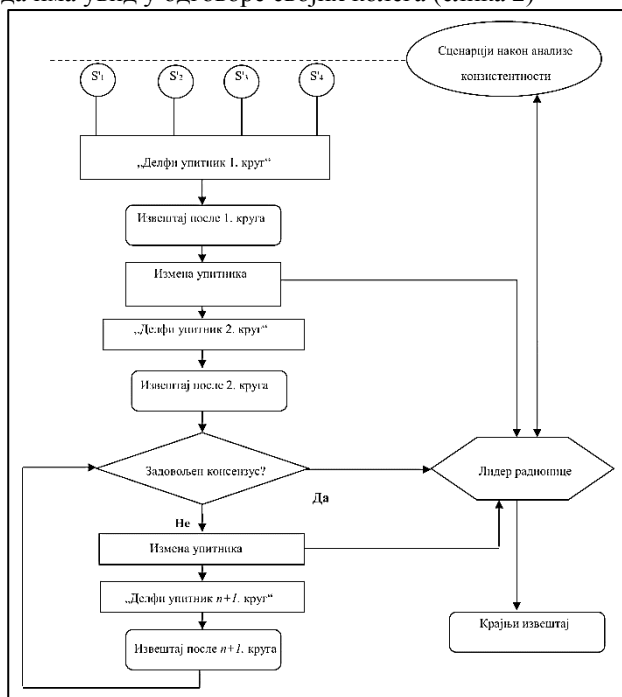
После овога, потребно је извршити анализу конзистентности и смањити сложеност међу великим бројем пројекција. Дакле сваки стручњак даје за сваки фактор неколико пројекција, што резултира великим бројем могућих исхода. На основу анализе конзистентности добија се смањена група података. Резултати анализе служе за конструкцију „сирових“ сценарија ( $s''_i$ ). Овакви сценарији се у наредном кораку могу дорађивати у оквиру Делфи радионице.



Слика 1. Шематски приказ могуће методологије по корацима (ауторово дело)

Пошто се Делфи радионица састоји из неколико методолошких корака, у наставку је приказана разрада подкорака у оквиру Делфи радионице као засебног ентитета претходне шеме. Дакле сценарији након анализе конзистентности се шаљу код лидера радионице и уносе се у упитник који се затим формира у оквиру делфи радионице. Лидер делфи радионице у сарадњи са стручњацима из логистике формира концепт упитника и разрађује сценарије у форми питања за експерте. Пре свега потребно је према [7] одабрати: стручњаке са одговарајућим доменским знањем, користити стручњаке из различитих домена, користите између 5 и 20 стручњака. Лидер делфи радионице ступа у контакт са експертима из различитих области и доставља им упитник са дефинисаним питањима. Одговори су анонимни и нико од експерата не зна шта је

одговорио други експерт, с тим да лидер радионице у сваком тренутку зна шта је који од експерата одговорио. Након одговора упитник се враћа код лидера (слика 2) који преуређује садржај упитника и филитра све ирелевантне одговоре који су претходно дати и фокусира се на најчешће одговореним темама и ставовима, формира извештај са одговорима свих експертских учесника, који су дати и извештај поново шаље експертима на други круг разматрања. У другом кругу сваки од експерата има могућност да делимично измени постојећи одговор (одговор који је дао у претходном кругу) или да га потпуно промени и да има увид у одговоре својих колега (слика 2)



Слика 2. Оквирна шема Делфи радионице укључене у разматрану методологију (ауторово дело)

Након што су изменили своје одговоре, упитник се поново враћа код лидера који понова формира извештај са датим одговорима и анализира постојеће стање као што је приказано на слици 2. Поступак са враћањем одговора и поновним слањем експертима се понавља док год се не постигне консензус у одговорима. Такође према [7] потребно је за делфи повратне одговоре експерата, навести средњу процену панела плус образложења свих панелиста (учесника) за њихове процене. Након тога, потребно је наставити са гласањем у делфи радионици све док одговори не покажу стабилност. На крају лидер радионице има сет предвиђања који је добио на основу ставова експерата који се може даље користити.

## 6. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

Потпуно аутономни процеси у логистичким мрежама још нису извесни, али компаније са најбољом праксом напредују, користећи се алатима као што су технологије, нова руководства и организациони принципи, као и отворени приступи иновацијама. Повезаност унутар ланца снабдевања ће се повећати, јер ће то бити предуслов за примену концепта

дигиталних транспортних платформи за коју су се стручњаци сложили да ће бити главно средство за обраду захтева за теретним превозом до 2025. Прикупљање података, анализа и употреба додате вредности довешће до (полу) аутономних процеса на тактичком нивоу, док се потпуно аутономни процеси за оперативне активности очекују до 2030. године.

Такође једна од значајних промена јесте даље брисање традиционалних секторских граница, као што се тренутно види на тржишту пружаоца логистичких услуга, које захтева трансдисциплинарне приступе иновацијама. То значи да су у кратком и средњем року једноставна мобилна решења (нпр. решења заснована на апликацијама) неопходна за интегрисање нових услуга и облика сарадње у логистичкој мрежи, и да се људи као важни елементи тих мрежа, морају прилагодити новим улогама и вештинама, што захтева иновативну обуку и управљање компетенцијама. Краткорочно и средњорочно, логистика се неће потпуно интегрисати. Повећавање видљивости биће могуће до одређене мере и откриће потенцијал, као и недостатке у логистичким мрежама који до сада нису били праћени и визуализовани.

## 7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Николичић С., Стојановић Ђ., Масларић М.: *Основи логистике: принципи, системи и процеси*, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, 2016.
- [2] Vallance P.: *A time of unprecedented change in the transport system*, Government Office for Science, 2019.
- [3] <https://www.startus-insights.com/logistics-industry/>
- [4] Straube F., Lisa Junge A., Verhoeven P., Reipert J., Mansfeld M.: *Pathway of Digital Transformation in Logistics*, Technische Universität Berlin, 2019.
- [5] Kerna, J., Wolff P.: *The digital transformation of the automotive supply chain – an empirical analysis with evidence from Germany and China: Case study contribution to the OECD TIP Digital and Open Innovation project*, 2019.
- [6] Heutger, M., Kückelhaus M.: *Logistics Trend Radar Delivering insight today, creating value tomorrow version 2018/19*, Bonn, 2019
- [7] Grime, M., Wright, G.: *Delphi metod*, 2016

### Кратка биографија:



**Никола Јасика**, рођен у Пријеполу 1996. године. Техничку школу „Радоје Љубичић, смер Техничар друмског саобраћаја завршава 2015. године и исте године уписује Факултет техничких наука у Новом Саду, на коме у септембру 2019. године стиче звање дипломирани инжењер саобраћаја.  
**контакт:** nikola.jasika@uns.ac.rs

**VREDNOVANJE PREDLOGA REŠENJA ZA POBOLJŠANJE USLOVA ODVIJANJA SAOBRAĆAJA NA RASKRSNICAMA NA BULEVARU EVROPE, BULEVARU PATRIJARHA PAVLA I BULEVARU CARA LAZARA****EVALUATION OF SOLUTION PROPOSALS FOR TRAFFIC IMPROVEMENT FOR Boulevard Europe, Patrijarha Pavla Boulevard and Cara Lazara Boulevard INTERSECTIONS**

Jelena Marković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – SAOBRAĆAJ I TRANSPORT**

**Kratak sadržaj** – U okviru ovog rada izvršena je analiza saobraćajnih tokova na odabranim raskrsnicama i u okviru njih su utvrđene karakteristike saobraćajnog toka na raskrsnicama. Dati su predlozi rešenja poboljšanja uslova odvijanja saobraćaja. Urađeno je funkcionalno, ekološko i ekonomsko vrednovanje predloženih rešenja, nakon čega se dobija optimalno rešenje, koje je predloženo za realizaciju.

**Gljučne reči:** Saobraćaj, nivo usluge, vrednovanje

**Abstract** – Within this paper, the analysis of traffic flows at selected intersections was performed and within them the characteristics of traffic flow at intersections were determined. Proposals for solutions to improve traffic conditions are given. Functional, economic and ecological evaluation of the proposed solutions was done, after which the optimal solution was obtained, which was proposed for implementation.

**Keywords:** Traffic, LOS, evaluation

**1. UVOD**

Raskrsnice su čvorišta u kojima se vrši ukrštanje saobraćajnica istog ili različitog ranga. U putnoj uličnoj mreži raskrsnice predstavljaju važne tačke. Saobraćajni problemi u gradu su obično vezani za kapacitivne sposobnosti delova mreže.

Kada intezitet saobraćaja u vršnim časovima pređe objektivni kapacitet raskrsnice, vremenski gubici počinju da rastu, pa se iz tog razloga, način regulisanja saobraćaja na raskrsnicama menja.

U okviru ovog rada, izvršena je analiza uslova odvijanja saobraćaja na dve raskrsnice u Novom Sadu gde su dati predlozi rešenja poboljšanja uslova odvijanja saobraćaja. Prva raskrsnica je signalisana raskrsnica Bulevara cara Lazara i ulica Cara Dušana i Ive Andrića, dok je druga raskrsnica kružna i predstavlja mesto ukrštanja Bulevara cara Lazara, Bulevara Evrope, Bulevara patrijarha Pavla i ulice Ćirila i Metodija.

**NAPOMENA:**

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

**2. TEORIJSKE OSNOVE**

Saobraćajni tok može biti prost i složen. Prost saobraćajni tok sastoji se od jednog niza vozila koja se kreću u jednom pravcu i u jednom smeru. Složen saobraćajni tok se sastoji od dva ili više prostih saobraćajnih tokova s obzirom na međusobne odnose nizova.

Nivo usluge je kvalitativni pokazatelj odvijanja saobraćaja na raskrsnici. On se zasniva na utvrđivanju vremenskih zastoja po vozilu za svaku grupu traka i za svaki prilaz, kao i za celu raskrsnicu. Za utvrđivanje nivoa usluge raskrsnica koristi se šestostepena skala sa nivoima usluge od A do F (A najbolji, F najlošiji).

**2.1. Osnovni pojmovi o signalisanim raskrsnicama**

Signalisana raskrsnica predstavlja mesto ukrštanja putnih pravaca u istom nivou na kojoj je odvijanje saobraćaja regulisano radom svetlosne signalizacije. Programiranjem rada signala na ulaznim grlima raskrsnice, izradom planova vremenske raspodele prava prolaza za sukobljavanje saobraćajnih tokova, vrši se vremenska raspodela prava korišćenja sredine površine raskrsnice.

Regulisanje svetlosnom saobraćajnom signalizacijom je uobičajen način regulisanja saobraćaja na mestima sukobljavanja tokova gde se kao posledica nedostatka kapaciteta za pojedine ili za sve saobraćajne tokove javljaju neopravdano veliki zastoji ili ozbiljnije pogoršava bezbednost saobraćaja.

**2.2. Osnovni pojmovi o kružnim raskrsnicama**

Projektovanje geometrije savremenih raskrsnica sa kružnim tokom predstavlja traženje kompromisa između kapaciteta i sigurnosti. Raskrsnice sa kružnim tokom funkcionišu sigurnije ukoliko geometrijski elementi uslovljavaju smanjenje prilazne, odnosno, brzine u kružnom toku. Na- suprot tome, ovakva geometrija uslovljava smanjenje kapaciteta raskrsnice. Takođe mnogi geometrijski elementi uslovljeni su manevarskim sposobnostima najvećeg vozila očekivanog na raskrsnici.

**3. KARAKTERISTIKE ANALIZIRANIH RASKRSNICA**

Raskrsnica Bulevara cara Lazara i ulica Cara Dušana i Ive Andrića u Novom Sadu nalazi se u neposrednoj blizini kružne raskrsnice u koju se ulivaju Bulevar cara Lazara, Bulevar Evrope, Bulevar patrijarha Pavla i Ulica Ćirila i Metodija. Ove raskrsnice predstavljaju frekventnije raskrsnice u gradu s obzirom da se nalaze na lokaciji koja povezuje atraktivne zone grada.

Rastojanje između analiziranih predmetnih raskrsnica

iznosi oko 168 m. Raskrsnica Bulevara cara Lazara i ulica Cara Dušana i Ive Andrića je četvorokraka signalisana raskrsnica u nivou regulisana svetlosnom saobraćajnom signalizacijom i znacima prioriteta, dok mesto ukrštanja Bulevara cara Lazara, Bulevara Evrope, Bulevara patrijarha Pavla i Ulice Ćirila i Metodija predstavlja kružna raskrsnica sa baj-pas trakama koja je regulisana elementima horizontalne i vertikalne signalizacije kod koje vozila u kružnom toku imaju prednost u odnosu na vozila iz ulivnih pravaca. Izgled analiziranih raskrsnica prikazan je na slici 1.



Slika 1. Izgled analiziranih raskrsnica

Analizirane raskrsnice su karakteristične zbog malog rastojanja između njih. Zastoji i zagušenje saobraćaja nastaju na kružnoj raskrsnici zbog velikog broja vozila koja privlače dva relativno novoizgrađena bulevara. Problem nastaje zbog protoka velikog broja vozila koja u vršnom času skreću levo sa Bulevara Evrope i zbog velikog broja vozila koja ih propuštaju, odnosno vozila koja idu pravo sa Bulevara patrijarha Pavla na Bulevar cara Lazara. Povećanje vremena prolaska vozila kroz raskrsnicu dovodi do povećanja vremenskih gubitaka, samim tim i do smanjenja nivoa usluge.

#### 4. ANALIZA USLOVA ODVIJANJA SAOBRAĆAJA

Brojanje je izvršeno u utorak, dana 13.06.2017. godine. Na signalisanoj raskrsnici brojanje je izvršeno u vremenskom intervalu 06:00 – 21:00 časova, dok je na kružnoj raskrsnici izvršeno u više vremenskih intervala tokom istog dana 07:00 – 11:00, 13:00 – 17:00, 18:00 – 21:00 časova.

Evidentirane su sledeće kategorije vozila: bicikl, motocikl, putnički automobil, autobus, lako teretno vozilo (vozilo do 3,5 tone i teretni kombi), srednje teretno vozilo (vozilo preko 3,5 tone), teško teretno vozilo (tri osovine), autovoz (tegljač i kamioni sa prikolicom).

Na signalisanoj raskrsnici od ukupnog protoka po prilazima, uočava se da Prilaz 1 ima najmanji protok, zatim Prilaz 3 i Prilaz 2, dok je na Prilazu 4 protok najveći. Ukupno saobraćajno opterećenje, za 15 sati brojanja iznosi 56148 vozila.

Najopterećeniji period funkcionisanja raskrsnice je poslepodnevni vršni period, odnosno period od 16:00-17:00 časova, gde je zabeležen protok od 4420 vozila na svim prilazima, dok je najmanja registrovana vrednost saobraćajnog opterećenja registrovana u periodu od 06:00-07:00 časova, gde je ukupan protok vozila sa svih prilaza iznosio 2291 vozila.

Što se tiče strukture toka na analiziranoj signalisanoj raskrsnici, najveći procenat čine putnička vozila sa 96,44%, a zatim autobusi sa 1,51% i to su uglavnom vozila javnog gradskog prevoza putnika. Teška teretna vozila su zastupljena 0,84%, laka teretna vozila u strukturi toka učestvuju sa 0,78%, srednja teretna vozila učestvuju

sa 0,41%. Autovozova ima u najmanjoj meri, svega 0,01%.

Na kružnoj raskrsnici od ukupnog protoka po prilazima, uočava se da prilaz 3 ima najmanji protok, zatim prilaz 1 i prilaz 4, dok je na prilazu 2 protok najveći. Ukupno saobraćajno opterećenje, za 11 sati brojanja iznosi 31410 vozila.

Najopterećeniji period funkcionisanja raskrsnice je poslepodnevni vršni period, odnosno period od 16:00-17:00 časova, gde je zabeležen protok od 3438 vozila na svim prilazima, dok je najmanja registrovana vrednost saobraćajnog opterećenja registrovana u periodu od 09:00-10:00 časova, gde je ukupan protok vozila sa svih prilaza iznosio 2361 vozila.

Što se tiče strukture toka na analiziranoj kružnoj raskrsnici, najveći procenat čine putnička vozila sa 95,06%, a zatim laka teretna vozila sa 2,05%. Teška teretna vozila su zastupljena 0,96%, dok srednje teretna vozila u strukturi toka učestvuju sa 0,93%. Autobusi čine strukturu sa 0,81% i to su uglavnom vozila javnog gradskog prevoza putnika. Autovozova ima u najmanjoj meri, svega 0,19%.

#### 5. PROGNOZA SAOBRAĆAJNOG OPTEREĆENJA

Razlikujemo postojeće i planirano stanje. Postojeće saobraćajno opterećenje (može se prebrojati) i koristi se za preduzimanje neposrednih akcija u regulisanju 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.

Na osnovu brojanja vršena je prognoza budućeg saobraćaja za narednih 10 godina. Za utvrđivanje rasta saobraćaja su korišćeni podaci iz studije REBIS za Srbiju. Prilikom proračuna, posmatrale su se dve varijante, pesimistička i optimistička. Za utvrđivanje budućeg saobraćaja za pesimističku varijantu je uzet prosečan godišnji rast od 2,5%, dok je za optimističku varijantu uzet prosečan godišnji rast od 3,5%, u skladu sa preporukama navedene studije.

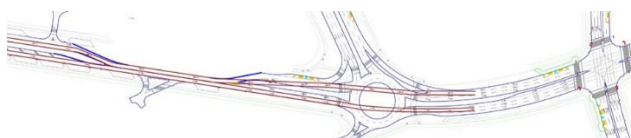
#### 6. PREDLOG MERA ZA POBOLJŠANJE USLOVA ODVIJANJA SAOBRAĆAJA NA ANALIZIRANIM RASKRSNICAMA

Postavljanje varijantnih rešenja i njihova analiza 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 raskrsnice koje su tema rada. Radi poboljšanja uslova odvijanja saobraćaja na datoj raskrsnici, predložene su sledeće varijante kao rešenja.

Varijanta 0 – podrazumeva analizu posmatranih raskrsnica pri čemu je zadržana postojeća geometrija, horizontalna i vertikalna signalizacija na obe raskrsnice.

Varijanta 1 – podrazumeva postojeće stanje u smislu geometrije raskrsnice uz dogradnju nadvoznjaka, denivelisanog toka pravo, od Prilaza 4 ka Prilazu 2 analizirane kružne raskrsnice, odnosno na prilazu Bulevara patrijarha Pavla i Bulevara cara Lazara.

Izgled Varijante 1 raskrsnice dat je na slici 2.



Slika 2. Prikaz Varijante 1 – Dogradnja nadvožnjaka na kružnoj raskrsnici

Varijanta 2 – podrazumeva kompletnu rekonstrukciju kružne raskrsnice, menjanje njene geometrije i projektovanje četvorokrake signalisane raskrsnice umesto analizirane kružne raskrsnice i određene geometrijske izmene na postojećoj signalisanoj raskrsnici.

Novoprogektovana raskrsnica Bulevara cara Lazara, Bulevara Evrope, Bulevara patrijarha Pavla i Ul. Ćirila i Metodija bi predstavljala četvorokraku raskrsnicu u nivou regulisanu svetlosnom saobraćajnom signalizacijom i znacima prioriteta. Na narednoj slici je prikazan izgled rekonstruisane kružne raskrsnice u signalisanu raskrsnicu.



Slika 3. Prikaz Varijante 2 – Rekonstrukcija kružne raskrsnice Bulevara cara Lazara, Bulevara Evrope, Bulevara patrijarha Pavla i Ul. Ćirila i Metodija

Uz pomoć softverskog programa Synchro 10 dobijena je i optimalna dužina ciklusa koja iznosi 110 sekundi i na osnovu toga, predviđena je i fazna podela.

Kod postojeće signalisane raskrsnice Bulevara cara Lazara i ulica Cara Dušana i Ive Andrića predlaže se izgradnja dodatnih traka u skladu sa prostornim mogućnostima.

Na narednoj slici je prikazan izgled signalisane raskrsnice Bulevara cara Lazara i ulica Cara Dušana i Ive Andrića sa izmenama koje su predložene.



Slika 4. Prikaz Varijante 2 – Predložene izmene na raskrsnici Bulevara cara Lazara i ulica Cara Dušana i Ive Andrića

Na osnovu predloženih varijanti, metodom proračuna, odrediće se koja je varijanta najbolja za analizirane raskrsnice, odnosno koja obezbeđuje najbolje uslove za nesmetano odvijanje saobraćaja, čime se smanjuju ili

eliminšu redovi čekanja, što će i smanjiti vremenske gubitke i povećati nivo usluge na obe raskrsnice. Posmatramo i uzimamo optimistički prognozirani desetogodišnji period kao nepovoljnije i realno stanje.

## 7. VREDNOVANJE PREDLOGA MERA ZA POBOLJŠANJE USLOVA ODVIJANJA SAOBRAĆAJA

### 7.1. Funkcionalno vrednovanje predloženih mera

Funkcionalno vrednovanje vršeno je uz pomoć softverskog paketa Synchro 10, koji je namenjen za proračun kapaciteta i nivoa usluge na raskrsnicama.

Za potrebe izrade ovog rada, u program su unete karakteristike analiziranih raskrsnica, za svaku varijantu ponaosob. U nastavku je data uporedna analiza dobijenih vrednosti. Prikazani su vremenski gubici i nivo usluge za svaku varijantu po raskrsnicama.

Tabela 1. Prikaz vremenskih gubitaka i nivoa usluge na analiziranim raskrsnicama

Bulevar cara Lazara- ul. Cara Dušana-ul. Ive Andrića						
Nivo usluge	Varij.	Prilaz 1	Prilaz 2	Prilaz 3	Prilaz 4	Raskrsnica
Optim. varijanta 2027	Varij. 0	195,8 (F)	114,7 (F)	149,6 (F)	183,4 (F)	155,5 (F)
	Varij. 1	238,3 (F)	114,7 (F)	110,2 (F)	182,9 (F)	152,7 (F)
	Varij. 2	60,1 (E)	93,6 (F)	52,8 (D)	31,8 (C)	60,0 (E)
Bulevar patrijarha Pavla-Bulevar Evrope-Bulevar cara Lazara-ul. Ćirila i Metodija						
Nivo usluge	Varij.	Prilaz 1	Prilaz 2	Prilaz 3	Prilaz 4	Raskrsnica
Optim. varijanta 2027	Varij. 0	40,8 (E)	6,5 (A)	25,0(C)	130,5 (F)	43,9 (E)
	Varij. 1	11,3 (B)	0,4 (A)	5,0(A)	13,8 (B)	4,1 (A)
	Varij. 2	84,5 (F)	49,3 (D)	38,4(D)	16,4 (B)	48,9 (D)

Na osnovu podataka iz prethodne tabele može se zaključiti da je kod Varijante 2 zabeleženo najpovoljnije funkcionalno rešenje, koje je koordinacijom signalnih planova praćeno smanjenjem vremenskih gubitaka na obe raskrsnice koji iznose 60,0 (s/voz) odnosno, 48,9 (s/voz). Kao što i rezultati pokazuju, najlošiji nivo usluge na obe raskrsnice utvrđen je u Varijanti 0 što znači da je na kraju prognoiranog desetogodišnjeg perioda neophodno preduzeti neke mere.

### 7.2. Ekonomsko vrednovanje predloženih mera

Za potrebe rekonstrukcije, analizirane su vrednosti građevinskih intervencija, pratećih građevinskih radova i postavljanja signalizacije za predložene varijante. U tabeli 2. dat je prikaz troškova izgradnje za svaku varijantu.

Tabela 2. Troškovi izgradnje

Varijanta	Troškovi izgradnje
Varijanta 0	0,00 €
Varijanta 1	3.500.000,00 €
Varijanta 2	320.000,00 €

Na osnovu podataka iz prethodne tabele i ekonomske analize sa aspekta izgradnje, zaključuje se da je Varijanta 0 najisplativija, zbog minimalnih troškova izgradnje. Ova varijanta ne podrazumeva rekonstrukciju ili izvođenje

radova, i shodno tome, izostaju i pomenuti troškovi. Posmatrajući ostale varijante, najnepovoljnija je Varijanta 1 koja ima očekivano visoke troškove izgradnje.

U benefit-cost analizi, pored troškova izgradnje, uzimamo u obzir troškove goriva koji nastaju zaustavljanjem vozila na raskrsnici.

Vremenski gubici koji se javljaju na raskrsnici su u direktnoj vezi sa potrošnjom goriva i zagađenjem vazduha. Usled većih vremenskih gubitaka na raskrsnici, raste i potrošnja goriva, a samim tim i zagađenje vazduha. Ako su uslovi odvijanja saobraćaja na višem nivou usluge, potrošnja goriva je niža, kao i zagađenje vazduha. U narednoj tabeli predstavljeni su troškovi goriva prilikom zaustavljanja vozila po varijantama.

Tabela 3. Troškovi goriva prilikom zaustavljanja vozila u € u 10-godišnjem periodu za varijante

Varijanta	Troškovi goriva (€)
Varijanta 0	7.129.980,79
Varijanta 1	6.550.475,65
Varijanta 2	4.313.165,27

### 7.3. Ekološko vrednovanje predloženih mera

Usled nepotpunog sagorevanja u motorima, zaostaju kapljice goriva i ulja, i javljaju se štetni gasovi. Tri značajna izdovna gasa, koja će biti razmatrana u analizi jesu:

- CO<sub>2</sub> – ugljen-dioksid;
- N<sub>2</sub>O – azot-suboksid;
- CH<sub>4</sub> - metan.

U narednoj tabeli dati su troškovi zagađenja vazduha.

Tabela 6. Troškovi zagađenja vazduha usled potrošnje goriva

Varijanta	CO2 (€t)	N2O (€t)	CH4 (€t)	Ukupno (€t)
Varijanta 0	33.148,91	565,97	985,82	34.700,70
Varijanta 1	30.454,65	519,97	905,70	31.880,32
Varijanta 2	20.052,89	852,23	10,14	20.915,27

### 7.4. Ukupni troškovi predloženih mera

U narednoj tabeli dati su ukupni troškovi po varijantama.

Tabela 3. Ukupni troškovi po varijantama

Varijanta	Troškovi goriva (€)	Troškovi izgradnje (€)	Troškovi zagađenja (€)	Ukupno (€t)
Varijanta 0	7.129.980,79	0,00	34.700,70	7.164.681,49
Varijanta 1	6.550.475,65	3.500.000,00	31.880,32	10.082.355,97
Varijanta 2	4.313.165,27	320.000,00	20.915,27	4.654.080,54

Na osnovu tabele ukupnih troškova, zaključuje se da Varijanta 1 predstavlja najnepovoljniji slučaj sa preko 10 miliona € troškova. Varijanta 2 se izdvojila kao varijanta sa najnižim ukupnim troškovima.

## 8. ZAKLJUČAK

Nakon definisanja osnovnih karakteristika raskrsnice, sledi prikaz rezultata dobijenih brojanjem. Brojanje je vršeno 13.06.2017. godine. Na signalisanoj raskrsnici je kao vršni sat dobijen period od 16:00-17:00 časova gde je izbrojano 4420 vozila dok je na kružnoj raskrsnici dobijen vršni period od 16:00-17:00 časova gde je zabeležen protok od 3438 vozila.

Za analizu u daljem radu uzeta je optimistička varijanta rasta broja vozila. Za narednih 10 godina, očekivani broj vozila u vršnom satu za signalisanu raskrsnicu iznosi 6235 vozila, dok za kružnu raskrsnicu iznosi 4850 vozila. Na osnovu prognoze saobraćaja izvršena je analiza nivoa usluge.

U okviru Poglavlja 6 date su varijante predloženih rešenja, i to:

- Varijanta 0 – Postojeće stanje
- Varijanta 1 – Postojeće stanje sa dogradnjom nadvožnjaka na kružnoj raskrsnici
- Varijanta 2 – Četvorokraka signalisana raskrsnica umesto kružne raskrsnice i izmena signalnog plana na postojećoj signalisanoj

Nakon definisanih predloga mera, izvršeno je njihovo funkcionalno, ekonomsko i ekološko vrednovanje.

Prema analizi ukupnih troškova može se zaključiti da je optimalno i najracionalnije usvojiti Varijantu 2.

Varijanta 2, odnosno izgradnja četvorokrake signalisane raskrsnice umesto kružne raskrsnice, izdvaja se kao najpovoljnije tehničko rešenje koje bi uticalo na poboljšanje uslova odvijanja saobraćaja na analiziranim raskrsnicama. Koordinacija signalisanih raskrsnica ostvaruje manje vremenske gubitke, daje bolji novo usluge, izdvaja se kao jeftinije rešenje sa aspekta troškova gradnje i ima veću uštedu u troškovima eksploatacije u odnosu na Varijantu 1.

## 9. LITERATURA

- [1] (2010). Highway Capacity Manual. The National Academies
- [2] (2000). Highway Capacity Manual. The National Academies
- [3] <http://www.putevi-srbije.rs>. (n.d.)
- [4] Kuzović, Lj. (1994). Vrednovanje u upravljanju razvojem i eksploatacijom putne mreže. Beograd: Saobraćajni fakultet.
- [5] Kuzović, Lj. (2000). Kapacitet i nivo usluga drumskih saobraćajnica. Beograd: Saobraćajni fakultet.
- [6] Kuzović, Lj., Bogdanović, V. (2010). Teorija saobraćajnog toka. Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka.
- [7] Pravilnik o saobraćajnoj signalizaciji. ("Sl. Glasnik RS", br. 134/2014)

### Kratka biografija:



**Jelena Marković** rođena je u Novom Sadu 1993. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaj i transport, na smeru Projektovanje i organizacija odbranila je 2020.god. Kontakt: [jelenna93@gmail.com](mailto:jelenna93@gmail.com)

**SAVREMENI SISTEMI ODRŽAVANJA KOLOSEKA I PRISTUP ŽELEZNIČKOJ INFRASTRUKTURI****MODERN RAILWAY MAINTENANCE SYSTEMS AND ACCESS TO RAILWAY INFRASTRUCTURE**Dalibor Pešić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast–SAOBRAĆAJ**

**Kratak sadržaj**–U ovom radu opisan je gornji stop pruge i njegovi osnovni elementi, opisane su tehnologije za remont i održavanje koloseka, njihov princip rada kao i analiza koja tehnologija je najpovoljnija prilikom remonta pruge a sve u zavisnosti od samih eksploatacionih karakteristika pruge i karakteristika terena na kome su one izgrađene. Takođe je prikazana savremena mehanizacija koja se koristi u određenim fazama remonta i održavanja koloseka.

**Ključne reči:** Gornji stroj pruge, remont i održavanje koloseka.

**Abstract**– This paper describes the upper stop of the railway and its basic elements, describes the technologies for overhaul and maintenance of tracks, their working principle and analysis of which technology is most favorable when repairing the railway, all depending on the operational characteristics of the railway and the characteristics of the terrain. those built. Modern mechanization used in certain phases of track repair and maintenance is also shown.

**Keywords:** Upper stop, overhaul and maintenance.

**1. UVOD**

Železnički i drumski saobraćaj imaju fiksnu infrastrukturu, tj. fiksiran “put” po kojem se kreću vozila, ali jedna od ključnih razlika između njih je da su kod železničkog saobraćaja vozila vođena uz pomoć šina, dakle imaju fiksnu putanju od koje ne mogu da odstupe. Železnički “put” se zove kolosek, gde jedan ili više koloseka sačinjavaju prugu. Železnička pruga predstavlja inženjersku konstrukciju, koja omogućava neprekidan i siguran prolazak vozova neophodnom brzinom [1].

Železnička infrastruktura obuhvata donji i gornji stroj pruge, tunele, mostove i ostale objekte na pruži, stanične koloseke, telekomunikaciona, signalno-sigurnosna, elektrovučna, elektroenergetska i ostala postrojenja i uređaje na pruži, opremu pruge, zgrade železničkih službenih mesta i ostale objekte u pružnom pojasu koji su u funkciji regulisanja železničkog saobraćaja i održavanja železničke infrastrukture, terminale, pružni pojas i vazdušni prostor iznad pruge u visini od 12 m, odnosno 14 m kod dalekovoda napona preko 220 kV, mereno iznad gornje ivice šine [1].

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čije mentor je bio dr Ilija Tanackov.

Železničku prugu, kao inženjersku konstrukciju, čine:

- gornji stroj,
- donji stroj,
- telekomunikaciona, signalno-sigurnosna, elektrovučna, elektroenergetska i ostala postrojenja i uređaji na pruži [1].

Gornji stroj železničke pruge čine:

- šine,
- kolosečni pribor (spojni i pričvrtni),
- pragovi,
- zastorna prizma od tucanika (ili odgovarajuća konstrukcija koloseka na čvrstoj podlozi) [1].

**2. GORNJI STROJ ŽELEZNIČKIH PRUGA**

Gornji stroj pruge čine koloseci i složene kolosečne konstrukcije.

Koloseci mogu biti:

- sa zastorom (klasični koloseci);
- bez zastora. [2]

Složene kolosečne konstrukcije su:

- skretnice;
- ukrštaji;
- dilatacione sprave;
- okretnice;
- prenosnice;
- koloseci na kolskim vagama i dr. [2]

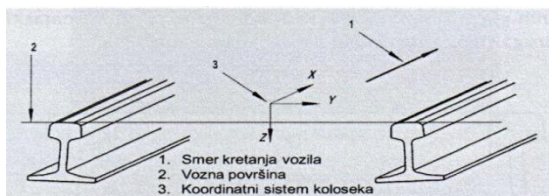
Elementi gornjeg stroja su:

- slobodni profil;
- profil za kombinovani transport;
- šine;
- kolosečni i skretnički pričvrtni i spojni pribor;
- pragovi;
- kolosečni zastor;
- izolovani sastavi;
- elementi za prigušivanje buke i vibracija;
- signali, signalne i pružne oznake;
- putni prelazi u nivou;
- pešački prelazi u nivou;
- drugi elementi. [2]

**3. DEFORMACIJE KOLOSEKA**

Geometrija koloseka se opisuje putem relativnog pravouglog koordinatnog sistema centriranog u koloseku i usmerenog u smeru kretanja kazaljki na satu, slika 1. [1].

- X-osa: osa koja predstavlja produžetak koloseka u smeru kretanja mernog vozila
- Y-osa: osa paralelna voznoj površini/ravni
- Z-osa: osa normalna na voznu površinu/ ravan i usmerena na dole [1].



Slika 1. Glavne ose koordinatnog sistema koloseka [1]

#### 4. ODRŽAVANJE I REMONT KOLOSEKA U REPUBLICI SRBIJI

Održavanje gornjeg stroja može biti:

- redovno;
- vanredno [2].

Redovno održavanje obuhvata:

- tekuće održavanje;
- srednje opravke;
- glavne opravke;
- preglede i kontrole [2].

Vanredno održavanje obuhvata:

- nepredviđene radove;
- sanacije [2].

#### 5. TEHNOLOGIJA RADOVA NA REMONTU GORNJEG STROJA PRUGE

U zavisnosti od potreba investitora, dinamičkog plana, količine radova i ekonomske isplativosti postoji nekoliko različitih metoda izvođenja radova na poziciji zamene, odnosno demontaže i ponovne montaže kolosečne rešetke [4].

U nastavku opisaćemo tehnologije za izvođenje radova na remontu gornjeg stroja pruga:

- Zamena koloseka pomoću voza za brzu zamenu koloseka
- Zamena koloseka pomoću kranova UK 25/28
- Zamena koloseka "DESEC" ili motornim portalnim kranovima [4].

##### 5.1. Zamena koloseka pomoću voza za brzu zamenu

Austrijska kompanija "PLASSER & THEURER" je 1974. godine razvila tehnologiju montažne linije za brzu zamenu koloseka SUZ 2000, koju su činile mašina za izbacivanje šina iz podložnih ploča i automatski vraćanje novih šina koje su prethodno razvučene po trasi. Ista mašina je prikupljala stare pragove sa trase i pomoću traka ih transportovala na vagon preko kojih je išao portalni kran i nosio ih na slobodne vagone predviđene za stare pragove. Isti kranovi bi donosili nove pragove na drugi deo najbližeg vagona mašini za polaganje pragova i polagali bi novi kolosek [4].

Austrijska kompanija je usavršavala ovu tehnologiju do dana današnjeg i na ovu platformu ubacila i strojeve za izbacivanje starog tucanika, iskop tamponskog sloja kao i ugradnju tampona, sa vanjanjem i uređenjem, te je postigla kompletan kontinuirani proces remonta gornjeg stroja pruge (prikazano na slikama 2., 3., 4.) [4].

##### 5.2. Zamena koloseka pomoću kranova UK 25-28 (Ruska tehnologija)

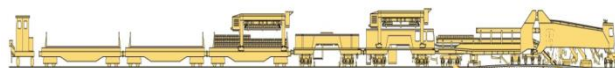
Ruska tehnologija za zamenu koloseka pomoću UK 25-28 kranova sastoji se iz dve operacije, tj. iz demontaže starog koloseka i kasnije montaže novog.



Slika 2. Voz za brzu zamenu koloseka (SUZ 500 UVR) [4]



Slika 3. Voz SUZ 500 UVR [4]



Slika 4. Šematski prikaz zamene koloseka vozom za polaganje koloseka [4]

U međuvremenu se uz pomoć klasične građevinske mehanizacije (bageri, buldozeri, kamioni, grejderi itd.) izbacuje tucanički zastor i ukoliko je to predviđeno projektom vrše se i radovi na donjem stroju pruge. [4]

Demontaža stare rešetke obavlja se pomoću radnog voza koji se sastoji od kрана za polaganje koloseka UK25-28 (prikazano na slici 5.), motorne otvorene vagone MPD-2 (priakazno na slici 6.) i otvorene vagone USO (slika 7.).

Demontaža se obavlja u segmentima kolosečne rešetke dužine 25,2 metra, sa utovarom na kompoziciju.

Montaža koloseka vrši se istom kompozicijom, sa prethodno namontiranim poljima na montažnom placu dužine 25,2 metra sa polovnim šinama, tako što se ispred kрана na pripremljenu trasu spuštaju tako namontirana polja, a onda se vezuju sastavi šina klasičnim kolosečnim vezicama, kako bi kran mogao da pređe preko istih.

Kada se položi kolosek sa polovnim šinama, pomoću ZPK kranova dovlače se i raspoređuju nove šine dužine 120 ili 240 metara, odvijaju se već montirana polja i menjaju se šine.



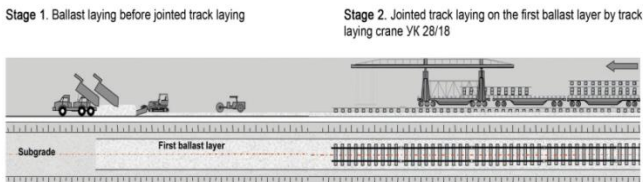
Slika 5. Kran za polaganje koloseka UK 25-28 [4]



Slika 6. Motorni otvoreni vagon MPD-2 [4]



Slika 7. Otvoreni vagoni USO [4]



Slika 8. Šematski prikaz polaganja koloseka kranom UK25-28 [4]

### 5.3. Zamena koloseka pomoću "DESEC" ili motornim portalnim kranovima

Zamena koloseka pomoću portalnih kranova tipa „DONELLI PD350“ i „DESEC“ razlikuje se u upotrebi kranske staze. Za demontažu i montažu koloseka sa „DONELLI PD350“ (slika 9.) kranovima potrebna je izrada kranske staze, dok „DESEC“ (slika 10.) kranovi poseduju gusenice za kretanje i za njih nije potrebna pomoćna staza. Za demontažu se, u zavisnosti od vrste kranova, montira pomoćna kranska staza. Za hidraulične kranove „DESEC“ kranska staza nije potrebna. Polovne šine tipa 49E1, dužine  $L=45\text{m}$  se transportuju i istovaraju direktno na otvorenu prugu. Od istovarenih polovnih šina formira se kranska staza dužine  $L=180\text{m}$  sa obe strane koloseka, širine  $330\text{cm}$  za kretanje motornih portalnih kranova. Postojeći kolosek se autogenim aparatom seče u šinska polja dužine  $L=30-45\text{m}$ , a zatim se šinska polja dižu i utovaraju na prazne plato vagona hidrauličnim kranovima [4].

Montaža koloseka vrši se po završetku izrade prvog sloja zastorne prizme, lakšim buldožerom se dovlače nove šine 49E1, dužine  $L=120$  do  $240\text{m}$  na deo koloseka koji je predviđen za rad, od njih se formira kranska staza sa obe strane koloseka, širine  $330\text{cm}$  za kretanje hidrauličnih samohodnih kranova [4].

Nakon izrade kranske staze, ponovo se dovlači kompozicija korišćena za demontažu i pomoću kranova se spuštaju novi pragovi na trasu na zadato odstojanje. Nakon toga se šine koje su služile za kransku stazu ubacuju u podložne ploče na pragovima specijalnom mašinom za manipulaciju šinama „MPR“ i vezuje se kolosek [4].



Slika 9. Hidraulični motorni portalni kranovi „DONELLI PD350“ [4]

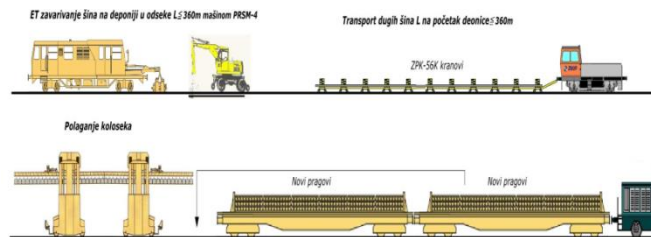


Slika 10. „DESEC“ kranovi za polaganje koloseka i skretnica [4]

Princip rada kranova „DONELI PD 350“ se zasniva na tome da se kolosek koji se remontuje najpre seče na tzv. šinska polja dužine  $30-45\text{m}$  a zatim se ta polja hvataju klješćima portalnog kрана, podižu i zatim transportuju do plato vagona gde se vrši istovar starih šinskih polja.

Kada je u pitanju polaganje koloseka portalnim kranovima „DONELI PD 350“, polaganje se vrši tako što se novi pragovi kače za lance grede kрана a zatim spuštaju na trasu. Nakon spuštanja pragova vrši se otkaćivanje svakog drugog praga, a zatim se kran opet pomera unapred pa se vrši ponovno spuštanje kрана i otkaćivanje ostalih pragova. Na ovaj način se pragovi postavljaju na približnom odstojanju od  $60\text{cm}$ .

Kod primene ove tehnologije nakon polaganja koloseka tj. pragova, vrši se postavljanje šina iz kranske staze na kolosek [4].



Slika 11. Šematski prikaz polaganja koloseka hidrauličnim motornim portalnim kranovima „DONELLI PD350“ [4]

## 6. DUGI TRAK ŠINA

Pod dugim trakom šina (DTŠ) podrazumevaju se šine u koloseku zavarene u dužine veće od  $60\text{m}$ . DTŠ se sastoji iz tri dela: srednjeg, koji je nepomičan i na kome nema dilatiranja i krajnjih delova koji omogućuju dilatiranje DTŠ, tzv. "dišućci delovi" DTŠ [2].

DTŠ se može završiti na dva načina:

- kočenjem (blokiranjem) klasičnih sastava na krajevima DTŠ pomoću sprava protiv putovanja šina;
- dilatacionim spravama [2].

## 7. OPIS POSTOJEĆEG STANJA GORNJEG STROJA PRUGE

Sa dužinom od 17,2 kilometara pruga između Petrovaradina i Beočina jedan je od najkraćih pružnih pravaca koji je imala naša železnica, a od 2016. godine o ovoj pruzi se i zvanično govori u prošlom vremenu jer je Infrastruktura železnice Srbije a.d. donela konačnu odluku o njenom ukidanju. Pruga je izgrađena 1908. godine i puštena u javni saobraćaj 11.12.1908. godine.

Dužine je 17,2 km i na njoj postoje službena mesta Sremska Kamenica Tov, Ledinci i Beočin. Minimalni radijus krivine je 400 m a maksimalni uspon je 23 promila između stanica Petrovaradin i stanice Sremska Kamenica. Pruga se sa 82 m iz stanice Petrovaradin, penje na 135,1 m u stanici Sremska Kamenica da bi se u stanici Ledinci spustila na 80,2 m a do Beočina popela na 82,5 m.

Pruga je početkom 2007. godine, nakon 99 godina upotrebe, zatvorena za saobraćaj.



Slika 12. Pruga Petrovaradin - Beočin zarasla u trnje

Međutim, njeno napuštanje je počelo mnogo ranije – putnički saobraćaj na njoj je ukinut još 1965. godine, dok se teretni, uglavnom za potrebe beočinske cementare i ponekad vojske, odvijao sa manjim prekidima sve do 2006. U prethodnih desetak godina, u nekoliko navrata je najavljivana njena revitalizacija – pominjalo se i uvođenje turističkih tura, dok je beočinska cementara u nekom momentu čak izrazila spremnost da zajedno sa Infrastrukturu železnice Srbije a.d. učestvuje u njenoj rekonstrukciji kako bi se ponovo uveo teretni saobraćaj.

Tokom 2018. godine urađeno je *Idejno rešenje za transformaciju rekonstrukcijom železničke pruge petrovaradin – beočin u zelenu stazu*. Cilj izrade Idejnog redefiniša jeste definisanje koncepcije objekata infrastrukture „zele- ne staze“ za pešački i biciklistički saobraćaj, koji treba da se formiraju transformacijom, odnosno rekonstrukcijom objekata postojeće javne železničke pruge Petrovaradin-Beočin u „zelenu stazu“ Petrovaradin-Beočin.

## 7. OSNOVNI USLOVI ZAPRISTUP ŽELEZNIČKOJ INFRASTRUKTURI

Železnički prevoznik je privredno društvo, drugo pravno lice ili preduzetnik koji obavlja prevoz putnika i/ili robe i koji obezbeđuje vuču vozova ili koji isključivo pruža uslugu vuče vozova ili manevrisanja ili koji obavlja prevoz za sopstvene potrebe [8].

Železnički prevoznik može da obavlja saobraćaj na železničkoj infrastrukturi IŽS na osnovu:

- važeće licence za prevoz na infrastrukturi, koju izdaje Direkcija za železnice (dalje u– tekstu DŽ),
- važećeg sertifikata o bezbednosti za prevoz u železničkom saobraćaju,

- dodeljenog kapaciteta – trase i ugovora o korišćenju javne železničke infrastrukture, koji je zaključen sa upravljavcem infrastrukture [9].

## 8. ZAKLJUČAK

U ovom radu smo se upoznali sa osnovnim elementima gornjeg stroja pruga kao i sa njihovom ulogom, postupcima za održavanje i zamenu elemenata u toku eksploatacije pruge. U radu je opisan postupak remonta koloseka odnosno pruge, od demontaže koloseka, polaganja novog koloseka, mašinskog rešetanja i regulisanja koloseka, uzdizanja zastorne prizme, zavarivanja šina u dugi šinski trak kao i otpuštanje dugog šinskog traka. Upoznali sa deformacijama koloseka, postupcima, kao i mašinama koje se koriste prilikom otklanjanja tih deformacija. U radu je opisana pruga Petrovaradin-Beočin sa svojim osnovnim eksploatacionim karakteristikama kao i izbor tehnologije za njen remont. Da bi se obezbedila zadovoljavajuća bezbednost prilikom odvijanja železničkog saobraćaja, potrebno je voditi računa o stanju donjeg i gornjeg stroja. Naročito je potrebno voditi računa o stanju gornjeg stroja jer njegovo stanje direktno utiče na period eksploatacije. Zbog toga je potrebno da se spreči prodor sitnih čestica u gornji stroj odnosno zastor od kamena, da se obezbedi dobro odvodnjavanje jer usled slabog odvodnjavanja dolazi do smrzavanja atmosferske vode i do kontaminacije zastora.

Sa razvojem mašina za regulisanje koloseka po smeru i niveleti i regulisanje skretnica i ukrštaja (‘‘podbijačica’’) omogućilo se brzo i efikasno uređenje i održavanje neophodne geometrije koloseka.

## 9. LITERATURA

- [1] – Bojan Matić, Milan Marinković Gornji stroj i održavanje železničkih pruga, Stanislav Jovanović, , Novi Sad 2017. godine;
- [2] – Pravilnik o tehničkim uslovima i održavanju gornjeg stroja železničkih pruga (‘‘Sl. Glasnik RS’’, br.39/2016 i 74/2016);
- [3] – Dr Miloš Ivić, Železničke pruge i stanice, Beograd, 2005;
- [4] – Tehnologija izvođenja radova na remontu gornjeg stroja pruge Rakovica – Mala Krsna – Velika Plana od km 70+264,26 do km 99+715,78, Master rad, Nikola Arsenović, Subotica 2019. godine;
- [5] – <https://www.geismar.com/products/rail-threader-mpr/?lang=en>;
- [6] – [http://srbcargo.rs/wp-content/uploads/2017/06/karakteristike\\_kolaF.pdf](http://srbcargo.rs/wp-content/uploads/2017/06/karakteristike_kolaF.pdf);
- [7] – Organizacija železničkog saobraćaja, Gordan Stojić, Novi Sad 2018. godine;
- [8]– Zakon o bezbednosti u železničkom saobraćaju (‘‘Sl. Glasnik RS’’, br.41/2018);
- [9]– Izjava o mreži, Infrastruktura železnice Srbije, red vožnje 2019/2020.

### Kratka biografija:



**Dalibor Pešić**, rođen u Leskovcu 1991. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja – Bezbednost železničkog saobraćaja.

## ELEMENATI ANIMACIJE ZA UČITAVANJE E-SADRŽAJA ELEMENTS OF PRELOADING ANIMATION

Selena Mijatović, Gojko Vladić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

### Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

**Kratak sadržaj** – U ovom radu su predstavljen proces izrade animacije za učitavanje e-sadržaja. Analizirani su sastavni elementi kako različite vrste, vizualni elementi, dinamičnost animacija za učitavanje utiču na posmatrača i njihovu percepciju. Ove animacije imaju veliki značaj za obezbeđivanje prijatnijeg korišćenja internet sadržaja koji zahtevaju duže vreme učitavanja.

**Ključne reči:** Animacije za učitavanja, posmatrač, percepcija

**Abstract** – This paper presents process of web preloading animation creation, with analysis how different types, visual elements, dynamics of loading animations affect users and their perception. This type of animation have important role in comfortable usage of web content which requires longer loading times.

**Keywords:** Loading animations, user, perception.

### 1. UVOD

U današnjem svetu, upotreba mobilnih aplikacija i internet sajtova je postala svakodnevica, često i neophodnost. Neki od sadržaja koji se isporučuju korisnicima zahtevaju prenos velike količine podataka. Potreba za prenosom velike količine podataka u kombinaciji sa ograničenom brzinom prenosa podataka prouzrokuje čekanje da se podaci prikažu.

Do sličnog čekanja dolazi i ukoliko uređaj obrađuje podatke sa ograničenim hardverskim resursima. Kako bi korisniku bilo olakšano čekanje učitavanja aplikacije ili sajta, određeni elementi grafičkog korisničkog interfejsa se mogu upotpuniti animacijama. Budući da su aplikacije uključene u sve segmente okruženja, važno je istražiti korisničko iskustvo u dizajniranju animacije.

Stvaranje korisničkog interfejsa mora biti zasnovano na analizi i potrebama korisnika. Animacija za učitavanje se koristi u cilju da informiše korisnika o napretku učitavanja aplikacije ili veb stranice i da zabavlja korisnike. Na ovaj način se jača upotrebljivost i pozitivno korisničko iskustvo. Dobro dizajnirana animacija, privlači pažnju korisnika i smanjuje doživljeno vreme čekanja, a može se iskoristiti u svrhu brendiranja.

Cilj rada jeste da predstavi različite pristupe dizajnu animacija za učitavanje e-sadržaja.

### NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Gojko Vladić, vanr. prof.

### 2. ANIMACIJE ZA UČITAVANJE

Animacije za učitavanje e-sadržaja, popularno zvani preloaderi, su jednostavne ili složene animacije koje se koriste da odvuku pažnju posetioca dok operacije servera završe obradu.

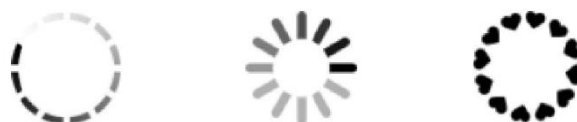
Predstavljaju važne elemente interfejsa koji korisnicima daju do znanja da se odvija preuzimanje ili obrada podataka i u nekim slučajevima koliko je ukupno vreme trajanja ili koliki deo procesa je izvršen.

#### 2.1. Vrste animacija za učitavanje

Postoji mnogo vrsta, a unutar svake vrste animacija mogu se dodatno definisati i varijacije. Predominantne opcije za povratnu informaciju o korisničkom interfejsu o učitavanju sadržaja su trake napretka, učitavanje spinner-a i skeletni ekrani.

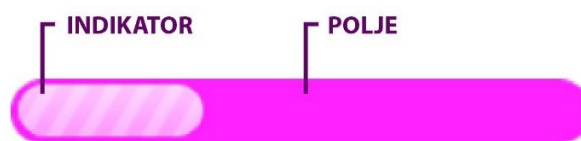
##### 2.1.1. Progres bar

Indikator napretka je element interfejsa komandne linije, tekstualnog korisničkog interfejsa ili grafičkog korisničkog interfejsa koji treba da obavesti korisnika da je operacija u toku. Kategorisani su u različite oblike, kružne i linearne. Kružni indikatori napretka, spinneri ili beskonačne, loop, animacije, prikazuju napredak animirajući indikator duž nevidljive kružne staze u smeru kazaljke na satu (slika 1.). Obično se primenjuju na interfejse kada vreme učitavanja nije poznato [1].



Slika 1. Kružni indikatori napretka

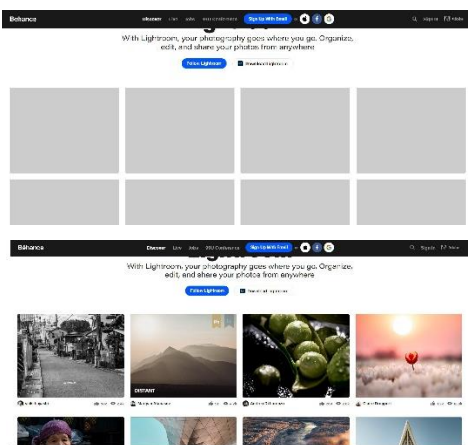
Linearni indikatori napretka prikazuju napredak animirajući indikator duž dužine fiksne, vidljive numere. Ponašanje indikatora zavisi od toga da li je napredak procesa poznat. Elementi linearnog indikatora su prikazani na slici 2 [2].



Slika 2. Linearni indikator napretka- elementi

### 2.1.2. Skeletni ekrani

Skeletni ekrani omogućavaju inkrementalni napredak u učitavanju interfejsa. Skeletni ekran, primer prikazan na slici 2, omogućava korisnicima da uoče da je učitavanje interfejsa postepeno, što znači da se interfejs prikazan na primeru, behance-a, prvi predstavlja, a potom se učitani sadržaj postepeno prikazuje na ekranu. To je još jedan način da se skrene pažnja na vreme čekanja i usredsredi na napredak na ekranu [3].



Slika 3. Behance- prikaz skeletnog učitavanja

## 2.3. Prethodna istraživanja preloader animacija

### 2.3.1. Tri važna ograničenja

U istraživanju Jakob Niselsen-a iz 1993. godine, ustanovljeno je da postoje tri glavna vremenska ograničenja, koja su određena perceptivnim sposobnostima čoveka, koje je potrebno imati na umu tokom optimizacije veb-a i performansi aplikacija [4].

- 0,1 sekunda govori o ograničenju da korisnik oseća da sistem reaguje trenutno, što znači da nisu potrebni posebni povratni podaci osim za prikazivanje rezultata.
- 1,0 sekundi govori o ograničenju da korisnikov tok misli ostane neprekidan, iako korisnik primeti kašnjenje. Obično nisu potrebne posebne povratne informacije tokom odlaganja dužeg od 0,1 do manje od 1,0 sekunde, ali korisnik gubi osećaj rada direktno na podacima.
- 10 sekundi je približno ograničenje za usmeravanje pažnje korisnika na dijalog. Za duže odlaganje korisnici će želeti da obavljaju druge zadatke dok čekaju da se obrada završi, pa im treba dati povratnu informaciju koja će naznačiti kada se očekuje da će obrada biti završena. Povratne informacije tokom odlaganja su posebno važne, pogotovo ako je vreme odziva promenljivo, jer korisnici tada neće znati šta da očekuju [5].

### 2.3.2. Animacija za pažnju i razumevanje

U istraživanju Aurore Harley iz 2014. godine ustanovljeno je da su elementi koji se pomeraju snažno sredstvo za privlačenje pažnje korisnika. Prilikom dizajniranja animacije neophodno je razmotriti njen cilj, učestalost pojavljivanja i mehaniku.

Pre dodavanja animacija na veb stranicu ili aplikaciju, treba proveriti da li su njihov cilj i svrha dobro definisani. Prilikom izbora animacije treba razmisliti o sledećim pitanjima:

- Pitanja vezana za pažnju korisnika: Gde bi inače pažnja korisnika bila usmerena u vreme kada se pojavljuje animacija?
- Koji je cilj animacije: Da privuče pažnju korisnika: Da li je predmet animacije nešto što korisnik mora primetiti ili da mu ukaže na radnju koju bi trebalo da izvrši? Pokazati kontinuitet u tranziciji između stanja objekta? Navesti odnos između objekata koji su već u fokusu korisnika?
- Učestalost animacije: Koliko često će se jedan korisnik susretati sa njom tokom jedne sesije?
- Mehanika animacije: Da li je direktno uzrokovano radnjom korisnika? Indirektno aktivirano (pri učitavanju stranice, dok se krećete, ili neke druge nepovezane aktivnosti) [6]?

### 2.3.3. Izvođenje UX animacija: trajanje i karakteristike pokreta

Zaključak istraživanja Page Laubheimer iz 2020. godine je da su sitni detalji važni, jer je animacija područje dizajna korisničkog interfejsa gde će desetina sekunde napraviti veliku razliku u korisničkom iskustvu. Korisnici će možda ceniti animaciju jer poboljšava mogućnost učenja korisničkog interfejsa i dodaje luksuzni i složen osećaj dizajnu. Greška od pola sekunde (ili čak desetinu sekunde), može da dovede do osećaja neskladnosti i neugodnosti.

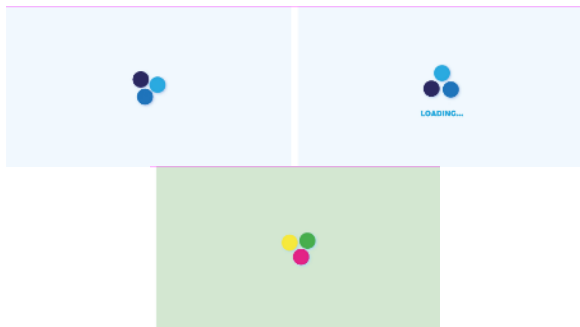
Zato je potrebno posvetiti posebnu pažnju dizajnu bilo koje animacije da bi se mogla korigovati i da bi se specifikacija dostavila dovoljno jasno [7].

## 3. PRAKTIČNI DEO RADA

Na osnovu prethodnih saznanja kreirano je 7 različitih vrsta animacija kod kojih su za jednu vrstu urađene varijacije boje i dodat tekst koji obaveštava korisnike da se izvršava zadatak u pozadini što predstavlja ukupno 17 različitih animacija, od jednostavnih spinner-a, loop animacija do kompleksnijih 3D animacija koje se ne ponavljaju.

### 3.1. Beskonačna jednostavna 2D animacija

Beskonačna, loop, animacija neodređenog tipa kreirana kao klasična loading animacija kakva se može sresti u primeni prilikom učitavanja različitog sadržaja koji ne zahteva dugo vreme učitavanja. Budući da se ovaj tip animacije ponavlja, broj ponavljanja ne sme biti takav da korisnik izgubi pažnju, odnosno primeti da čeka produženi period vremena. U okviru ove grupe animacija koji karakteriše jednostavnost, moguće je menjati boju elemenata ili dati dodatne informacije o procesu koji se odvija u pozadini. Na slici 4. su prikazane tri animacije koje se razlikuju po boji i dodatnom ispisu da se zadatak izvršava u pozadini kako bi korisnik znao da aplikacija nije blokirala.

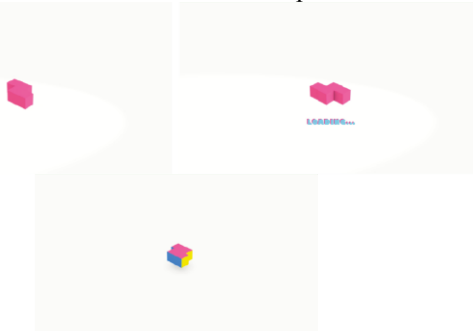


Slika 4. Primer beskonačne jednostavne animacija 2D oblika i jednostavnim kretanjem

Prikazani primer 2D animacije je napravljen korišćenjem aplikacije Adobe After Effects. Dizajn sa kružnim oblicima koji je dato takođe kružno kretanje je jednostavan, intuitivan i efikasan za kratkoročno okupiranje pažnje.

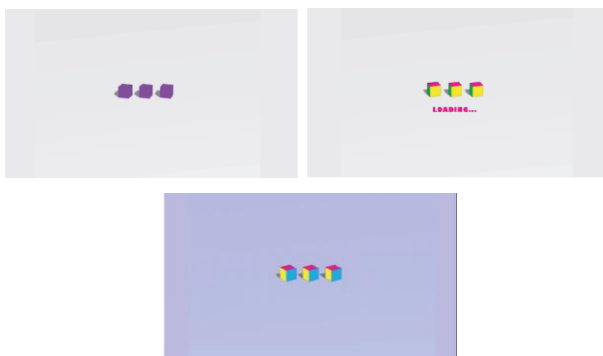
### 3.1.2. Beskonačna jednostavna 3D animacija

Na slici 5. prikazane su loop animacije predstavljene kroz kretanje 3D oblika u 3D prostoru koji bi po pretpostavci trebao da bude interesantniji od prethodnog primera. Dizajn je jednostavan i predstavlja uklapanje kocki koje menjaju mesto i boje se stapaju u tom prelazu. Na slici 5. su prikazane tri animacije koje se razlikuju po boji i dodatim ispisu da se zadatak izvršava u pozadini.



Slika 5. Primer beskonačne jednostavne animacija 3D oblika i jednostavnim kretanjem

Dalje je moguće povećavati kompleksnost animacije kocki sa nestajanjem jedne kocke koja se pojavljuje nakon pomeranja preostale dve na drugu poziciju, slika 6. 3D animacije su kreirane korišćenjem Adobe After Effects aplikacije, koja omogućuje 3D modelovanje i animaciju ograničene složenosti.



Slika 6. Slika 5. Primer beskonačne animacija 3D oblika i složenim kretanjem

Animacije kompleksnošću elemenata koji su korišćeni kao i složenošću kretanja koje ti elementi vrše angažuju

više pažnje za tumačenje, što dalje znači da se mogu koristiti za operacije koje traju duže vreme.

### 3.1.3. 2D animacije sa razvijenim likovima i radnjom

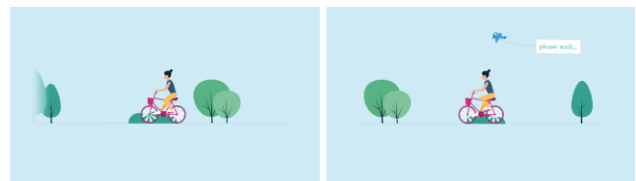
Animacije sa razvijenim likovima i radnjom mogu takođe varirati u svojoj složenosti od korišćenja prepoznatljivog lika sa jednostavnom radnjom do osmišljavanja cele radnje. Ovde je bitno da sadržaj i poruka ostanu jednostavni i vezani za proces koji se odvija u pozadini. Primer prikazan na slici 7 gde pas iz stojeće pozicije kreće počinje da trči kada krene učitavanje sadržaja. Ovo je takođe loop animacija, ali daleko kompleksnija od prethodnih primera. Animacija može biti dopunjena dodatnim elementima, trakom napretka (slika 7.1) ili može da sadrži tekst "Please wait..." (slika 7.2).

U odnosu na prethodne animacije, naredne animacije sa likovima bi trebalo da daju bolje rezultate zato što imaju više detalja koji se pokreću, više boja i koriste se objekti koji bi trebali da izazovu neke emocije kod čoveka, kao što je u ovom slučaju upotrebljena figura kućnog ljubimca - psa.



Slika 7. Animacija sa likom Traka napretka 7.1; tekst "Please wait..." 7.2

Animacija sa razvijenom radnjom predstavlja devojku koja vozi bicikl, ulazi u park sa drvećem na početku i na kraju učitavanja izlazi iz parka. Proizvedena je i varijacija sa porukom "Please wait..." koji na scenu donosi ptica koja doleće, i na kraju animacije izleće sa scene. Animirana devojka na biciklu po pretpostavci je veoma efikasna da privuče pažnju korisnika i smanji nestrpljivost u čekanju.



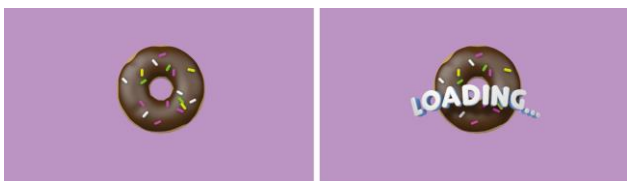
Slika 8. Levo- animacija 5.1; Desno- animacija 5.2

Prikazane animacije su kreirane korišćenjem Adobe After Effects aplikacije.

### 3.1.6. Kompleksne 3D animacije

Za razliku od jednostavnih 3D animacija složene 3D animacije se izrađuju pomoću specijalizovanih aplikacija za 3D modelovanje i animaciju. Korišćenjem aplikacije Cinema 4D izrađena je loop animacija krofne koja se pojavljuje i nestaje se dok se sadržaj učitava. Izrađene su varijante sa i bez teksta "Loading..." obe varijante su prikazane na slici 9. Ovakvo rešenje je primenjivo za sajt poslastičarnice ili firme slične branše budući da svojim sadržajem doprinosi komunikaciji sa posmatračem i podržava brend. Upotreba 3D tehnologije poboljšava vizuelni efekat i korisničko iskustvo i tako izaziva

pozitivne emocije i podstiče posmatrača na akciju, bila ona dalje pregledanje sadržaja ili kupovina proizvoda.



Slika 9. Primer kompleksne 3D loop animacije

Kao primer najkompleksnije 3D animacije prikazana je izgradnja grada, gde se polako segment po segment popunjava prostor grada sve do kreiranja parkinga, sa kojim se popunjava ceo predviđen prostor, dok se na putu mogu videti automobili u pokretu. Ove animacije imaju mnogo detalja koje bi trebalo da drže pažnju u toku dugotrajnog učitavanja, jer su svi elementi koji se grade drugačiji i nema ponavljanja, već kada je grad kompletna i ceo prostor popunjen učitavanje je završeno.



Slika 10. Primer kompleksne 3D animacije bez ponavljanja

#### 4. ZAKLJUČAK

Uzimajući u obzir kompleksnost procesa koje uređaju obavljaju i vremena potrebnog za obavljanje tih procesa neophodno je obezbediti aktivnost posmatrača kako bi se zadržala pažnja. Korišćenje animiranog sadržaja u cilju zadržavanja pažnje može biti presudno kako bi korisnik ostao zainteresovan uprkos čekanju.

Raznolikost tehnologija koje se mogu iskoristiti za izradu animacija, ako i mnoštvo mogućnosti u složenosti animacije, načina predstavljanja informacija korisnih posmatraču daje dobar arsenal alata kako bi se ovaj zadatak uspešno obavio. Primeri prikazani u ovom radu predstavljaju tipične predstavnike različitih grupa animacija adekvatnih za različite namene.

Prilagođavanjem sadržaja i korišćenih elemenata moguće je proizvesti animacije za učitavanje e-sadržaja koje mogu olakšati čekanje, ali isto tako mogu i unaprediti komunikaciju sa posmatračem adekvatnim izborom sadržaja.

#### 5. LITERATURA

- [1] <https://medium.com/flawless-app-stories/everything-you-need-to-know-about-loading-animations-10db7f9b61e> (pristupljeno u julu 2020.)
- [2] <https://material.io/components/progress-indicators> (pristupljeno u julu 2020.)
- [3] <https://uxdesign.cc/understanding-loading-animation-types-and-its-application-e41ba914b847> (pristupljeno u julu 2020.)
- [4] J. Nielsen, Usability Engineering, 1993
- [5] Card, S. K., Robertson, G. G., Mackinlay, J. D. The information visualizer: An information workspace. Proc. ACM CHI'91 Conf. pp.181-188. 1991
- [6] <https://www.nngroup.com/articles/animation-usability/> [Pristupljeno 5.7.2020.]
- [7] <https://www.nngroup.com/articles/animation-duration/> (pristupljeno u julu 2020.)

#### Kratka biografija:



**Selena Mijatović** rođen je u Sremskoj Mitrovici 1994. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Grafičko inženjerstvo i dizajn odbranila je 2020.god.  
kontakt: selenamijatovic94@gmail.com

**Dr Gojko Vladić**, doktorirao je 2013. godine, vanredni profesor na departmanu za grafičko inženjerstvo i dizajn, Fakultet tehničkih nauka.

**UTICAJ DIZAJNA U DIGITALNOM MARKETINGU NA PRIMERU PROFILA ZA DEPARTMAN GRID****THE INFLUENCE OF DESIGN IN DIGITAL MARKETING ON THE EXAMPLE OF PROFILES FOR THE GRID DEPARTMENT**

Jovan Živković, Gojko Vladić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – DIGITALNI MARKETING**

**Kratak sadržaj** – *Digitalni marketing je veoma bitan za svaki brend. Važnost dizajna i digitalnog marketinga pri nastupu na društvenim mrežama predstavljena je u sklopu rada. U ovom radu predstavljena je strategija nastupa na društvenim mrežama za profil departmana za grafičko inženjerstvo i dizajn, koja je utvrđena na osnovu teorijskih osnova navedenih u teorijskom delu rada, kao i nizom istraživanja u praktičnom delu rada. Strategija nastupa na društvenim mrežama vršena je za dve vodeće društvene mreže Facebook i Instagram.*

**Ključne reči:** *Dizajn, marketing, društvene mreže, strategija.*

**Abstract** – *Digital marketing is very important for every brand. The importance of design and digital marketing when appearing on social media is presented in the paper. This paper presents the strategy of appearance on social media for the profile of Department of Graphic Engineering and Design, which is determined on the basis of the theoretical foundations listed in the theoretical part of the paper, as well as a series of researches in the practical part of the paper. The strategy of appearing on social media was performed for the two leading social medias, Facebook and Instagram.*

**Keywords:** *Design, marketing, social media.*

**1. UVOD**

Društvene mreže su interaktivne kompjuterski posredovane tehnologije koje olakšavaju stvaranje ili deljenje informacija, ideja, zanimanja i drugih oblika izražavanja putem virtuelnih zajednica i grupa. Društvene mreže su uglavnom različite i baziraju se na različitim sadržajima, ali jedina stvar koja ih povezuje jeste da se ne mogu koristiti bez prisustva Interneta [1].

Društvene mreže predstavljaju bilo koji digitalni alat koji omogućava korisnicima da brzo stvaraju i dele sadržaje sa javnošću. Postoje različite vrste društvenih mreža i svaka od njih ima određenu vrstu sadržaja koji se na njima deli. Društvene mreže imaju širok spektar vrsta i podvrsta i predstavljaju nov način komunikacije 21. veka [1].

Strategija nastupa na društvenim mrežama predstavlja dokument koji se sastoji od niza istraživanja i pregleda

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Gojko Vladić, vanr. prof.**

trenutnog stanja brenda i prikaza elemenata kojima se oni mogu unaprediti. U strategiji nastupa moraju se nalaziti: Opis i predstavljanje klijenta, tačnije brenda za koji se strategija vrši, zatim analiza tržišta, istraživanje konkurencije, prikaz ciljne grupe, mesečni plan objava, predstavljanje načina i tona komunikacije sa klijentima, predstavljanje vizuelnog identiteta klijenta i prikaz strategije i evaluacija ciljeva za određeni vremenski period.

Ovaj rad razmatra trenutno stanje departmana za grafičko inženjerstvo i dizajn i predstavlja način poboljšanja profila na društvenim mrežama kroz kreiranu strategiju nastupa u sklopu koje je prikazan i mesečni plan objava za naredni period.

**2. POJAM DRUŠTVENIH MREŽA**

Društvene mreže su u današnje vreme jedan od najboljih oblika promocije, prodaje, davanja informacija i komunikacije u svetu. Zbog toga je prezentovanje i promovisanje samog brenda jedno od ključnih stvari na društvenim mrežama što je moguće postići dobrom strategijom nastupa. Društvene mreže pružaju neverovatno širok spektar mogućnosti u komunikaciji i dostavljanju informacija krajnjim korisnicima. Ovo se pored dobro osmišljene strategije postiže i dobrim dizajnom. Dosta istraživanja kazuju na to da je ljudima privlačnije da „prate” profile sa lepim dizajnom nego one profile koji nepregledno daju informacije i samim tim dovode do nezadovoljstva krajnjih korisnika [2].

Neke od najpoznatijih društvenih mreža su: Facebook, Instagram, Twitter, TikTok, YouTube, Snapchat i Reddit.

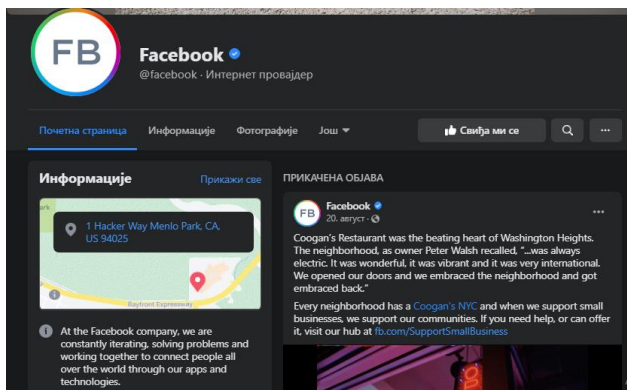
**2.1. Facebook**

Facebook predstavlja trenutno najpoznatiju društvenu mrežu u svetu. Pokrenuta je 2004. godine od strane 5 studenata koji su tada bili na univerzitetu Harvard-u.

Najpoznatije ime koje stoji iza Facebook društvene mreže je Mark Zuckerberg, koji je jedan od glavnih lica koja su pokrenula ovu društvenu mrežu.

Prvih godina Facebook nije bio izuzetno popularna društvena mreža, ali se smatra jednom od prvih koja je zavladała među mnogima u svetu [3].

Društvena mreža Facebook se od svog nastanka do sada menjala i unapređivala u skladu sa trendovima i aktuelnostima u svetu, pa se samim tim danas, skoro dve decenije nakon osnivanja na njoj nalaze razni alati koje je moguće koristiti i to: kreiranje objava (slika i video zapisa), igranje igara, snimanje videa uživo, komentarisane objave i označavanje objava opcijom „svida mi se“, kreiranje stranica, kreiranje grupa, deljenje sadržaja koji su drugi korisnici objavili i slično. Izgled interfejsa društvene mreže Facebook prikazan je na sl. 1.



Slika 1. Interfejs društvene mreže Facebook

## 2.2. Instagram

Instagram predstavlja jednu od najpopularnijih društvenih mreža među mladim ljudima u svetu. Instagram je društvena mreža na kojoj korisnici mogu da dele svoje fotografije ili video sadržaje. Nastala je 2010. godine kada je mogućnost korišćenja imalo samo malo korisnika koji su imali IOS operativni sistem na telefonu. Tek 2012. godine, Instagram postaje podrživ i na Android Smart telefonima i kreće ka neverovatnom rastu. U početku, ni sami Android telefoni nisu bili od izuzetnog kvaliteta, pa je i Instagram sam po sebi bio društvena mreža za deljenje fotografija i videa koji su bili u dosta lošoj rezoluciji. Međutim, godinama kasnije kako se tehnika razvijala Instagram postaje mesto koje otvara nove mogućnosti u vidu samog sadržaja i mogućnosti koje se mogu koristiti na njoj. Danas Instagram broji oko 1 milijarde prijavljenih profila [4].

Ime Instagram nastalo je od reči INSTANT i TELEGRAM što predstavlja brzo deljenje. Zamisao je da se na brz način podele fotografije i video zapisi na ovoj društvenoj mreži.

Do 2015. godine Instagram društvena mreža se dosta menjala i unapređivala, kao i društvena mreža Facebook, s toga danas postoje razne alatke kojima se može deliti sadržaj na ovoj društvenoj mreži. Neke od alatki koje se mogu koristiti na društvenoj mreži Instagram su: Deljenje slika i video zapisa, mogućnost praćenja drugih profila, mogućnost deljenja sadržaja sa drugih profila, komunikacija putem poruka, story opcija za postavljanje fotografija i video zapisa koji treju 24h, mogućnost komentarisane objave i drugo. Na slici 2 prikazan je izgled Instagram interfejsa [5].



Slika 2. Interfejs društvene mreže Instagram

## 2.3. Strategija nastupa na društvenim mrežama

Strategija nastupa na društvenim mrežama predstavlja plan za sprovođenje aktivnosti koje se tiču prezentacije brenda i komunikacije na društvenim mrežama. Društvene mreže i marketing na njima su moćno oružje u rukama svakog biznisa, u pokušaju da zadobije što veći broj klijenata. Dobra strategija za društvene mreže može da donese veliki uspeh biznisu, stvarajući verne pristalice brenda. Takođe može doneti potencijalne nove klijente i konverzije. Dobro definisana strategija može dovesti do mnogo novih klijenata i time doprineti samom brendu [6].

## 3. ISTRAŽIVANJE

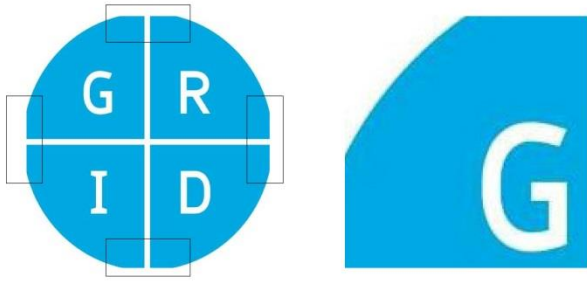
Prvi korak u istraživanju je sagledavanje trenutne situacije sa profilom departmana za grafičko inženjerstvo i dizajn. Trenutno stanje predstavlja osnovu za početak istraživanja kako bi se sagledala trenutna pozicija na društvenim mrežama i kako bi smo uporedili krajnji rezultat dobijen strategijom nastupa i početni utvrđeni. Razlika koja se dobija presekom nakon određenog vremenskog perioda između poslednje i prve objave u mesečnom planu objava daje podatke o napretku profila.

### 3.1. Trenutno stanje

Trenutno stanje profila za departman GRID vršeno je na osnovu Facebook profila, obzirom na to da Instagram profil tek treba kreirati. Presek trenutnog stanja pratilaca na Facebook profilu na dan 16.08.2020. je 1618 pratilaca. Ovaj broj sklon je porastu početkom oktobra 2020. godine pri dolasku novih studenata.

Što se samog profila tiče, primećuje se da su profilna i naslovna fotografija zastarele pa ih je potrebno zameniti. Naime, proteklih godina Facebook kompanija utvrdila je nove dimenzije fotografija i to za profilnu 1080x1080px a za naslovnu fotografiju 820x320px, pa je ove dve fotografije neophodno zameniti onima u adekvatnoj rezoluciji.

Na slici 3 prikazani su problemi sa trenutnom profilnom fotografijom a to su odsečene ivice i uočljiva kompresija slike.



Slika 3. Problemi sa trenutnom profilnom slikom

Prosečan broj sviđanja po objavi iznosi 10 do 50 sviđanja što je prilično nizak broj. Kao profil koji ima preko 1500 pratilaca ove brojke moraju biti znatno veće. S tim u vezi, kada nema kvalitetnih objava ili objava koje se tiču departmana poput događaja, studentskih radova, izložbi, obaveštenja i slično, moguće je uvođenje nove opcije, a to su zanimljivosti ili kviz opcija kojom se mogu predstaviti predmeti na smeru i samim tim doprineti učenju studenata kroz edukativan sadržaj i zanimljiv pristup.

U praksi se pokazalo da su zanimljivosti veoma dobar način za rešavanje problema interakcije sa pratiocima. One služe da bi kroz zanimljiv sadržaj i kreativan opis prenele znanje i edukovale pratioce profila. Takođe, postoje i takozvane „šok zanimljivosti“ koje uvek daju veliku interakciju pratilaca i dovode do porasta samog profila. „Šok zanimljivosti“ predstavljaju sadržaj zanimljivog karaktera, ali takav da pratioci ne očekuju tu vrstu sadržaja na određenom profilu. Prikaz objave iz oblasti „zanimljivosti“ prikazan je na slici 4.



Slika 4. Primer objave iz oblasti „zanimljivosti“

### 3.2. Konkurencija

Konkurenti na tržištu predstavljaju veoma bitan aspekt pri kreiranju strategije nastupa. Oni nam govore kako su konkurentski brendovi pozicionirani na društvenim

mrežama. Konkurencijom se smatraju svi profili koji su iste ili slične tematike u manjoj ili većoj meri mogu zaseniti drugi profil brenda. Karakteristična stvar za sve konkurente je da imaju uvek istu ili sličnu ciljnu grupu. Kao konkurente departmana za grafičko inženjerstvo i dizajn smatraju se obrazovne ustanove istog ili sličnog profila.

Konkurenti imaju veliku prednost na društvenim mrežama u odnosu na departman za grafičko inženjerstvo i dizajn zbog toga što Instagram profil GRID nije aktivan u prethodnom periodu. Kako bi se pregled celokupne konkurencije predstavio neophodna je i Benchmark analiza.

Benchmark analiza predstavlja pregled svih profila u jednoj tabeli gde se ocenjivanjem od 1 do 5 i konačnim sabiranjem dobijaju podaci o poziciji i kvalitetu profila na društvenim mrežama. U tabeli 1 prikazana je Benchmark analiza svih konkurenata.

Tabela 1. Benchmark analiza konkurenata

	FB	IG	Vizuelni identitet	Ocena	Rang
FTN	3	2	1	6	5.
Akad. NS	4	3	3	10	2.
Akad. BG	3	3	2	8	3.
GRID	3	-	4	7	4.
Forma	3	3	5	11	1.

### 3.3. Ciljna grupa

U cilju dobijanja tačnih podataka o ciljnoj grupi vršena je online anketa, koja je pokazala da su najuža ciljna grupa studenti GRID departmana kao i zaposleni na departmanu.

Takođe, pri definisanju ciljne grupe za potrebe profila na društvenim mrežama uvek se mora uzeti u obzir 1% ostalih korisnika koji se mogu naći u kontaktu sa profilom tako da se mora voditi računa i o zanimljivom sadržaju koji se tiče njih.

### 4. PLANIRANJE

U fazi planiranja predstavlja se plan toka razvijanja profila kao i plan objavljivanja narednih objava. Obzirom na to da departman za grafičko inženjerstvo i dizajn nema Instagram profil, prvi korak je kreiranje istog. S obzirom da Instagram profil nema pratilaca pregled napretka profila će biti jasno vidljiv kroz određeni period.

Kako Facebook nalog departmana ima preko 1500 pratilaca, smatra se da će jednom objavom i to najavom otvaranja Instagram profila, Instagram profil dobiti jednu trećinu pratilaca kroz nekoliko dana. Primer objave kojom bi se najavilo otvaranje Instagram profila i poziv za praćenje prikazan je na slici 5.



Slika 5. Prikaz objave kojom se poziva na praćenje

#### 4.1. Ciljevi

Postoje dve vrste definisanja ciljeva, a to su opšti ciljevi i specifični ciljevi. Opšti ciljevi su pretežno kvalitativnog karaktera, dok su specifični ciljevi kombinacija kvalitativnih i kvantitativnih ciljeva. Kvantitativni ciljevi (konkretan broj pratilaca, reach-a, engagement-a, klikova ka sajtu itd. ) se uglavnom definišu nakon određenog vremenskog perioda (uglavnom je to period od 3 meseca) što predstavlja period testiranja ciljne grupe.

Opšti ciljevi koji se mogu definisati su: kreiranje Instagram profila, objavljivanje vizuelno dopadljivih objava, češće objavljivanje, unapređenje kvaliteta objava, podizanje interesovanja studenata i potencijalnih studenata za GRID departman, predstavljanje predmeta koji studente očekuju na departmanu, edukacija, povećanje obima informacija i pozicioniranje GRID departmana kao veoma snažnog smera. Takođe, u praksi se pokazalo da je predstavljanje zaposlenih i radova na smeru (u ovom slučaju studentskih radova) veoma bitno, pa se preporučuje i objavljivanje ove vrste informacija. Kod pratilaca profila javlja se tzv. životni ciklus pratilaca gde se javljaju 4 faze, a to su promena, privikavanje, prepoznavanje i konverzija.

Najvažniji korak je dovesti pratioce do faze konverzije, jer tada postaju verni brendu i ostaju na profilu dugi vremenski period.

#### 5. EVALUACIJA CILJEVA

Evaluacija ciljeva se vrši prema prethodno definisanim ciljevima i planu definisanom u sekciji planiranje. Međutim, tačna evaluacija može nastati tek nakon perioda od 3 meseca kada se poređenjem prve objave i poslednje objave iz mesečnog plana objava može ustvrditi kako i u kom smeru je profil napredovao. Prvi korak je kreiranje Instagram profila. Pored kreiranja profila, prve objave moraju biti veoma privlačne kako bi prizvale što veći broj pratilaca. Kreirane objave za Instagram potrebno je odraditi i u dimenzijama za Facebook pa se i tamo mogu podeliti. Što se samih pratilaca tiče interakcija i komunikacija treba da bude svakodnevna i time da na važnosti pratiocima. Ovo se postiže kroz kvalitetne objave ali i preko Story opcije na obe društvene mreže.

Sadržaj treba da se objavljuje po definisanom planu u radu, tačnije svakog radnog dana i to:

Sadržaj objava - promovisanje zaposlenih, promovisanje studentskih radova, predstavljanje predmeta na svim godinama studija i time vršenje edukacije sa studentima, predstavljanje studenata i njihovih iskustava na departmanu, kao i objavljivanje zanimljivosti iz oblasti dizajna, inženjerstva i štampe.

Sadržaj story objava – kviz, trenutna dešavanja na departmanu, uživo snimanje sa konferencija i drugih događaja, informacije o događajima, ankete, „pogodi ličnost“ objave, pitanja za departman i slično.

Kada su u pitanju objave na profilima potrebno je i unaprediti copywrite tekst, čiji se primeri nalaze u radu. Takođe, profilne i naslovne fotografije moraju biti zadovoljavajućeg kvaliteta, kao i naslovne fotografije za Instagram arhivu.

U radu je definisan i mesečni plan objava u kome su predstavljene objave za period od mesec dana, tačnije za mesec oktobar 2020. U mesečnom planu nalaze se vizuali za naredne objave, copywrite tekstovi, datumi pogodni za objavljivanje, kao i neophodni heštegovci.

#### 6. ZAKLJUČAK

Nakon sagledanih teorijskih osnova sproveden je praktični deo rada u kome se kroz istraživanje, planiranje i evaluaciju ciljeva predstavio plan za strategiju nastupa na društvenim mrežama za departman GRID. Strategija razrađena u radu sadrži i mesečni plan objava za mesec oktobar 2020. godine i može služiti kao šablon za kasnije objave. Takođe, prikazani su primeri objava zanimljivosti i kviz i data preporuka na koji način je moguće povećati broj pratilaca pa i interakcije sa pratiocima profila.

#### 7. LITERATURA

- [1] Žerjav T.: „The importance of design in native marketing“, Croatia, Zagreb, E-Book, 12-54 (2019)
- [2] Nola N.: „Promotion of small turist places on social media“, Croatia, Split, E-book, 3- 8 (2018)
- [3]<https://www.britanica.com/biography/Mark-Zuckerberg> (pristupljeno u avgustu 2020.)
- [4]<https://www.lifewire.com/what-is-instagram-3486316> (pristupljeno u avgustu 2020.)
- [5]<https://www.omnicoreagency.com/instagram-statistics/> (pristupljeno u avgustu 2020.)
- [6]<https://www.digitizer.rs/news-stories/marketing-zadruštvene-mreze/> (pristupljeno u avgustu 2020.)



**Jovan Živković** rođen je u Kragujevcu 1995.god. Master rad iz oblasti digitalnog marketinga odbranio je 2020.godine u Novom Sadu. Oblasti interesovanja su dizajn, marketing i fotografija.  
Kontakt: jvn.graphicss@gmail.com

**Gojko Vladić** doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2013. god., a od 2018. je u zvanju vanredni profesor.

**POSTOJANOST NA TRLJANJE OTISAKA NA METALU DOBIJENIH GRAFIČKIM SISTEMOM DURST RHO 750****RUBBING RESISTANCE OF METAL SUBSTRATES PRINTED ON DURST RHO 750 PRINTING MACHINE**Ivana Stupar, Nemanja Kašiković, Rastko Milošević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN**

**Kratak sadržaj** – U okviru ovog rada izvršeno je ispitivanje metalnih materijala štampanih digitalnom tehnikom štampe na mašini Durst Rho 750. Test karta je štampana na tri metalna materijala, debljine od 3-4 mm. Na osnovu analize optičke gustine, relativne spektralne refleksije, obima i površine linija, razlike boja i  $L^*a^*b^*$  vrednosti, došli smo do saznanja kako se ovi parametri menjaju pod uticajem trljanja. Rezultati su predstavljeni tabelarano i grafički.

**Ključne reči:** Digitalna štampa, Ink-Jet, trljanje, kontrola kvaliteta, metal

**Abstract** In this research we are examined metal materials printed on digital Ink-Jet printing machine Durst Rho 750. The test card was printed on three metal materials, 3-4 mm of thickness. Based on the analysis of optical density, relative spectral reflection, volume and surface of lines, color differences and  $L^*a^*b^*$  values, we came to know how these parameters change under the influence of rubbing. The results are presented through tables and charts.

**Keywords:** Digital printing, Ink-Jet, rubbing, quality control, metal

**1. UVOD**

Pod pojmom „digitalna štampa“, podrazumeva se štamparska slika koja do ulaska u štamparsku mašinu ostaje u digitalnoj formi i tek u mašini ponovo bude sastavljena u analognu štamparsku sliku. Radi razumevanja različitih primena pojma digitalna štampa, potrebno je razmotriti procese prenošenja boje kod štamparskih postupaka. Za ovo je potrebno znati razlike između analognog i digitalnog u štamparskoj tehnici. Boje se kod postupka sa štamparskom formom prenosi u najmanje dva procesa. Ta dva postupka su prenošenje na štamparsku formu „obojavanje“ i prenošenje na materijal za štampu. Kada ovi procesi prenose štamparsku sliku površinski, onda je to analogno. Ako se prenošenje vrši rasterizovano - tačkasto, najčešće kroz tačke raspoređene u redove, naziva se digitalno. U poređenju sa konvencionalnom tehnikom štampe, digitalna štampa ima svojih prednosti za manje tiraže, više se isplati digitalna, a za veće ofset tehnika štampe [1].

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Nemanja Kašiković, van. prof.

**2. EKSPERIMENTALNI DEO**

Za potrebe eksperimentalnog dela rada vršeno je ispitivanje kvaliteta štampe na metalnim podlogama primenom Ink Jet štampe. Za ispitivanje su korišćena tri materijala, izrađena od aluminijuma sa polietilenskim jezgrom. C materijal (debljine 3 mm) je oslojen sa belim slojem aluminijuma dok su A (3 mm) i B (4 mm) oslojeni sivim aluminijumom.

Eksperimentalno utvrđivanje uticajnih parametara ima za posledicu analizu i praćenje određenih parametara koji su ključni za dobijanje kvalitetnog otiska. Na sva tri materijala štampana je ista test karta, koja se sastoji od RGB i CMYK polja punog tona, dimenzije 12x4 cm, kao i polja za analizu obima, površine i debljine linija.

Na uzorcima su mereni sledeći parametri: optička gustina, relativna spektralna refleksija,  $L^*a^*b^*$  vrednosti i analiza debljine linija. Cilj eksperimentalnog dela jeste pratiti promene na otiscima posle svakog ciklusa trljanja i uporediti ih sa otiskom pre trljanja. Otisci su prošli kroz tri ciklusa po 50 trljanja. Štampani su na A3 formatu, ali su zbog procesa trljanja, isečeni na dimenzije koje odgovaraju uređaju za trljanje (12x4 cm).

**2.1. Mašina za štampu Durst Rho 750**

Metalni materijali štampani su na Durst Rho 750 Ink Jet mašini za štampu. Ova mašina predstavlja izrazito brz i fleksibilan visokomodularni Ink Jet sistem. Posедуje sistem oslikavanja sa redovima silikonskih mlaznica (Arrays sistem) kao i MEMS tehnologiju što osigurava veoma visok kvalitet slike, čak i za čiste boje. Poseduje mogućnost štampanja materijala iz rolne korišćenjem dodatnih boja, bez gubitka brzine.

Vrhunski kvalitet gradnje Durst Rho 750 posедуje segmentiranu bioničku vratilicu i magnetni sistem linijskog pogona što omogućuje dugovečnost i pouzdanost. UV boje koje koristi data mašina ne sadrže VOC komponente. Štampa širinu od 205 cm, bilo koja dužina materijala da je u pitanju [2].

**2.2. Testex TF411**

Testex TF411 predstavlja elektronski uređaj za određivanje postojanosti boje materijala na suvo ili mokro trljanje. Držač uzorka obezbeđuje brzo postavljanje istih kao i ponovljivost rezultata. Uređaj posедуje unapred određeni brojač za trljanje do 999,999 puta [3].



Slika 1. Testex TF411 [3]

### 3. REZULTATI I DISKUSIJA

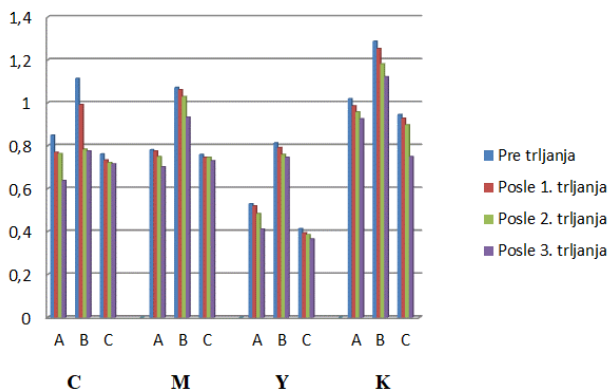
U delu rezultati i diskusija, predstavljeni su dobijeni rezultati za optičku gustinu,  $L^*a^*b^*$  vrednosti i razlika boja, kao najznačajniji element.

#### 3.1. Optička gustina

Optička gustina merena je na poljima punog tona CMYK-a i RGB-a. Merenje je vršeno 5 puta na različitim mestima u okviru jednog polja i to pre i nakon svakog od tri procesa trljanja.

Na slici 2. primećuje se da najveću vrednost optičke gustoće imaju uzorci odštampani crnom bojom, a najmanju vrednost uzorci na koje je naneta žuta boja. Isto tako vidi se da optička gustina opada nakon svakog procesa trljanja.

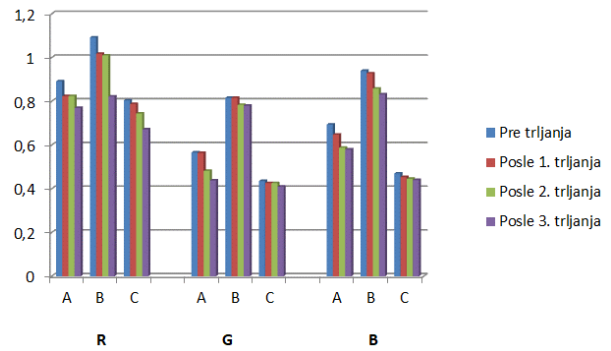
Najveću vrednost optičke gustoće, kada su u pitanju materijali, ima B materijal, zbog svoje gramature koja je veća u odnosu na materijale A i C.



Slika 2. Vrednosti optičke gustoće za CMYK

Na slici 3. takođe se primećuje kako B materijal ima najveću optičku gustinu. Jasno se vidi kako je optička gustina kod svih materijala i boja bila najveća pre procesa trljanja i kako ista opada posle svakog ciklusa trljanja. Najveća vrednost je izmerena na uzorcima odštampanim crvenom bojom, dok je najmanja prisutna vrednost zabeležena kod uzoraka zelene boje.

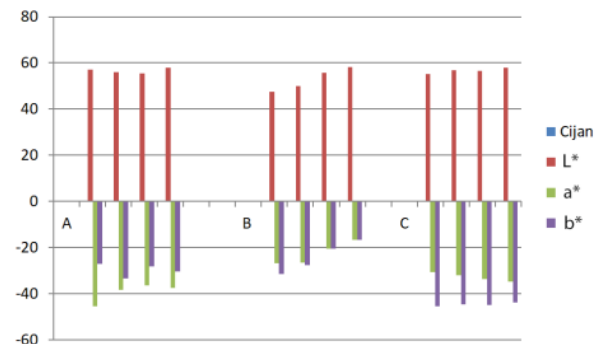
Na osnovu ovih rezultata, jasno možemo da zaključimo da vrednost optičke gustoće raste što je veći nanos boje, boja je tamnija, a procenat reflektovane svetlosti opada i dok smanjenjem nanosa boje vrednost optičke gustoće opada, boja je svetlija, a procenat reflektovane svetlosti raste.



Slika 3. Vrednosti optičke gustoće za RGB

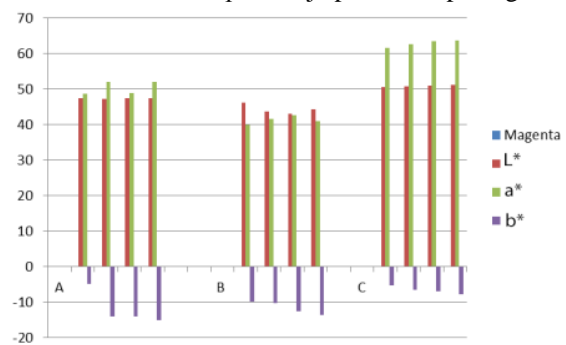
#### 3.2. $L^*a^*b^*$ vrednosti boja

Na osnovu slike 4. može se zaključiti da najnižu i najvišu vrednost svetline ima B materijal pre samog procesa trljanja i nakon trećeg trljanja. Što se tiče  $a^*$  i  $b^*$  komponenti, tu se vidi da su sve vrednosti u minusu, što znači da za svaki uzorak kada je cijan u pitanju preovladava zeleni ton. Najveću vrednost  $-a^*$  ima A materijal pre samog procesa trljanja, dok najmanju ima B materijal posle trećeg procesa trljanja. Najveću vrednost  $-b^*$  ima C materijal takođe pre procesa trljanja, dok najmanju vrednost kao i kod  $-a^*$  ima B materijal posle trećeg procesa trljanja.



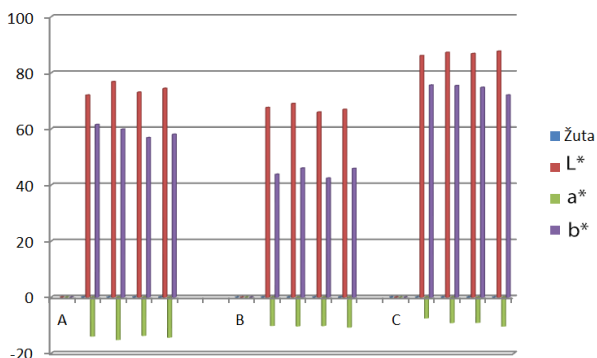
Slika 4.  $L^*a^*b^*$  vrednosti za cijan

Kod magente na osnovu slike 5. što se tiče svetline, vidi se da najveću svetlinu ima C materijal posle trećeg trljanja, dok najmanju ima B materijal posle drugog trljanja. Kod  $a^*$  komponente sve vrednosti su u plusu što potvrđuje da u magenti preovladava crveni ton. Najveću vrednost  $a^*$  komponente ima C materijal nakon trećeg trljanja, a najmanju B materijal pre procesa trljanja. Najveću vrednost  $b^*$  komponente ima A materijal posle trećeg trljanja, a najmanju pre samog procesa trljanja. Kada je u pitanju  $b^*$  komponenta, vidi se da su sve vrednosti u minusu što potvrđuje prisutnost plavog tona.



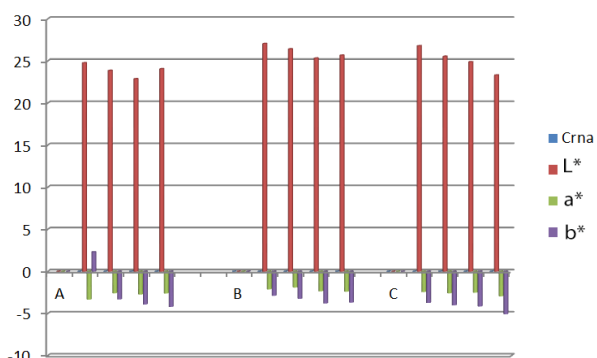
Slika 5.  $L^*a^*b^*$  vrednosti za magentu

Kod žute boje na osnovu podataka sa slike 6. primećuje se da je svetlina najveća kod C materijala (nakon drugog procesa trljanja), a najmanja kod B materijala takođe posle drugog procesa trljanja. Sve  $a^*$  komponente su u minusu, a to potvrđuje prisutnost zelenog tona. Najveću vrednost ima A materijal posle prvog procesa trljanja, dok najmanju ima C materijal pre samog procesa trljanja. Sve  $b^*$  komponente su u plusu, što nam ukazuje na prisutnost plavog tona. Najveću vrednost ima C materijal pre procesa trljanja, a najmanju B materijal posle drugog procesa trljanja.



Slika 6.  $L^*a^*b^*$  vrednosti za žutu

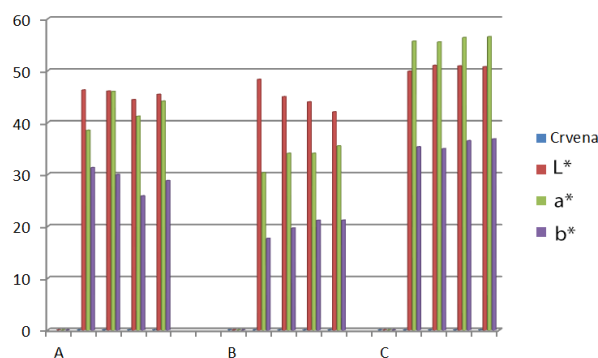
Na osnovu slike 7. zaključuje se da kod crne boje, najveću  $L^*$  vrednost ima materijal B pre procesa trljanja, a najmanju ima materijal A posle drugog procesa trljanja. Sve vrednosti  $a^*$  komponente su u minusu, što nam ukazuje na prisutnost zelenog tona. Najveću  $-a^*$  vrednost ima A materijal pre procesa trljanja, a najmanju B materijal posle prvog procesa trljanja. Najveću  $-b^*$  vrednost ima C materijal posle trećeg procesa trljanja, a najmanju A materijal pre samog procesa trljanja. Zbog minusa u svim rezultatima  $b^*$  komponente, zaključuje se da postoji prisustvo plavog tona u crnoj procesnoj boji.



Slika 7.  $L^*a^*b^*$  vrednosti za crnu

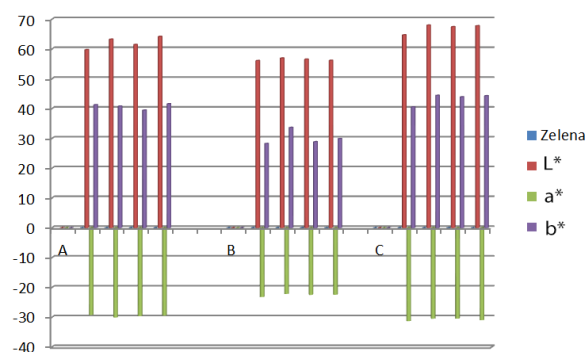
Kod crvene boje, najveću vrednost  $L^*$  komponente ima C materijal posle prvog trljanja, a najmanju B materijal posle trećeg trljanja.

Kod  $a^*$  komponente, sve vrednosti su u plusu, što potvrđuje prisutnost crvenog tona. Najveću vrednost  $a^*$  ima C materijal posle trećeg procesa trljanja, a najmanju B materijal pre samog procesa trljanja. Najmanju  $b^*$  vrednost ima takođe B materijal pre samog procesa trljanja, dok najveću vrednost isto tako C materijal posle trećeg trljanja. Zbog vrednosti  $b^*$  komponente u plusu, zaključuje se da je u crvenoj boji više prisutan žuti nego plavi ton.



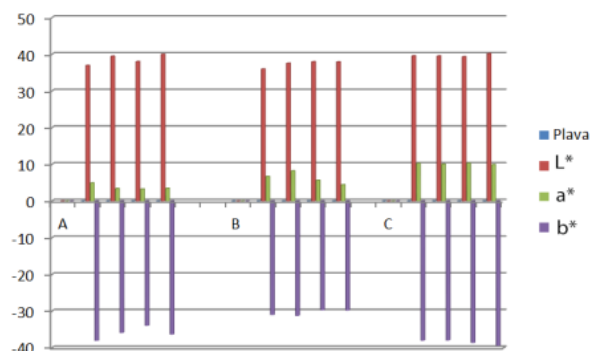
Slika 8.  $L^*a^*b^*$  vrednosti za crvenu

Kada je u pitanju svetlina zelene boje, vidi se da najveću svetlinu ima C materijal posle prvog procesa trljanja, a najmanju B materijal pre procesa trljanja. Kod  $a^*$  komponente vidi se da su sve vrednosti u minusu što potvrđuje prisustvo zelenog tona. Najveću  $-a^*$  vrednost ima C materijal posle trećeg procesa trljanja a najmanju B materijal posle prvog trljanja. Sve  $b^*$  vrednosti su u plusu, što znači da tu imamo prisutan žuti ton. Najveću vrednost  $b^*$  ima C materijal posle prvog procesa trljanja, a najmanju B materijal posle trećeg trljanja.



Slika 9.  $L^*a^*b^*$  vrednosti za zelenu

Kod plave boje, najveću vrednost  $L^*$  ima C materijal posle trećeg procesa trljanja, a najmanju B materijal pre samog procesa trljanja. Sve vrednosti  $a^*$  komponente su u plusu, što ukazuje na prisustvo crvenog tona u ovoj procesnoj boji. Najveću  $a^*$  vrednost ima C materijal posle drugog trljanja, dok najmanju ima A materijal posle drugog procesa trljanja. Sve vrednosti  $b^*$  komponente su u minusu, što nam potvrđuje prisustvo plavog tona. Najveću vrednost  $-b^*$  ima C materijal posle trećeg procesa trljanja, a najmanju ima B materijal posle drugog procesa trljanja.



Slika 10.  $L^*a^*b^*$  vrednosti za plavu

### 3.3. Razlika boja

U tabelama koje slede predstavljene su razlike u boji između svakog uzorka. Svaka tabela obuhvatiće jednu boju i međusobne razlike u boji svih uzoraka.

Pre samog procesa trljanja kod CMYK boja, na slici 11. najmanja razlika je iznosila 1,1614 što po definiciji znači da je razlika vidljiva, ali je mala. Cijan i magenta su pre i posle prvog trljanja imali najveće razlike, preko 9, što znači da je razlika u boji dobro vidljiva. Što se tiče RGB boja primećuje se da je razlika nešto manje u odnosu na procesne boje, ali je opet vidljiva. Najveću i dobro vidljivu razliku u boji imala je crvena boja pre i posle prvog trljanja i ona je iznosila 7,6184 dok je najmanju razliku imala zelena boja i to između drugog i trećeg procesa trljanja i iznosila je oko 2,3116 što znači da je razlika vidljiva, ali ne i preterano velika.

C	$\Delta E_{0-1} = 9,5142$	M	$\Delta E_{0-1} = 9,3674$		
	$\Delta E_{1-2} = 5,5186$		$\Delta E_{1-2} = 4,9512$		
	$\Delta E_{2-3} = 3,4323$		$\Delta E_{2-3} = 3,9512$		
Y	$\Delta E_{0-1} = 5,2261$	K	$\Delta E_{0-1} = 5,741$		
	$\Delta E_{1-2} = 5,0339$		$\Delta E_{1-2} = 2,0083$		
	$\Delta E_{2-3} = 1,9381$		$\Delta E_{2-3} = 1,1614$		
R	$\Delta E_{0-1} = 7,6184$	G	$\Delta E_{0-1} = 3,6592$	B	$\Delta E_{0-1} = 3,6301$
	$\Delta E_{1-2} = 6,5166$		$\Delta E_{1-2} = 3,4799$		$\Delta E_{1-2} = 2,43$
	$\Delta E_{2-3} = 4,2774$		$\Delta E_{2-3} = 2,3116$		$\Delta E_{2-3} = 3,1043$

Slika 11. Razlika u boji pre i posle trljanja za materijal A

Kod materijala B na slici 12. kada su u pitanju procesne CMYK boje, najmanja razlika u boji izmerena je kod crne boje između drugog i trećeg procesa trljanja i iznosila je 0,7745, što znači da razlika i nije toliko vidljiva tj. zanemariva je. Najveća razlika je prisutna kod cijana odmah nakon prvog trljanja i ona je iznosila 10,7797, što znači da je razlika u boji dobro vidljiva.

Što se tiče RGB boja, može se primetiti najveću i najmanju razliku boja. Najveća je iznosila 5,6645 i to odmah nakon prvog procesa trljanja, a najmanja između drugog i trećeg trljanja.

C	$\Delta E_{0-1} = 9,5142$	M	$\Delta E_{0-1} = 9,3674$		
	$\Delta E_{1-2} = 5,5186$		$\Delta E_{1-2} = 4,9512$		
	$\Delta E_{2-3} = 3,4323$		$\Delta E_{2-3} = 3,9512$		
Y	$\Delta E_{0-1} = 5,2261$	K	$\Delta E_{0-1} = 5,741$		
	$\Delta E_{1-2} = 5,0339$		$\Delta E_{1-2} = 2,0083$		
	$\Delta E_{2-3} = 1,9381$		$\Delta E_{2-3} = 1,1614$		
R	$\Delta E_{0-1} = 7,6184$	G	$\Delta E_{0-1} = 3,6592$	B	$\Delta E_{0-1} = 3,6301$
	$\Delta E_{1-2} = 6,5166$		$\Delta E_{1-2} = 3,4799$		$\Delta E_{1-2} = 2,43$
	$\Delta E_{2-3} = 4,2774$		$\Delta E_{2-3} = 2,3116$		$\Delta E_{2-3} = 3,1043$

Slika 12. Razlika u boji pre i posle trljanja za materijal B

Kod materijala C, na slici 13. kod procesnih boja, najmanja razlika i dalje ostaje kod crne boje između drugog i trećeg procesa trljanja i iznosila je 0,6738, što znači da je razlika zanemariva. Najveća razlika kod ovog materijala zabeležena je kod žute boje i to odmah nakon prvog procesa trljanja i iznosila je 3,1441 i tu vidimo da je razlika očigledna.

C	$\Delta E_{0-1} = 9,5142$	M	$\Delta E_{0-1} = 9,3674$		
	$\Delta E_{1-2} = 5,5186$		$\Delta E_{1-2} = 4,9512$		
	$\Delta E_{2-3} = 3,4323$		$\Delta E_{2-3} = 3,9512$		
Y	$\Delta E_{0-1} = 5,2261$	K	$\Delta E_{0-1} = 5,741$		
	$\Delta E_{1-2} = 5,0339$		$\Delta E_{1-2} = 2,0083$		
	$\Delta E_{2-3} = 1,9381$		$\Delta E_{2-3} = 1,1614$		
R	$\Delta E_{0-1} = 7,6184$	G	$\Delta E_{0-1} = 3,6592$	B	$\Delta E_{0-1} = 3,6301$
	$\Delta E_{1-2} = 6,5166$		$\Delta E_{1-2} = 3,4799$		$\Delta E_{1-2} = 2,43$
	$\Delta E_{2-3} = 4,2774$		$\Delta E_{2-3} = 2,3116$		$\Delta E_{2-3} = 3,1043$

Slika 13. Razlika u boji pre i posle trljanja za materijal C

### 4. ZAKLJUČAK

Na osnovu svih ovih rezultata, zaključuje se da Ink-Jet štampa, pored samih boja, ipak ima određene propuste prilikom štampanja na metalu. Ovi rezultati predstavljaju dokaz kako spoljašnji faktori poput trljanja mogu itekako uticati na kvalitet štampe.

Metalna podloga zbog svojih karakteristika kao što su neupojnost i hrapavost predstavlja izazov proizvođačima štamparskih mašina i boja za šampu, koji konstantno pokušavaju doći do što kvalitetnijih i verodostojnijih rešenja.

### 5. LITERATURA

- [1] Novaković D., Kašiković N. (2013), Digitalna štampa, FTN izdavaštvo, Novi Sad.
- [2] Durst Phototechnik (2010) Rho 750 HS Corrugated Display Printer [Online] Dostupno na: <https://www.minilab.ca/dat/files/291.pdf>
- [3] Testex (2010) TF411 Electronic Crock Meter [Online], Dostupno na: [https://fabrictester.en.ec21.com/TF411\\_Electronic\\_Crock\\_Meter--4990180\\_4990353.html](https://fabrictester.en.ec21.com/TF411_Electronic_Crock_Meter--4990180_4990353.html)

#### Adresa autora za kontakt:

MsC Ivana Stupar, [stupar93@gmail.com](mailto:stupar93@gmail.com)  
 Phd Nemanja Kašiković, [knemanja@uns.ac.rs](mailto:knemanja@uns.ac.rs)  
 PhD Rastko Milošević, [rastko.m@uns.ac.rs](mailto:rastko.m@uns.ac.rs)

**KONCENTRACIONI NIVOI ČESTIČNIH MATERIJAMA I LAKOISPARLJIVIH  
KOMPONENATA U DIGITALNOJ ŠTAMPARIJI**

**CONCENTRATION LEVELS OF PARTICULATE MATTER AND VOLATILE  
COMPONENTS IN DIGITAL PRINTING OFFICE**

Ljiljana Pavlič, Savka Adamović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN**

**Kratak sadržaj** – Digitalna štampa kao revolucionarna tehnologija predstavlja direktnu štampu sa računara na supstrat. Parametri koji je definišu i po kojima se razlikuje od konvencionalnih tehnika štampe su kvalitetan otisak, produktivnost i industrijska primenljivost. Cilj rada je praćenje uticaja digitalnih mašina na kvalitet vazduha štamparije tokom osmočasovnog radnog vremena.

**Ključne reči:** Digitalna štampa, suspendovane čestice, lakoisparljiva jedinjenja

**Abstract** – Digital printing process as a revolutionary technology represents direct printing from a computer to substrate. The parameters that define it and by which it differs from conventional printing techniques are quality print, productivity and industrial applicability. The aim of this paper is to monitor the impact of digital machines on the air quality of the printing house during the eight-hour working times.

**Keywords:** Digital printing process, suspended particles, volatile compounds

## 1. UVOD

Grafička industrija je najveći zagađivač vazduha i treći najveći potrošač fosilnih goriva na svetu, odmah posle automobilske i metaloprerađivačke industrije.

Digitalna štampa je najmlađa tehnika štampe ali istovremeno i najnaprednija [1]. Uporedo sa automatizacijom procesa rada, digitalna štampa se neposredno razvija i polako preuzima primat nad drugim tehnikama štampe. Najrasprostranjeniji Non Impact štamparski postupak je elektrofotografija [2].

Osim naziva elektrofotografija, za navedenu tehniku štampe, mogu da se koriste i nazivi elektrostatička štampa, kserografija, laserska štampa, tonerska štampa, NIP postupak i digitalna štampa.

Zagađenje vazduha je i lokalni i globalni problem izazvan emisijom određenih zagađivača koji sami ili kroz neku hemijsku reakciju dovode do negativnih uticaja na životnu sredinu i zdravlje. Radnici u grafičkoj industriji su izloženi potencijalno opasnim nivoima rastvarača, boja, lepila, organskih i neorganskih pigmenta, akrilata,

## NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Savka Adamović, docent.

suspendovanim česticama, itd. Zaposleni imaju bliski kontakt sa hemikalijama koje se koriste za čišćenje ili rastvaranje boje i koje isparavaju tokom procesa štampe. Zabeleženo je mnogo zdravstvenih problema radnika grafičke industrije, koji uključuju kancer, neurološke poremećaje, iritaciju sluzokože i oboljenja kože. Pored raka mokraćne bešike i pluća, javlja se i rak kože i bubrega [3].

Suspendovane čestice poput PM<sub>10</sub> su među najopasnijim polutantima, one prilikom udisanja napadaju ljudski respiratorni sistem, utiču na njegovu otpornost i deponuju se u najdubljim delovima pluća. Zdravstveni problemi otpočinju kada organizam počne da se brani od svih stranih tela (čestica). PM<sub>10</sub> izazivaju ili osnažuju astmu, bronhitis i druga oboljenja pluća, a samim tim smanjuju ukupnu otpornost organizma [3].

Cilj rada je praćenje uticaja digitalnih mašina na kvalitet vazduha štamparije tokom osmočasovnog radnog vremena. Uticaj dve vrste digitalnih mašina (jednoboje i četvorboje) je praćen na osnovu emisije PM<sub>10</sub> i PM<sub>2,5</sub> suspendovanih čestica i ukupnih lakoisparljivih organskih komponenata. Dobijeni rezultati desetodnevnog monitoringa upoređeni su sa graničnim vrednostima emisije koje propisuje Uredbe Republike Srbije, Evropske unije, Svetske zdravstvene organizacije i Službe za bezbednost na radu i zdravlje radnika.

## 2. EKSPERIMENTALNI DEO

### 2.1. Opis radnog okruženja štamparije

Emisije suspendovanih čestica i ukupnih lakoisparljivih organskih komponenata monitoringovane su u ambijentalnom vazduhu štamparije departmana za Grafičko inženjerstvo i dizajn, Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu.

Tokom desetodnevnog monitoringa (5 + 5 radnih dana) ispitivanih zagađujućih materija u ambijentalnom vazduhu, u štampariji su se sprovodili procesi digitalne štampe (elektrofotografski postupak) na jednoboju štamparskoj mašini Xerox D95A i četvorboju štamparskoj mašini Xerox DocuColor 252. U procesima digitalne štampe upotrebljeni su ofset papir (G = 80 g/m<sup>2</sup>) i CMYK (cijan, magenta, žuta i crna) digitalne boje, proizvođača Xerox.

Prema Xerox proizvođaču svi materijali ili proizvodi prolaze kroz potpunu toksikološku procenu njihovih osobina i potencijalne izloženosti potrošača i tehničkog osoblja u štamparijama. Proces evaluacije bezbednosti razmatra moguće akutne i hronične efekte [4].

## 2.2. Analiza suspendovanih čestica

Masene koncentracije PM<sub>10</sub> i PM<sub>2,5</sub> suspendovanih čestica, detektovane pored digitalnih mašina, određene su primenom gravimetrijske metode prema standardu SRPS EN 12341:2015.

Uzorkovanje PM<sub>10</sub> i PM<sub>2,5</sub> suspendovanih čestica vršeno je uređajem za analizu čestičnih materija (BAGHIRRA s.r.o., Prag, Češka), preko filter papira (Whatman, UK) za PM<sub>10</sub> ili PM<sub>2,5</sub> čestice koji se postavljaju na mrežice duraluminskog držača filtera. Mase odgovarajućih filter papira pre i posle 1 h uzorkovanja merene su na analitičkoj vagi, sa tačnošću ±0,0001g. Dnevne osmočasovne vrednosti izračunate su kumulativnim sabiranjem jednočasovnih podataka ažuriranih svakog sata.

Masene koncentracije PM<sub>10</sub> i PM<sub>2,5</sub> suspendovanih čestica u ambijentalnom vazduhu štamparije određuje se prema formuli (1) [5]:

$$Q_{sc} = \frac{m_2 - m_1}{V} \cdot 10^6 \quad (1)$$

gde su:  $Q_{sc}$  – masene koncentracije PM<sub>10</sub> i PM<sub>2,5</sub> suspendovanih čestica ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ),  $m_1$  – masa filter papira za PM<sub>10</sub>, ili PM<sub>2,5</sub> čestice pre uzorkovanja (g),  $m_2$  – masa filter papira PM<sub>10</sub>, ili PM<sub>2,5</sub> čestice posle uzorkovanja (g) i  $V$  – zapremina propuštenog vazduha ( $\text{m}^3$ ).

## 2.3. Analiza lakoisparljivih organskih komponenata

Emisije ukupnih lakoisparljivih organskih komponenata detektovane tokom rada digitalnih mašina određene su primenom gasnohromatografske metode i mobilnog gasnog hromatografa Voyager-Photovac. Softverski paket (Site Chart) upotrebljen je za brzu i preciznu obradu dobijenih rezultata [6].

Vreme potrebno za uzorkovanje, analizu i obradu podataka od strane gasnog hromatografa Voyager-Photovac iznosi 40 minuta. Monitoring ukupnih lakoisparljivih komponenata sprovodio se na svakih sat vremena. Dnevne osmočasovne vrednosti izračunate su kumulativnim sabiranjem jednočasovnih podataka ažuriranih svakog sata.

## 3. REZULTATI I DISKUSIJA

### 3.1. Masene koncentracije suspendovanih čestica u štampariji

Desetodnevni monitoring PM<sub>2,5</sub> suspendovanih čestica pokazao je da od 80 ukupnih merenja, samo dva merenja (2,5%) pored četvorbojne digitalne mašine imaju vrednost od 0,13  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , pa su dobijeni rezultati odbačeni kao merna nesigurnost. Detektovane koncentracije PM<sub>2,5</sub> suspendovanih čestica pre rada mašina su bile u intervalu od 0,11 do 0,12  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i dokaz su prisustva PM<sub>2,5</sub> čestica iz spoljašnosti. Rezultati desetodnevnog monitoringa PM<sub>2,5</sub> suspendovanih čestica pokazuju da ispitivane digitalne mašine ne proizvode i ne doprinose povećanju koncentracija PM<sub>2,5</sub> čestica u vazduhu štamparije.

Dobijeni rezultati pokazuju da koncentracioni nivoi suspendovanih PM<sub>10</sub> čestica pored jednobojne štamparske mašine Xerox D95A opadaju u nizu: 1. > 2. > 3. > 4. > 5. dan za prvu nedelju i 8. > 7. > 10. > 6. > 9. dana za drugu nedelju monitoringa.

Najveća pojedinačna količina suspendovanih PM<sub>10</sub> čestica (1,77  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) pored jednobojne štamparske mašine

izmerena je šestog sata drugog dana monitoringa. Najniže pojedinačne količine suspendovanih PM<sub>10</sub> čestica (0,16  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) izmerene su šestog, sedmog i osmog sata devetog dana monitoringa.

Odnosi najveća/najmanja količina suspendovanih PM<sub>10</sub> čestica tokom desetodnevnog monitoringa pored jednobojne mašine iznosili su: 1,7, 3,0, 2,1, 2,9, 1,7, 2,1, 1,8, 1,8, 2,4 i 2,3, redom. Dakle, najveća razlika između najmane i najveće količine suspendovanih PM<sub>10</sub> čestica izmerena je drugog dana.

Dobijeni rezultati pokazuju da koncentracioni nivoi suspendovanih PM<sub>10</sub> čestica pored četvorbojne štamparske mašine Xerox D95A opadaju u nizu: 4. > 3. > 2. > 5. > 1. dan, za prvu nedelju i 8. > 6. > 7. > 10. > 9. dana za drugu nedelju monitoringa.

Desetodnevni monitoring pored četvorbojne štamparske mašine pokazuje da su najveće količine suspendovanih PM<sub>10</sub> čestica od 0,71 i 0,70  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  izmerene četvrtog dana (peti sat) i osmog dana (treći sat), dok je najniža količina (0,10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) izmerena osmog sata desetog dana.

Za četvorbojnu digitalnu mašinu, kao i u slučaju za jednobojnu štamparsku mašinu, ne postoji obrazac po kome se koncentracije menjaju u toku jednog dana monitoringa, jer je rad digitalne mašine diskontinualan i zavisi od obima posla i organizacije tehničara štampe i njegove kompjuterske aktivacije mašine.

Rezultati za četvorbojnu mašinu pokazuju da su odnosi najveća/najmanja količina suspendovanih PM<sub>10</sub> čestica tokom prve nedelje monitoringa u intervalu od 1,1 do 2,8 puta, dok su za drugu nedelju u intervalu od 1,8 do 3,8 puta. Najveća razlika između najmane i najveće količine suspendovanih PM<sub>10</sub> čestica izmerena je sedmog dana monitoringa.

Dobijeni rezultati pokazuju da kumulativne i srednje vrednosti, odnosno količine emitovanih suspendovanih PM<sub>10</sub> čestica iz digitalne mašine zavise od tiraža i frekvencije aktivacije rada digitalne mašine tokom jednog sata. Tiraž je tokom prve nedelje bio u intervalu od 572 do 2303 strana za 8 sati. Druge nedelje, tiraž tokom osmočasovnog monitoringa je bio viši i u intervalu od 652 do 2610 strana za 8 sati.

Upoređujući uticaj vrste digitalne mašine na povećanje koncentracije suspendovanih PM<sub>10</sub> čestica u ambijentalnom vazduhu štamparije utvrđeno je da veći doprinos ima jednobojna u odnosu na četvorbojnu mašinu. Kumulativne i srednje vrednosti za jednobojnu digitalnu mašinu su u intervalima: 1,84 - 9,66  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i 0,23 - 1,21  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Iste vrednosti za četvorbojnu digitalnu mašinu su niže i iznose: 0,97 - 4,24  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (kumulativna) i 0,12 - 0,53  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (srednja).

Tokom rada digitalne mašine, vrlo male količine papirne prašine i tonera se emituju u vazduh. Većina prašine koja se stvara unutar mašine odlazi se kroz izduvne gasove i zadržava se na filterima. Prašina povezana sa kopiranjem i štampanjem se sastoji prvenstveno od čestica i vlakana papira. Na kraju, nivoi papirne prašine zavise od sastava i kvaliteta korišćenog papira. Manje od 10% prašine proizvedeno je od čestica tonera. Nivoi su znatno ispod standardnih granica izloženosti za respiratornu prašinu [7].

Monitoring suspendovanih PM<sub>10</sub> čestica je sproveden u maloj štampariji koja radi samo osmočasovno radno vreme tako da nije bilo potrebno sprovoditi uzorkovanje

tokom 24 sata. Na osnovu najvećih kumulativnih vrednosti koncentracija suspendovanih PM<sub>10</sub> čestica od 9,66 µg/m<sup>3</sup> (jednobojna mašina) i 4,25 µg/m<sup>3</sup> (četvorbojna mašina) i uz pretpostavku kada bi štamparija radila istim kapacitetom kada su detektovane maksimalne vrednosti, vrednosti tokom 24 sata bi bile 28,98 i 12,75 µg/m<sup>3</sup>, redom. Čak i tri puta veće koncentracije ne prelaze GVE (50 µg/m<sup>3</sup>) za 24 sata prema navedenim zakonskim aktima.

### 3.2. Masene koncentracije lakoisparljivih organskih komponenata u štampariji

Dobijeni rezultati pokazuju da koncentracije ukupnih lakoisparljivih komponenata (TVOC) pored jednoboje štamparske mašine Xerox D95A opadaju u nizu: 1. > 2. > 3. > 4. > 5. dan za prvu nedelju i 8. > 7. > 10. > 6. > 9. dana za drugu nedelju monitoringa. Rezultati pokazuju da TVOC koncentracije opadaju po istom nizu kao i koncentracije PM<sub>10</sub> suspendovanih čestica za obe nedelje monitoringa.

Najniža koncentracija TVOC (0,10 ppm) pored jednoboje štamparske mašine izmerena je osmog sata šetog dana monitoringa. Najveća pojedinačna koncentracija TVOC (1,06 ppm) izmerena je četvrtog sata prvog dana monitoringa.

Dobijeni rezultati pokazuju da koncentracioni nivoi TVOC pored četvorboje štamparske mašine Xerox D95A opadaju u nizu: 4. > 3. > 2. > 5. > 1. dan, za prvu nedelju i 8. > 6. > 7. > 10. > 9. dana za drugu nedelju monitoringa.

Monitoring pored četvorboje štamparske mašine u periodu od deset radnih dana pokazuje da je najveća koncentracija TVOC od 4,66 ppm izmerena petog sata četvrtog dana, dok je najniža koncentracija (1,11 ppm) izmerena osmog sata desetog dana.

Kumulativne vrednosti koncentracija TVOC za četvorbojnu mašinu tokom osmočasovnog radnog vremena opadaju u nizu: 8. > 4. > 6. > 3. > 7. > 2. > 10. > 5. > 9. > 1. dan. Takođe, srednje dnevne vrednosti koncentracija tokom prve i druge nedelje monitoringa opadaju po istom obrazcu kao i kumulativne vrednosti.

Upoređujući uticaj vrste digitalne mašine na povećanje koncentracije TVOC u ambijentalnom vazduhu štamparije utvrđeno je da veći doprinos ima četvorbojna u odnosu na jednoboju mašinu. Kumulativne i srednje vrednosti za četvorbojnu digitalnu mašinu su u intervalima: 14,01 - 24,84 ppm i 1,75 - 3,11 ppm, redom. Za jednoboju digitalnu mašinu su kumulativne i srednje vrednosti su niže i iznose: 0,56 - 5,90 ppm i 0,07 - 0,74 ppm, redom.

Emisija TVOC tokom rada digitalnih mašina zavisi od sledećih faktora: vrste tonera, vrste mašine, tiraža, dimenzija prostorije i ventilacionog sistema. Dakle, veliki broj parametara može da utiče na detekciju polutanata u ambijentalnom vazduhu, zato je neophodno sprovesti monitoring u dužem vremenskom intervalu sa većim obimom promenljivih kako bi se dobili relevantni podaci o emitovanim koncentracijama ukupnih, ali i pojedinačnih lakoisparljivih komponenata (VOC).

## 4. ZAKLJUČAK

Sprovedeni desetodnevni monitoring je pokazao da digitalni proces štampe doprinosi kvalitetu ambijentalnog

vazduha kroz emisiju suspendovanih PM<sub>10</sub> čestica i ukupnih lakoisparljivih organskih komponenata. Rezultati monitoringa koncentracija TVOC pokazuju da su najveće koncentracije od 1,06 ppm i 4,66 ppm detektovane tokom jednočasovnog monitoringa za jednoboju i četvorboju mašinu, redom.

Upoređujući uticaj vrste digitalne mašine na povećanje koncentracije suspendovanih PM<sub>10</sub> čestica u ambijentalnom vazduhu štamparije utvrđeno je da veći doprinos ima jednoboju u odnosu na četvorboju mašinu.

Kumulativne vrednosti za jednoboju digitalnu mašinu su u intervalu od 1,84 do 9,66 µg/m<sup>3</sup> i aproksimativno su veće 2,3 i 1,9 puta u odnosu na iste veličine za četvorboju mašinu.

Na povećanje koncentracije TVOC u ambijentalnom vazduhu digitalne štamparije utvrđeno je da veći doprinos ima četvorbojna u odnosu na jednoboju mašinu. Na osnovu dobijenih rezultati uočava se da ne postoji obrazac po kome se menjaju koncentracioni nivoi suspendovanih PM<sub>10</sub> čestica i TVOC za osmočasovno radno vreme, jer je rad digitalnih mašina poluautomatski i zavisi isključivo od frekvencije rada operatera.

Služba za bezbednost na radu i zdravlje radnika propisuje dozvoljene granične vrednosti izlaganja i granice kratkotrajnog izlaganja za pojedinačne VOC, ali ne i za ukupne VOC. Ni Uredba o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha Republike Srbije ("Sl. glasnik R Srbije", br. 11/2010, 75/2010 i 63/2013) ne propisuje GVE za TVOC. Zato je neophodno sprovesti dugoročniji monitoring u digitalnoj ali i u ostalim tehnikama štampe i obuhvatiti veći broj proizvodnih pogona (koji se razlikuju po veličini, vrsti mašina koje upotrebljavaju, vrsti grafičkih materijala, sistemu ventilacije, itd.) kako bi se dobili relevantni podaci na osnovu kojih bi se dopunile zakonske uredbe Republike Srbije.

## 5. LITERATURA

- [1] D. Novaković, N. Kašiković, "Digitalna štampa", Novi Sad, FTN izdavaštvo, 2013.
- [2] D. Novaković, Ž. Pavlović, N. Kašiković, "Tehnike štampe: priručnik za vežbe", Novi Sad, FTN Izdavaštvo, 2015.
- [3] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4886190/> (pristupljeno 29.05.2020.)
- [4] [https://www.xerox.com/downloads/usa/en/e/environment\\_safetyfacts.pdf](https://www.xerox.com/downloads/usa/en/e/environment_safetyfacts.pdf) (pristupljeno 27.09.2020.)
- [5] [https://iss.rs/sr\\_Cyrl/publication/show/iss:pub:50728](https://iss.rs/sr_Cyrl/publication/show/iss:pub:50728)
- [6] PE Photovac, "PE Photovac Voyager users manual", 1997.
- [7] [https://www.xerox.com/downloads/usa/en/e/environment\\_safetyfacts.pdf](https://www.xerox.com/downloads/usa/en/e/environment_safetyfacts.pdf) (pristupljeno 27.09.2020.)

### Adrese autora za kontakt:

Ljiljana Pavlić - ljiki83@gmail.com

Doc. dr Savka Adamović - adamovicsavka@uns.ac.rs

Grafičko inženjerstvo i dizajn, FTN, UNS.

**UPOREĐIVANJE KVALITETA ŠTAMPE NA OTISCIMA DOBIJENIH GRAFIČKIM SISTEMIMA XEROX DOCUCOLOR 252 I XEROX COLOR 1000****COMPARISON OF PRINT QUALITY OF PRINTS OBTAINED WITH GRAPHIC SYSTEMS XEROX DOCUCOLOR 252 AND XEROX COLOR 1000**Gabriel Radatović, Nemanja Kašiković, Rastko Milošević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN**

**Kratak sadržaj** – U radu su prikazana istraživanja kvaliteta otisaka dobijenih grafičkim sistemima Xerox DocuColor® 252 i Xerox® Color 1000. Merene su vrednosti optičke gustine, spektralne krive kao i CIELab vrednosti za uzorke štampane na podlogama različitih površinskih masa (150 g/m<sup>2</sup>, 200 g/m<sup>2</sup>, 300 g/m<sup>2</sup>). Detaljnom analizom izmerenih i izračunatih vrednosti, došlo se do zaključaka da je razlika u boji a samim tim i kvalitetu očigledna.

**Ključne reči:** Elektrofotografija, kvalitet otiska

**Abstract** – This paper presents the research on the quality of prints obtained with the Xerox DocuColor® 252 and Xerox® Color 1000 graphics systems. The values for optical density, spectral curve as well as CIELab values were measured for samples printed on substrates of different surface masses (150 g/m<sup>2</sup>, 200 g/m<sup>2</sup>, 300 g/m<sup>2</sup>). A detailed analysis of the measured and calculated values led to the conclusion that the difference in color and thus quality is obvious.

**Keywords:** Electrophotography, print quality

**1. UVOD**

Digitalna štampa, podrazumeva štamparsku sliku koja do ulaska u štamparsku mašinu ostaje u digitalnoj formi i tek u mašini ponovo biva sastavljena u analognu štamparsku sliku. Štamparski postupci se dele na dve vrste: Indirektnu - gde se boja prvo nanosi na štamparsku formu pa posle na podlogu i direktnu - bez štamparske forme odnosno gde se boja direktno prenosi na podlogu. NIP (Non – Impact Printing) postupci se baziraju na digitalno-elektronskom upravljanju sistemom štampe [1].

Ponovljivost štampe je veoma bitna u svim vrstama štamparskih postupaka, pa tako i u digitalnoj štampi. Kod ove tehnike štampe ponovljivost ne dovodi do značajne promenljivosti odštampanog uzorka, razlike u kvalitetu su veoma male, skoro neprimetne u poređenju sa klasičnim tehnikama štampe. Međutim razlike su moguće ako se isti uzorak štampa na različitim sistemima. Upravo zbog toga je postavljen cilj rada, a to je da se preko merenih vrednosti upoređi kvalitet otisaka na dve digitalne štamparske mašine.

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Nemanja Kašiković, vanr. prof.**

**2. EKSPERIMENTALNI DEO**

Za potrebe ovog istraživanja radio se eksperiment gde su se vršila ispitivanja radi utvrđivanja razlike u otisku (optička gustina, spektralne krive i CIE L\*a\*b\* vrednosti). Zbog postizanja merodavnijih rezultata i dokazivanja različitosti u otisku, korišćenje su tri podloge sa različitim gramaturama (150 g/m<sup>2</sup>, 200 g/m<sup>2</sup>, 300 g/m<sup>2</sup>). Korišćene su digitalne štamparske mašine Xerox DocuColor 252 i Xerox Color 1000 i test karta ECI2002CMYK i1(A3) PM 5.0.5.

Xerox DocuColor® 252 (slika 1) je profesionalni multifunkcionalni uređaj (omogućuje procese skeniranja, kopiranja i štampe), najpogodniji za štampu grafika, komercijalnu štampu i male tiraže u korporativnom okruženju. Tehnologija štampe se zasniva na elektrofotografiji i omogućava četvorobojnu štampu na podlogama različite površinske mase sa maksimalnom rezolucijom od 2400 x 2400 dpi [2].



Slika 1. Grafički sistem Xerox DocuColor 252

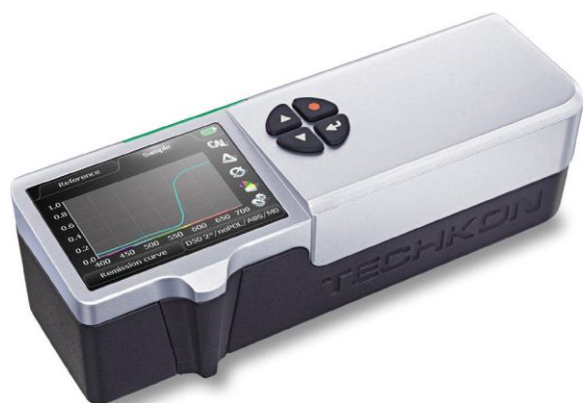
Mašina za digitalnu štampu Xerox Color 1000 digital press (slika 2), raspolaže sa nizom velikih aplikativnih mogućnosti i omogućuju štampu digitalno pripremljene slike u oštroj i visokom kvalitetu. Xerox Color 1000 sa svojom petom „bojom“ – Clear Dry toner, otisak čini kristalno jasnim i efektnijim i namenjena je za srednju i visoku produkciju. Pravljen je tako da može da parira, tj. zadovolji i najzahtevnije korisnike naviknute na ofset kvalitet štampe [3].



Slika 2. Grafički sistem Xerox Color 1000 digital press

Pomoću uređaja Technkon Spectrodens vršeno je merenje optičke gustine, CIE L\*a\*b\* vrednosti kao i spektralnih kriva za sve četiri osnovne boje (CMYK). Radi dobijanja kvalitetnih rezultata merenja, za svako merno polje izvedeno je pet merenja i uzimali su prosek - time eliminišući eventuelne greške u merenju, koje mogu biti prouzrokovane kako samim merenjem tako i mernim uređajem.

Bitno je naglasiti da je Technkon Spectrodens (slika 3) višenamenski, savremeni merni uređaj koji se koristi za celokupnu kontrolu procesa štampe, od pripreme i provere materijala do same štampe [4].



Slika 3. Technkon Spectrodens

Kao jedan od mernih parametara, izdvaja se i optička gustina. Optička gustina (D) je osnovna mera mehaničkih karakteristika štampane površine (boje). Predstavlja količinu svetlosti koju neka površina (podloga) absorbira, tj. koliko je odštampana boja „tamna“ [5].

Što je optička gustina veća (D vrednost), to je površina absorbovala više svetlosti, drugim rečima količina reflektovane svetlosti je manja, te posmatraču boja deluje tamnija, zasićenija.

CIELab prostor boja je definisan od strane Međunarodne komisije za osvetljenje (CIE), 1976. godine.

Predstavlja boju kao tri vrednosti: L\* za svetlinu (eng. lightness) od crne (0) do bele (100), a\* od zelene (-) do crvene (+), i b\* od plave (-) do žute (+).

CIE Lab vrednosti omogućavaju izračunavanje razlike u boji (ΔE), koje je veoma značajno za odražavanje kvaliteta otiska u svim štamparskim tehnikama.

ΔE je izražena u obliku broja i odgovara ukupnoj vizuelnoj razlici između dve boje (referentne i merene).

Iz dobijenih rezultata merenja, vršen je proračun totalne razlike boja na odštampanim uzorcima sa obe digitalne štamparske mašine, pomoću formule:

$$\Delta E^*_{ab} = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

Da bi se izračunala totalna razlika boja, potrebno je pre toga izračunati tri veličine ΔL\*, Δa\* i Δb\*, koje su razlike L\*, a\* i b\* između dva uzorka [6]:

$$\Delta L^* = L_1 - L_2$$

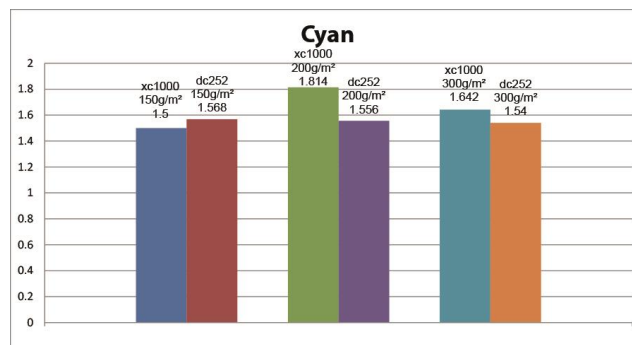
$$\Delta a^* = a_1 - a_2$$

$$\Delta b^* = b_1 - b_2$$

### 3. REZULTATI I DISKUSIJA

Na osnovu izvršenih merenja optičke gustine, dobijeni rezultati su predstavljeni grafički (slike 4, 5, 6 i 7).

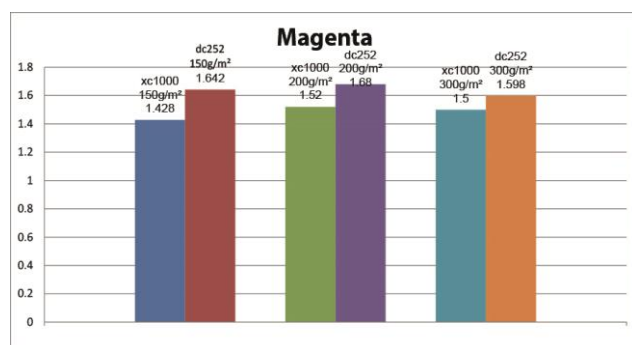
Rezultate merenja su podeljeni po osnovnim bojama i grupisali po korišćenim podlogama.



Slika 4. Prikaz rezultata optičke gustine cyan boje

Kod cyan boje (Slika 4.) može se utvrditi da mašina DC 252 daje otiske konstantnije optičke gustine. Razlika između najveće i najmanje optičke gustine iznosi svega D=0.028.

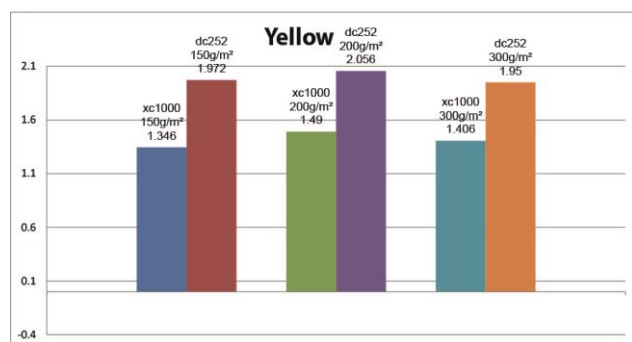
Merenjem i dobijenim rezultatima je utvrđeno da je kod digitalne štamparske mašine xc 1000 optička gustina se značajno razlikuje na različitim podlogama. Razlika između najveće i najmanje optičke gustine iznosi D=0.314.



Slika 5. Prikaz rezultata optičke gustine magenta boje

Kod magenta boje (Slika 5.) utvrđeno je da je razlika u nanosu boje na različitim podlogama štampanih jednim sistemom skoro zanemarljiva, ali i dalje može uticati na sam kvalitet dobijenog otiska.

Razlika u optičkoj gustini otisaka dobijenih različitim sistemima je značajnija.



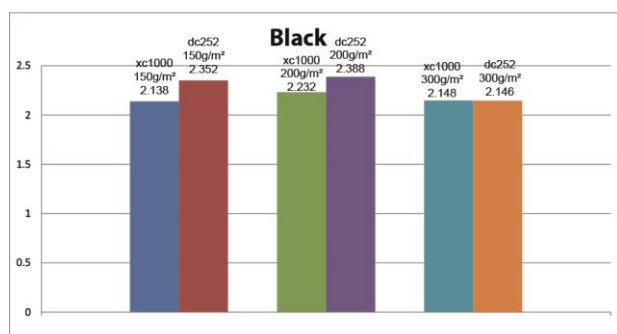
Slika 6. Prikaz rezultata optičke gustine žute boje

Kod štampe žute boje (Slika 6.) digitalnom štamparskom mašinom XC 1000 optička gustina se i kod žute boje značajno (mnogo značajnije nego kod prethodne dve) razlikuje na različitim podlogama, kada se upoređuje sa uzorkom dobijenim mašinom DC 252.

Razlika između najveće i najmanje optičke gustine iznosi D=0.71. Ako posmatramo nanose boja po mašinama, oni

su prilično ujednačeni na površinama različitih površinskih masa.

Može se istaći da mašina DC 252 ima prevelik nanos žute boje.  $D=1.9 - 2$  su već jako velike vrednosti za optičku gustinu kada je žuta boja u pitanju i vidno utiče na kvalitet same štampe.



Slika 7. Prikaz rezultata optičke gustine crne boje

Kod štampe crne boje (Slika 7.) može se utvrditi da mašina XC 1000 daje otiske konstantnije optičke gustine. Razlika između najveće i najmanje optičke gustine iznosi  $D=0.25$ .

Kod digitalne štamparske mašine xc 1000 optička gustina je približno ista na različitim podlogama.

Razlika između najveće i najmanje optičke gustine iznosi  $D=0.094$ .

Na osnovu dobijenih Lab vrednosti izračunate su i razlike boje između istih podloga štampanih na različitim grafičkim sistemima.

Prikaz vrednosti  $\Delta E$ , podeljene po bojama merenih na uzorcima odštampanim na podlogama površinske mase  $150\text{g/m}^2$  daje sledeće vrednosti:

$\Delta E_{(C)} = 6.235$  -> Masivna razlika u boji

$\Delta E_{(M)} = 5.443$  -> Masivna razlika u boji

$\Delta E_{(Y)} = 17.77$  -> Masivna razlika u boji

$\Delta E_{(K)} = 3.156$  -> Krupna razlika u boji

Iz prikazanih rezultata može se zaključiti da su velika odstupanja u bojama odštampanim na dve različite mašine. Tri procesne boje (CMY) daju masivne razlike; dok je razlika kod crne boje krupna.

Rezultati dobijeni za žutu boju ( $\Delta E_{(Y)} = 17.77$ ) ukazuju da je razlika u kvalitetu ostiska između dve mašine ogromna.

Prikaz vrednosti  $\Delta E$ , podeljene po bojama merenih na uzorcima odštampanim na podlogama površinske mase  $200\text{g/m}^2$  je sledeći:

$\Delta E_{(C)} = 6.164$  -> Masivna razlika u boji

$\Delta E_{(M)} = 5.443$  -> Masivna razlika u boji

$\Delta E_{(Y)} = 14.787$  -> Masivna razlika u boji

$\Delta E_{(K)} = 4.183$  -> Krupna razlika u boji

Iz prikazanih rezultata može se zaključiti, kao i kod prethodnog prikaza (za podlogu površinske mase  $150\text{g/m}^2$ ) da su i dalje velika odstupanja u bojama odštampanim na dve različite mašine.

Takođe, primetno je smanjivanje razlike u žutoj boji, ali je i dalje ogromna.

Prikaz vrednosti  $\Delta E$ , podeljene po bojama merenih na uzorcima odštampanim na podlogama površinske mase  $300\text{g/m}^2$  dat je u nastavku:

$\Delta E_{(C)} = 4.507$  -> Krupna razlika u boji

$\Delta E_{(M)} = 5.277$  -> Masivna razlika u boji

$\Delta E_{(Y)} = 12.305$  -> Masivna razlika u boji

$\Delta E_{(K)} = 3.498$  -> Srednja razlika u boji

Prikazani rezultati ukazuju na dalje smanjivanje razlika u bojama. Merenjem i proračunom smo utvrdili značajnije smanjenje u razlici kod plave i crne boje.

Kod podloge površinske mase  $300\text{g/m}^2$  razlika kod cijan boje se smanjila, međutim i dalje je krupna.

Procesne boje (MY) i dalje daju masivnu razliku u boji, dok je naprimetnije smanjivanje ralice kod crne boje.

Vrednosti za crnu boju ukazuju na srednju razliku u boji i ona je već u mnogim slučajevima sasvim prihvatljiva.

## 5. ZAKLJUČAK

Razlika u boji otisaka, kao što se i pretpostavilo, postoji kada se koriste dva različita grafička sistema.

Ova razlika je bila velika kod svih procesnih boja, ali je najizraženija bila kod procesne žute boje.

Razlika u boji iznad 10 predstavlja neprihvatljivo visoku vrednost.

Pogledom na izmerene rezultate optičke gustine za žutu boju kod Xerox Color 1000 dobijene su vrednost u opsegu od  $D=1.346$  do  $D=1.49$ , dok su vrednosti za mašinu Xerox DC 252 bili u opsegu od  $D=1.95$  do  $D=2.056$ .

Vrednosti koje su dobijene merenjem odštampanih uzoraka sa mašine Xerox DC 252 su previsoke i zapravo to doprinosi masivnoj razlici boje.

Iako ne postoji jasno definisana optička gustina za procesne boje u digitalnoj štampi, ona se najčešće poredi sa standardnim vrednostima u ofset tehnologiji.

Za pomenutu procesnu žutu boju u ofset tehnologiji za mat premazni papir standardna optička gustina iznosi približno  $D=1.2$ .

Ovoj vrednosti je najbliži Xerox Color 1000 ( $D=1.346$ ), dok je mašina Xerox DC 252 sa  $D=1.95$  daleko iznad preporučene vrednosti.

Ispitivanjem odštampanih uzoraka došlo se do zaključka da i sama površinska masa podloge utiče na kvalitet otiska, tj. na optičku gustinu procesnih boja a samim tim i na razliku u boji. Povećanjem gramature papira smanjuje se razlika između odštampanih uzoraka dobijenih sa dva različita sistema.

Dalja istraživanja bi trebalo usmeriti i na premazne papire, kao i na druge vrste podloga koje se koriste u elektrofotografiji jer je veoma bitno da se ove informacije znaju kako se ne bi dobili različiti rezultati, naročito u postupku ponovnog štampanja.

## 6. LITERATURA

- [1] Digitalna štampa, praktikum za vežbe: dr Nemanja Kašiković, docent; prof. dr Dragoljub Novaković, Ivana Jurić
- [2] Office Xerox [Online] Dostupno na: <https://www.office.xerox.com/latest/D60BR-01.PDF> [Pristupljeno 14.10. 2020]
- [3] Xerox [Online] Dostupno na: [www.xerox.com/en-us/digital-printing/digital-presses/xerox-800-1000/specifications](http://www.xerox.com/en-us/digital-printing/digital-presses/xerox-800-1000/specifications) [Pristupljeno 14.10. 2020]
- [4] Techkon [Online] Dostupno na: <https://www.techkon.com/files/downloads/prospekte/SpectroDens%20Brochure%20Web.pdf> [Pristupljeno 14.10. 2020]

- [5] Xrite [Online] Dostupno na:  
<https://www.xrite.com/blog/densitometer-density-measurement> [Pristupljeno 14.10. 2020]
- [6] Pešterac Č. (2004) Reprodukciona tehnika 2004. (CD izdanje za predavanja školske 2004/2005. god.), Fakultet tehničkih nauka, Grafičko inženjerstvo i dizajn, Novi Sad

**Adresa autora za kontakt:**

MsC Gabriel Radatović, [radatovic.gabriel@gmail.com](mailto:radatovic.gabriel@gmail.com)

Phd Nemanja Kašiković, [knemanja@uns.ac.rs](mailto:knemanja@uns.ac.rs)

PhD Rastko Milošević, [rastko.m@uns.ac.rs](mailto:rastko.m@uns.ac.rs)

**ISPITIVANJE PONOVLJIVOSTI ŠTAMPE NA OTISCIMA DOBIJENIM GRAFIČKIM SISTEMOM XEROX VERSANT 80 PRESS****TESTING THE REPRODUCIBILITY OF PRINTS USING THE XEROX VERSANT 80 PRESS GRAPHIC SYSTEM**

Aleksandar Čolak, Nemanja Kašiković, Rastko Milošević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN**

**Kratak sadržaj** – Nove tehnologije su svojim razvojem uticale na razvoj grafičke industrije, a time su se pojavili novi zahtevi tržišta (cena, rok isporuke, mali tiraži). U toku štampe se kontroliše kvalitet nakon zadatog vremena kako bi nam proizvodi bili što približniji jedan drugome.

**Ključne reči:** Digitalna štampa, ispitivanje kvaliteta otisaka

**Abstract** – New technologies have influenced the development of the printing industry, and thus new market demands have emerged (price, delivery times, small print runs). During printing, the quality is controlled after a given time so that our products are as close as possible to each other.

**Keywords:** Digital printing, print quality proof

**1. UVOD**

Najmlada tehnika štampanja je digitalna štampa, i u odnosu na ostale tehnike štampe, digitalna štampa ima prednost brzinu prenosa boje na podlogu i mogućnost izmene podataka bez uticaja na tiraž [1].

Najzastupljenije tehnike digitalne štampe su elektrofotografija i ink jet tehnika štampe [2], a obe tehnike štampe karakterišu manji tiraži.

Pošto su digitalni poslovi manji i štampanje se prema potrebi, važno je utvrditi kakva je ponovljivost štampe u određenom vremenskom intervalu. Upravo zbog toga je postavljen i cilj rada, a to je da se ispita ponovljivost štampe na otiscima dobijenim grafičkim sistemom Xerox Versant 80 Press.

**2. EKSPERIMENTALNI DEO**

U eksperimentalnom delu rada odgovarajuće test karte odštampane su pomoću elektrofotografske mašine „Xerox Versant 80 Press“ [3] (slika 1). Test karte su odštampane na pet različitih vrsta papira: 80 g/m<sup>2</sup> ofsetni papir, 100 g/m<sup>2</sup> ofsetni papir, 170 g/m<sup>2</sup> kundruk mat papir, 170 g/m<sup>2</sup> kundruk sjajni papir i 250 g/m<sup>2</sup> kundruk mat papir, pri čemu je štampanje test karti vršeno je u tri različita vremenska intervala: na početku štampe, posle sat vremena i posle 24h od početka štampe, kako bi se utvrdilo da li je kvalitet štampe bio ujednačen.

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Nemanja Kašiković, vanr. prof.**

Za potrebe eksperimentalnog dela generisana su polja cijana, magente, žute i crne, a takođe su generisana polja crvene, plave i zelene i na njima su izvršena merenja CIE L\*a\*b vrednosti, optičke gustine, beline i žutoće. Na osnovu dobijenih CIE Lab vrednosti izračunate su i razlike boje.



Slika 1. Xerox Versant 80 Press

Za merenja u ovom istraživanju korišćen je uređaj SpectroDens (slika 2) proizveden od strane nemačke kompanije Techkon. [4].

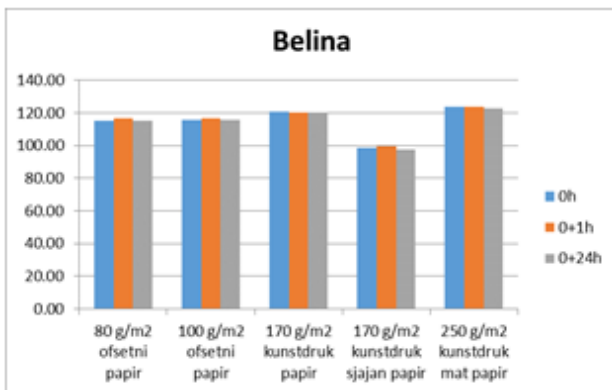


Slika 2. Techkon SpectroDens

**3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA**

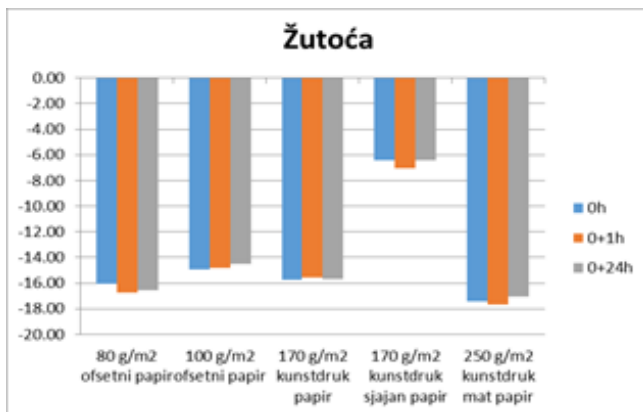
Nakon izvršenog pripremanja uzoraka pristupljeno je procesu merenja vrednosti. Od izmerenih vrednosti predstavljena su merenja za optičku gustinu, belinu i žutoću, kao i vrednosti za razliku boja dobijene na osnovu CIE Lab vrednosti.

Na slici 3. dat je grafički prikaz izmerenih vrednosti beline gde se vidi da uzorci u sebi sadrže određenu količinu izbeljivača kako bi papir bio što belji. Najmanje izbeljivača ima kod 80 g/m<sup>2</sup> papira, a najviše izbeljivača ima kod 250 g/m<sup>2</sup>.



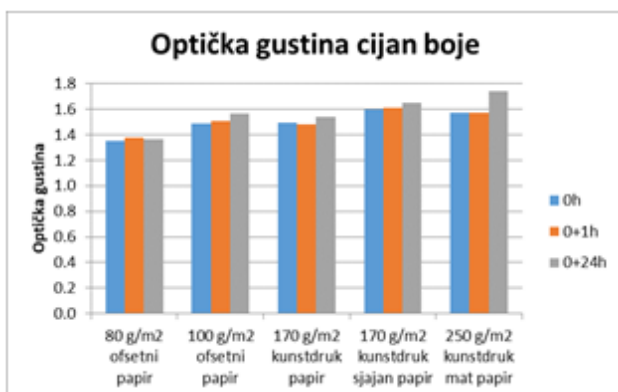
Slika 3. Grafički prikaz izmerenih vrednosti beline

Na slici 4. dat je grafički prikaz izmerenih vrednosti žutoće gde vidimo da su vrednosti negativne. Negativne vrednosti ukazuju na to da je veći deo talasne dužine plave, nego žute talasne dužine tona papira. Kod papira 170 g/m<sup>2</sup> vrednost je najmanja, a kod papira 80 g/m<sup>2</sup> je najveća vrednost. Odštampani uzorci imaju niži udeo žute boje u odnosu na plavu, a samim tim je zadovoljeno da papir bude što belji što je i cilj proizvođača i bio.



Slika 4. Grafički prikaz izmerenih vrednosti žutoće

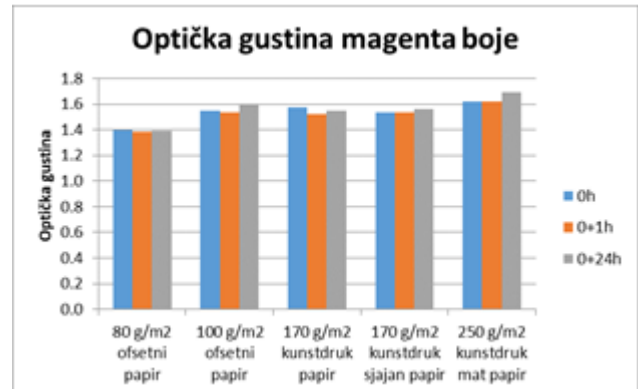
Merenja optičke gustine pokazuju da je kvalitet odštampanih test karti cijan bojom u različitim vremenskim intervalima približno isti, tj. nema značajnog odstupanja, sem na 250 g/m<sup>2</sup> mat papiru, gde je bilo značajnijih odstupanja u odnosu na prva dva merenja. Uočavaju se i različite vrednosti između papira što se može opravdati različitom površinskom masom i tipom premaza.



Slika 5. Grafički prikaz optičke gustine za cijan boju

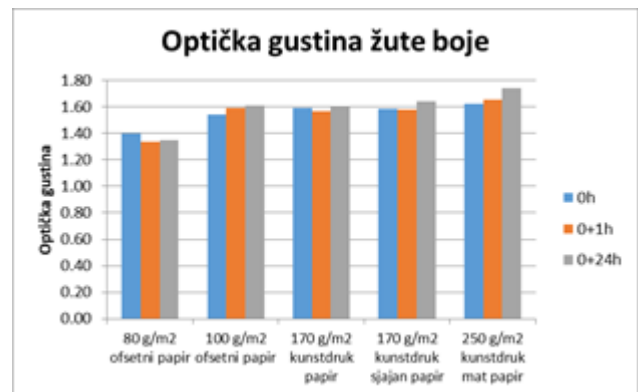
Isti odnos se zapaža kod polja odštampanih magenta bojom. Optičke gustine tokom celokupnog procesa štampe su ujednačene, a kao i u prethodnom slučaju,

uočava se da su najveće vrednosti izmerene kod uzorka broj 5, tj. kod 250 g/m<sup>2</sup> mat papiru.



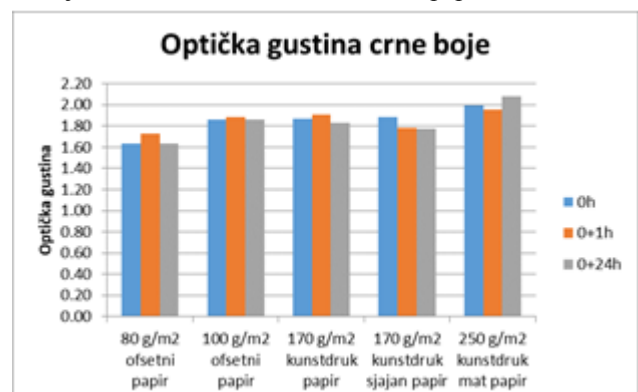
Slika 6. Grafički prikaz optičke gustine za magenta boju

Prema merenjima optičke gustine žute boje (Slika 7), uočava se da je kvalitet otiska tog 24 časovnog procesa dobar i da nema značajnog odstupanja. Ovde se takođe uočavaju određene razlike u vrednostima između odštampanih uzoraka, ako se gleda vrsta papira. Opet je uzorak 5, tj mat papir od 250 g/m<sup>2</sup>, odskočio za 10% u odnosu na prvo merenje.



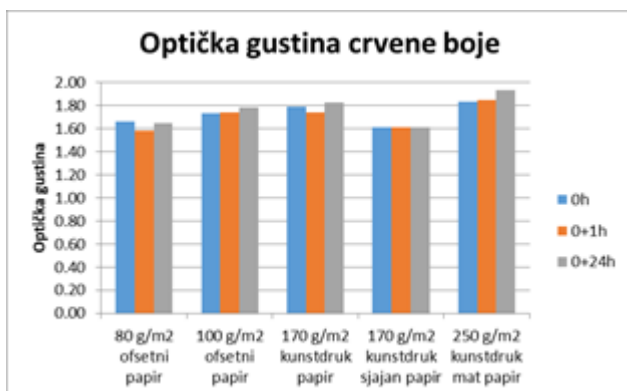
Slika 7. Grafički prikaz optičke gustine za žutu boju

Merenja pokazuju da je kvalitet odštampanih test karti crnom bojom (Slika 8) i crvenom bojom (Slika 9) u različitim vremenskim intervalima približno isti, tj. nema značajnog odstupanja. Uočavaju kao i u ranijim slučajevima različite vrednosti između papira.

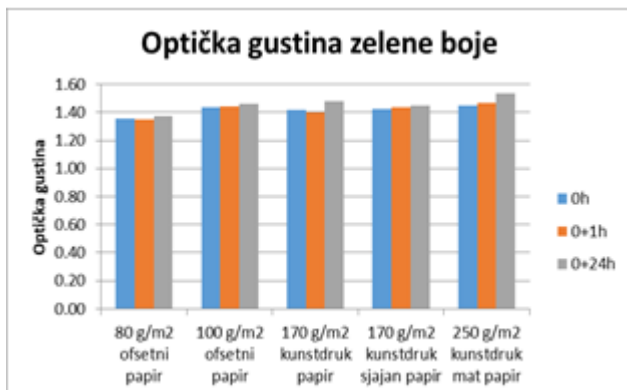


Slika 8. Grafički prikaz optičke gustine za crnu boju

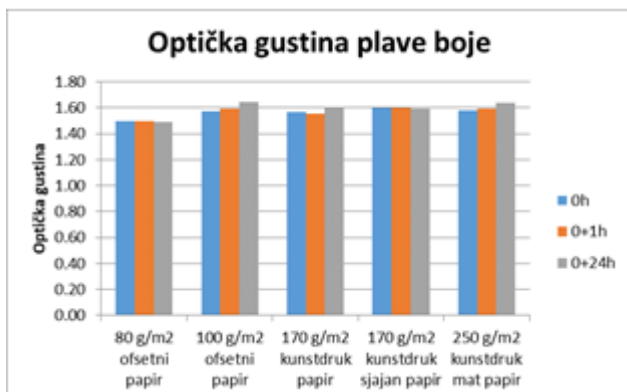
Ukoliko se posmatraju polja na uzorcima odštampana zelenom bojom (Slika 9) i plavom bojom (Slika 10) kvalitet odštampanih test karti primećuju se značajna odstupanja gotovo kod svakog uzorka i to na merenjima koja su načinjena 24h nakon početka štampe.



Slika 9. Grafički prikaz optičke gustine za crvenu boju



Slika 10. Grafički prikaz optičke gustine za zelenu boju



Slika 11. Grafički prikaz optičke gustine za plavu boju

Zabeleženo je da je uzorak 5, tj. mat papir od 250 g/m<sup>2</sup>, značajno odskočio sa vrednostima optičke gustine, pogotovo u merenjima koja su načinjena nakon 24h od početka štampe.

Izmerene vrednosti razlike  $\Delta E$  u odnosu na početno stanje izračunate su preko izmerenih CIE Lab koordinata i dobijene vrednosti su predstavljene su u tabelama 1-7, pri čemu su radi lakše preglednosti papiri označeni sledećim slovima (80 g/m<sup>2</sup> ofsetni papir – A, 100 g/m<sup>2</sup> ofsetni papir – B, 170 g/m<sup>2</sup> kunstdruk papir – C, 170 g/m<sup>2</sup> kunstdruk sjajni papir – D, 250 g/m<sup>2</sup> kunstdruk mat papir – E).

Tabela 1. Izračunate vrednosti  $\Delta E$  za cijan boju

Cijan	0+1h	0+24h
A	6,59	7,00
B	2,64	3,23
C	2,85	3,07
D	1,92	1,81
E	3,06	5,17

Tabela 2. Izračunate vrednosti  $\Delta E$  za magenta boju

Cijan	0+1h	0+24h
A	4,30	4,28
B	3,17	3,07
C	3,44	3,42
D	2,11	2,51
E	3,41	4,60

Tabela 3. Izračunate vrednosti  $\Delta E$  za žutu boju

Cijan	0+1h	0+24h
A	11,71	12,23
B	4,76	5,00
C	3,29	4,25
D	2,97	3,59
E	3,6	3,78

Tabela 4. Izračunate vrednosti  $\Delta E$  za crnu boju

Cijan	0+1h	0+24h
A	5,93	6,91
B	3,11	3,11
C	2,58	3,41
D	3,52	3,45
E	2,29	2,95

Tabela 5. Izračunate vrednosti  $\Delta E$  za crvenu boju

Cijan	0+1h	0+24h
A	16,58	14,55
B	11,11	10,28
C	9,51	8,36
D	13,65	12,65
E	7,94	6,71

Tabela 6. Izračunate vrednosti  $\Delta E$  za zelenu boju

Cijan	0+1h	0+24h
A	15,42	15,34
B	10,72	9,91
C	9,06	7,82
D	16,6	13,99
E	8,29	7,28

Tabela 7. Izračunate vrednosti  $\Delta E$  za plavu boju

Cijan	0+1h	0+24h
A	13,15	14,07
B	8,12	6,38
C	7,4	5,9
D	12,95	13,43
E	5,31	3,65

Kod većine uzoraka mogu se primetiti iznenađujuće velike razlike boje. Naročito je neobičajeno da se već velike razlike u boji beleže i nakon sat vremena i ponovljenog štampanja u tom intervalu.

Generalno bi se moglo istaći da su najveće vrednosti za razliku boje zabeležene kod uzoraka odštampanih na 80 g/m<sup>2</sup> ofsetni papiru.

#### 4. ZAKLJUČAK

Dobijeni rezultati su pokazali da su rezultati optičke gustine veoma malo su promenljivi, kao i rezultati beline i žutoće. Ono što pokazuje lošiji kvalitet otiska su izmerene CIE Lab vrednosti i na osnovu njih izračunate razlike boje.

Pretpostavka za ovako dobijene rezultate jeste da kalibracija štamparskog uređanja nije rađena pre svakog procesa štampanja, pa je za očekivati da bi se bolji rezultati ponovljivosti dobili ukoliko bi se vodilo računa o ispunjavanju celokupne procedure.

## 5. LITERATURA

- [1] CIE News; [http://cei.mogi.bme.hu/cie\\_arch/kee/div1/tc147.pdf](http://cei.mogi.bme.hu/cie_arch/kee/div1/tc147.pdf) 2001.godine
- [2] Novaković D., Kašiković N. (2013), Digitalna štampa, FTN izdavaštvo, Novi Sad.
- [3] Xerox (2020) [Online], Dostupno na: <https://www.office.xerox.com/latest/V80BR-01U.pdf>
- [4] Techkon (2020) [Online], TechkonGmbH SpectroDens Manual web; Dostupno na: <http://www.techkon.com/files/downloads/prospekte/spectroDens%20Manual%20Web.pdf>

### Podaci za kontakt:

MsC Aleksandar Čolak, [aleksandar.colak@yahoo.com](mailto:aleksandar.colak@yahoo.com)  
Dr Nemanja Kašiković, [knemanja@uns.ac.rs](mailto:knemanja@uns.ac.rs)  
Dr Rastko Milošević, [rastko.m@uns.ac.rs](mailto:rastko.m@uns.ac.rs)

**UTICAJ POVRŠINSKE MASE NA KVALITET OTISAKA DOBIJENIH GRAFIČKIM SISTEMOM KONICA MINOLTA C224E****INFLUENCE OF SURFACE MASS ON THE QUALITY OF PRINTS OBTAINED BY THE GRAPHIC SYSTEM KONICA MINOLTA C224E**Darko Despotović, Nemanja Kašiković, Ana Lilić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN**

**Kratka sadržaj** – Štampa je delatnost koja je ljudskom društvu poznata dugi niz godina. Njen razvoj je doveo do toga da danas na raspolaganju imamo moderne oblike štampe, od kojih je najznačajnija digitalna štampa. U ovom radu je posebna pažnja posvećena elektrofotografiji kao značajnom tipu digitalne štampe. Na konkretnom primeru je prikazano na koji način se vrši štampanje elektrofotografijom i na koji način se kontrolišu dobijeni rezultati.

**Ključne reči:** digitalna štampa, elektrofotografija, kvalitet štampe

**Abstract** – Printing is an activity that has been known to human society for many years. Its development has led to the fact that today we have modern forms of sticks at our disposal, the most important of which is digital printing. In this paper, special attention is paid to electrophotography as an important type of digital printing. A specific example shows how electrophotography is performed and how the obtained results are controlled.

**Keywords:** digital printing, electrophotography, print quality

**1. UVOD**

Digitalna tehnika štampe je najmlađa tehnika štampe. Kao najznačajnije podvrste digitalne štampe izdvajaju se elektrofotografija i ink jet [1]. Na kvalitet štampe utiče veliki broj faktora, bez obzira koja tehnika štampe je u pitanju. Jedan od parametara koji može da utiče na konačan kvalitet štampe je površinska masa papira.

Površinska masa papira može da doprinese različitim rezultatima u kvalitetu štampe, čak i kada se štampa pomoću istog štamparskog sistema. Upravo zbog toga je postavljen cilj rada, a to je da se utvrdi koliki je uticaj površinske mase na kvalitet otisaka dobijenih grafičkim sistemom Konica Minolta C224E.

**2. MATERIJALI I METODE**

Test karta (slika 1) je odštampana na bezdrvnim papirama sa gramaturama od 80 g/m<sup>2</sup>, 90 g/m<sup>2</sup>, 100 g/m<sup>2</sup>, 110 g/m<sup>2</sup> i 120 g/m<sup>2</sup>, pomoću grafičkog sistema Konica Minolta C224E (slika 2).

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Nemanja Kašiković, vanr. prof.**



Slika 1. Test karta korišćena za potrebe istraživanja



Slika 2. Grafički sistem Konica Minolta C224E [2]

Analiza odštampanih uzoraka je izvršena pomoću uređaja izvršena pomoću spektrofotometra Teckhon SpectroDens (slika 3), koji koristi osvetljenje D65, standardni ugao posmatranja od 10° i mernu geometriju d/8.



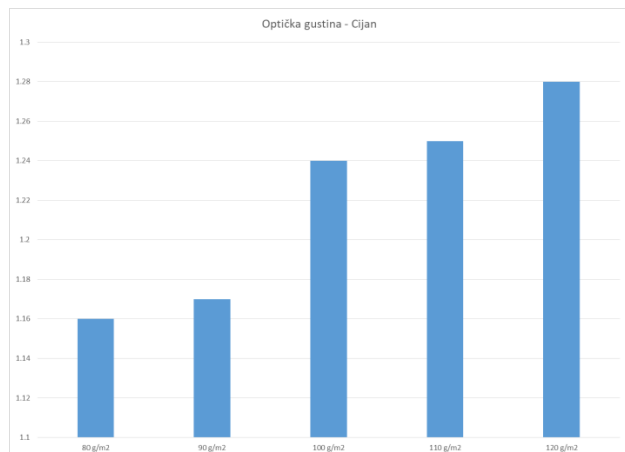
Slika 3. Merni uređaj Technkon Spectrodens [3]

Pomoću ovog mernog uređaja određene su optičke gustine za sve odštampane uzorke, kao i njihove CIE Lab vrednosti. Na osnovu CIE Lab vrednosti izračunate su i razlike boja između analiziranih uzoraka.

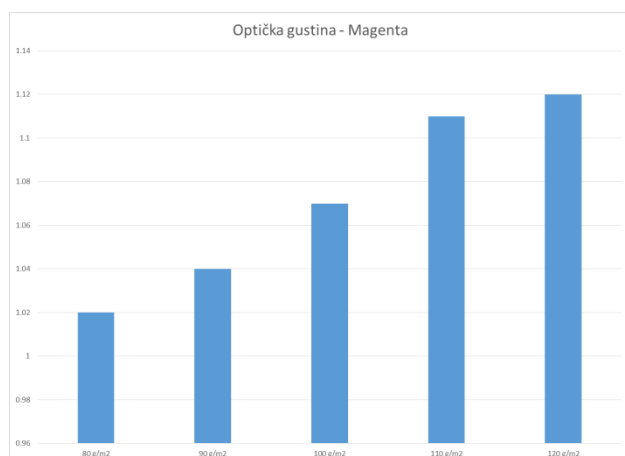
### 3. REZULTATI MERENJA

Na slikama 4 (cijan boja), 5 (magenta boja), 6 (žuta boja) i 7 (crna boja) su dati prikazi izmerenih vrednosti optičke gustine za sve analizirane uzorke.

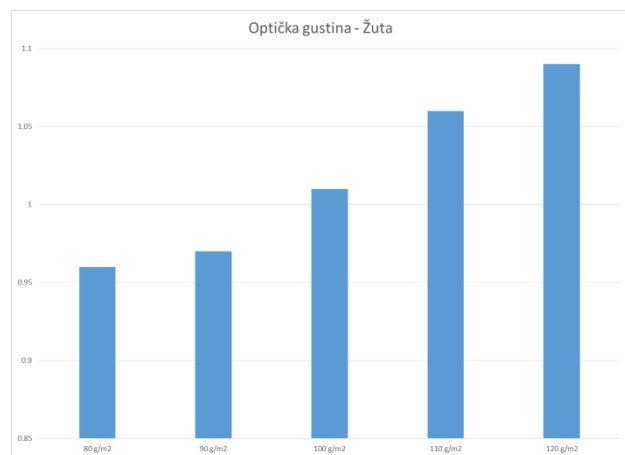
Ukoliko se pogledaju svi rezultati zbirno, uočava se da su najveće vrednosti optičke gustine dobijene na uzorcima koji su odštampani na bezdrvnom papiru od 120 g/m<sup>2</sup>, a najmanji na bezdrvnom papiru od 80 g/m<sup>2</sup>, bez obzira kojom bojom su uzorci odštampani.



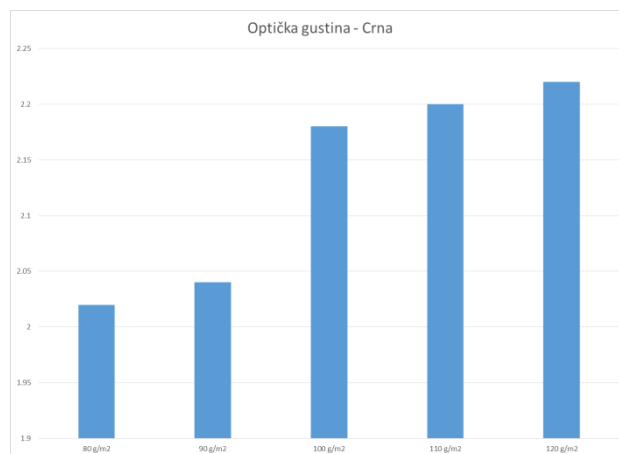
Slika 4. Grafički prikaz optičke gustine za uzorke odštampane cijan bojom



Slika 5. Grafički prikaz optičke gustine za uzorke odštampane magenta bojom



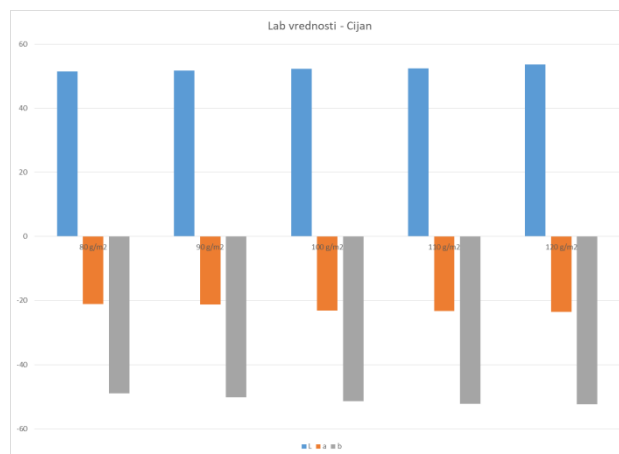
Slika 6. Grafički prikaz optičke gustine za uzorke odštampane žutom bojom



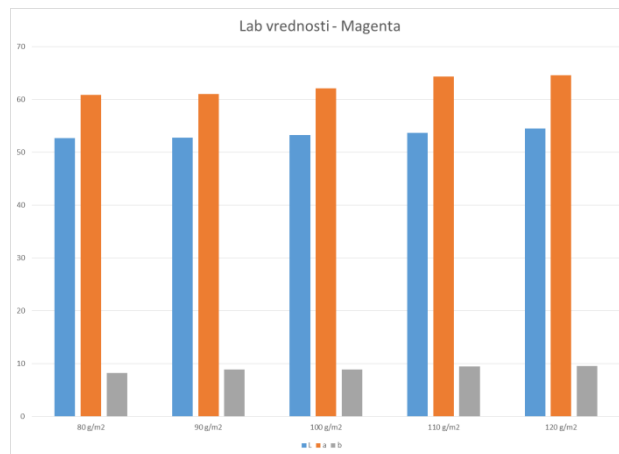
Slika 7. Grafički prikaz optičke gustine za uzorke odštampane crnom bojom

Takođe, ako se obrati pažnja na izmerene vrednosti optičke gustine, može se uočiti da se najveće vrednosti za optičku gustinu dobijaju kod uzoraka odštampanih crnom bojom, a najmanje kod uzoraka odštampanih žutom bojom. Nešto veće vrednosti imaju uzorci odštampani cijan bojom u odnosu na uzorke odštampane magenta bojom.

Na slikama 8 (cijan boja), 9 (magenta boja), 10 (žuta boja) i 11 (crna boja) su prikazane izmerenih Lab vrednosti za sve analizirane uzorke.



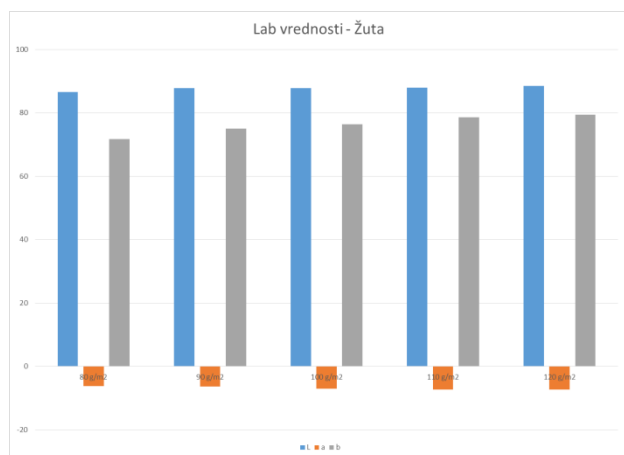
Slika 8. Grafički prikaz Lab vrednosti za uzorke odštampane cijan bojom



Slika 9. Grafički prikaz Lab vrednosti za uzorke odštampane magenta bojom

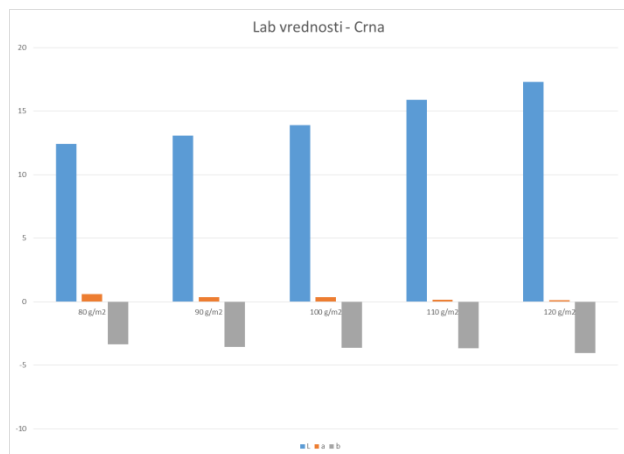
Kod uzoraka odštampanih cijan bojom uočava se rast L koordinate, dok vrednosti a i b opadaju sa porastom površinske mase.

Sa porastom površinske mase rastu i L vrednosti uzoraka odštampanih magenta bojom, a kod ovih uzoraka se uočava da rastu i a i b koordinate sa povećanjem površinske mase.



Slika 10. Grafički prikaz Lab vrednosti za uzorke odštampane žutom bojom

Sličan trend se beleži i kod uzoraka odštampanih žutom bojom. Povećavanje L i b koordinata raste sa povećanjem površinske mase papira, dok vrednosti za a koordinate uzoraka opadaju.



Slika 11. Grafički prikaz Lab vrednosti za uzorke odštampane crnom bojom

Kod uzoraka odštampanih crnom bojom vrednosti za svetlinu su rasle zajedno sa povećanjem površinske mase dok su a i b koordinate opadale sa povećanjem površinske mase.

Preciznije informacije se ipak dobijaju ukoliko se na osnovu CIE Lab koordinata izračunaju razlike boje. Vrednosti za razlike boja su date u tabelama 1 (cijan boja), 2 (magenta boja), 3 (žuta boja) i 4 (crna boja).

Dobijene vrednosti za sve uzorke, bez obzira koja boja je u pitanju pokazuju da sa najveće razlike boje beleže između uzoraka odštampanih na papiru najmanje površinske mase i uzoraka odštampanih na papiru najveće površinske mase.

Ono što se takođe može zabeležiti je to da vrednosti za razliku boje nisu toliko velike i samo u jednom slučaju prelaze vrednost od 3 (uzorci odštampani crnom bojom, razlika između bezdrvnih papira površinske mase od 80 i 120 g/m<sup>2</sup>).

Tabela 1. Razlike boje između uzoraka odštampanih cijan bojom

C	80 g/m <sup>2</sup>	90 g/m <sup>2</sup>	100 g/m <sup>2</sup>	110 g/m <sup>2</sup>	120 g/m <sup>2</sup>
80 g/m <sup>2</sup>	0	0.41	1.37	1.52	2.59
90 g/m <sup>2</sup>	0.41	0	1.08	1.21	2.27
100 g/m <sup>2</sup>	1.37	1.08	0	0.22	1.36
110 g/m <sup>2</sup>	1.52	1.21	0.22	0	1.3
120 g/m <sup>2</sup>	2.59	2.27	1.36	1.3	0

Tabela 2. Razlike boje između uzoraka odštampanih magenta bojom

M	80 g/m <sup>2</sup>	90 g/m <sup>2</sup>	100 g/m <sup>2</sup>	110 g/m <sup>2</sup>	120 g/m <sup>2</sup>
80 g/m <sup>2</sup>	0	0.34	0.71	1.42	2.08
90 g/m <sup>2</sup>	0.34	0	0.55	1.25	1.91
100 g/m <sup>2</sup>	0.71	0.55	0	0.74	1.38
110 g/m <sup>2</sup>	1.42	1.25	0.74	0	0.78
120 g/m <sup>2</sup>	2.08	1.91	1.38	0.78	0

Tabela 3. Razlike boje između uzoraka odštampanih žutom bojom

Y	80 g/m <sup>2</sup>	90 g/m <sup>2</sup>	100 g/m <sup>2</sup>	110 g/m <sup>2</sup>	120 g/m <sup>2</sup>
80 g/m <sup>2</sup>	0	1.09	1.37	1.82	2.13
90 g/m <sup>2</sup>	1.09	0	0.44	0.89	1.12
100 g/m <sup>2</sup>	1.37	0.44	0	0.49	0.77
110 g/m <sup>2</sup>	1.82	0.89	0.49	0	0.37
120 g/m <sup>2</sup>	2.13	1.12	0.77	0.37	0

Tabela 4. Razlike boje između uzoraka odštampanih crnom bojom

K	80 g/m <sup>2</sup>	90 g/m <sup>2</sup>	100 g/m <sup>2</sup>	110 g/m <sup>2</sup>	120 g/m <sup>2</sup>
80 g/m <sup>2</sup>	0	0.56	1.04	2.37	3.33
90 g/m <sup>2</sup>	0.56	0	0.55	1.89	2.84
100 g/m <sup>2</sup>	1.04	0.55	0	1.35	2.3
110 g/m <sup>2</sup>	2.37	1.89	1.35	0	0.98
120 g/m <sup>2</sup>	3.33	2.84	2.3	0.98	0

#### 4. ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata moguće je zaključiti da površinska masa podloge za štampanje utiče na kvalitet štampe, ali da njen uticaj nije toliko veliki i da razlike nisu značajne jer je u pitanju mala razlika između papira najveće i najmanje površinske mase (40 g/m<sup>2</sup>). Ukoliko bi razlike u površinskoj masi između uzoraka bile veće, javile bi se i veće razlike u kvalitetu štampe.

U daljim ispitivanjima posebna pažnja bi trebala da se obrati i na sjajne papire, a bilo bi interesantno posmatrati kako se u elektrofotografiji ponašaju i uzorci odštampani tečnim tonerima.

#### 5. LITERATURA

- [1] Novaković, D., Kašiković, N. (2013) Digitalna štampa. Novi Sad, Fakultet tehničkih nauka
- [2] Konica, (2020) [Online] Available from: <http://brochure.copiercatalog.com/konica-minolta/bizhubc364eseries.pdf>, [Accessed 27.10.2020].
- [3] Partxpres, n.d. Techkon SpectroDens Premium spectro densitometer (used). [Online] Available from: <http://www.partxpres.com/densitometers/25006-techkon-spectrodens-premium-spectro-densitometer-used.html> [Accessed 27.10.2020]
- [4] Polyprint (2019) High quality textile inks powered by Dupont ARTISTRI® [Online] Available from: <http://www.polyprintdtg.com/products/inks/>, [Accessed 05.10.2019].

#### Podaci za kontakt:

**Darko Despotović**

E-mail: [darkodespa@gmail.com](mailto:darkodespa@gmail.com)

**dr Nemanja Kašiković**

E-mail: [knemanja@uns.ac.rs](mailto:knemanja@uns.ac.rs)

**Ana Lilić**

E-mail: [lilic.ana@uns.ac.rs](mailto:lilic.ana@uns.ac.rs)

**ANTI PANDEMIJSKI HABITAT****ANTI PANDEMIC HABITAT**Nikola Živanović, *Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad***Oblast – ARHITEKTONSKO PROJEKTOVANJE**

**Kratak sadržaj** – *Ovaj istraživački rad ima za cilj prikazivanje mogućnosti projektovanja svakidašnjih arhitektonskih programa u vanrednim situacijama i prilagođavanje korisnika na nove uslove života.*

**Ključne reči:** *Pandemija, Habitat, Stanovanje, Uslužne delatnosti, Objekti kulture, Promenada, Staklena bašt*

**Abstract** – *This research work primarily aims at presenting new ways of designing usual architecture during pandemic circumstances. Thus, modifying everyday life according to new rules of living.*

**Keywords:** *Pandemic, Habitat, Housing, Cettering, Culture, Glass House*

**1. UVOD**

Sama organizacija života u vanrednim uslovima je nešto na šta nismo navikli, nešto što se dešava iznenada i nešto što nas kao društvo i civilizaciju zatiče iz jednog kriznog u drugi krizni period nespemne u vidu organizacije, vršenja ključnih potreba pojedinaca za opstanak i toga da pojavom različitih epidemija i pandemija norme društva u socijalnom i materijalnom i svakom drugom smisli menjaju u veoma kratkom vremenskom periodu. Potrebno je promeniti funkcionalne celine objekata, način ostvarivanja arhitektonskih programa kao i ostvariti potrebne higijenske uslove da bi novi način postojanja zadovoljio stare navike i učinio prelaz u novu normu življenja podnošljivijim za pojedince omogućivši korišćenje poznatih navika u uslovima evoluiranja ljudske rase. Ovaj projekat se može posmatrati kao neka vrsta modula izolovane gradnje u pandemijskim uslovima jer svojom strukturom trpi promenu svojih funkcija i samim nastavljanjem, nizaњem, ovih struktura moguće je ostvariti stvaranje naselja. Razdvajanjem namena i ostvarivanjem dovoljnog broja slobodnih površina stvara se prostor koji je moguće koristiti u vanrednim uslovima na način koji je prihvatljiv i van takvih dešavanja.

**1.1. Uzrok potrebe za projektom**

Pojam pandemije je opšte poznat, a ona zapravo predstavlja zarazu koja se u toj meri raširila da je obuhvatila više naroda i populacija, ona nastaje od epidemije koja je vezana za granice jedne države, a kada zaraza pređe granice te države postaje pandemija i tada počinje zajednička borba za iskorenjavanje problema koji je

pogodio veliki broj ljudi i uticao na živote mnogih. Do ovakvih dešavanja ne dolazi toliko često, što je dobra stvar, ali ljudska rasa sporo uči i retko to radimo na svojim, a još ređe na greškama naših predaka. Upravo zato dolazi do toga da nismo spremni kada se dogodi epidemija svetskih razmera i uvek se ponašamo izgubljeni i iznenađeni, kao da takvi događaji ne mogu da se dogode nama i ako nam istorija pokazuje drugačije. Razlog širenja zaraznih virusa je jasan, povećanjem broja stanovništva u naseljima smanjuju se higijenski uslovi i kvalitet života opšte populacije postaje niži, a higijenski standardi u multimilionskim gradovima skoro nepostojećiji, što direktno dovodi do pojave novih vrsta virusa, bolesti i zaraza, koje se svojim tokom neke manje, a neke više i brže šire i izazivaju opštu pometnju u zdravstvenom sistemu jedne države, a onog momenta kada ta država ne može da podnese količinu obolelih i da kontroliše njihovo kretanje i načine širenja zaraznih bolesti dolazi do pojave pandemije.

**1.2. Predlozi projekata**

Promenom klimatskih uslova, prenaseljenošću i manjkom resursa, polako dovodimo izvore našeg života i civilizacije do ivica postojanja, što dovodi do ideje da potrebna promena dizajna prostora, izrada alternativnih rešenja koja bi pomogla očuvanje ljudske rase u najgorim situacijama. Ovaj projekat predstavlja jedan vid post apokaliptične arhitekture jer svojim načinom funkcionisanja korisnika postavlja u svet koji je dovoljno izmenjen na ono na šta je pojedinac navikao i svojim predlozima korišćenja objekata daje naznake mogućeg utopijskog rešenja problema smanjenja broja populacije usled zarazne bolesti, što u određenoj meri predstavlja neku vrstu „sudnjeg dana“, apokalipse.

Iako ona nije u vidu masivnih razaranja resursa i površine planete kakvu znamo, opet predstavlja koban faktor za stanovništvo kom je potrebna nova arhitektura koja će ih zaštititi od onoga što je možda neizbežno. Istraživanja na temu drugačijih vrsta ljudskih naseobina nisu nov pojam, šezdesetih godina prošlog veka NASA je vršila ispitivanja u okviru programa nazvanog „Sealab“ (Morska laboratorija), u kom su formirali tri podvodna habitata koji su postojali kao takvi duži vremenski period i u kojima su ispitanici živeli i radili.

Svima su poznata istraživanja života na Marsu ili Mesecu, kao mogućim destinacijama na kojima bi ljudska rasa mogla da se naseli i proširi, kao potencijalnim lokacijama u slučaju potrebe za opstankom na mestu koje nije čak ni planeta na kojoj smo. Napredovanjem tehnologije i rastom finansijske moći istraživanja na ovu temu traju već duže od šest decenija.

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila prof. dr Jelena Atanacković Jeličić.**

## 2. KONCEPT PREDMETNOG PROJEKTA

Izborom pozicije ovog idejnog rešenja kompleksa nametnut je jedan od dva tipa obalnih struktura, one koje su na samoj vodi i one koje se pružaju duž obale. S obzirom da je izabrano da se kompleks nalazi na obali potrebnom neophodno je smisliti šetalište i urediti priobalje. Ideja je da se projekat podeli na četiri nivoa.

Prvi nivo je šetalište koje se spušta na peščanu, Oficirsku plažu koja je produžena u skladu sa položajem i razvijanjem kompleksa, a koje bi u isto vreme služilo kao veza sa objektom i predstavljalo svojevrsan galerijski „hodnik“ na otvorenom.

Drugi nivo bi bila galerija kojoj nije moguć pristup sem posmatranje eksponata spolja, ona bi bila neka vrsta izloga gde posetioци ne bi morali da rizikuju svoje zdravlje ulaskom u sam objekat kulture.

Ovaj nivo kao i prethodni, a takođe i naredni nivoi bi u slučaju proširenja kompleksa bi li nastavljani svojom namenom sem na trećem nivou koji bi namenu menjao.

Treći nivo je nivo uslužnih delatnosti, u modularnom delu restoran, u ovom programima bi bilo obezbeđeno distanciranje posetilaca i dezinfekcioni uslovi beskontakne usluge i održavanja.

Četvrti nivo koji čini jednu celinu, a ima dve namene su prostori za stanovanje koji se kao i prva dva nivoa nastavljaju u istoj formi u slučaju proširenja kompleksa.

Način na koji stanovanje ima dve funkcije postiže se u dva nivoa, gde bi se prvi novi koristio kao prostor za život, a drugi nivo kao zastakljena bašta.

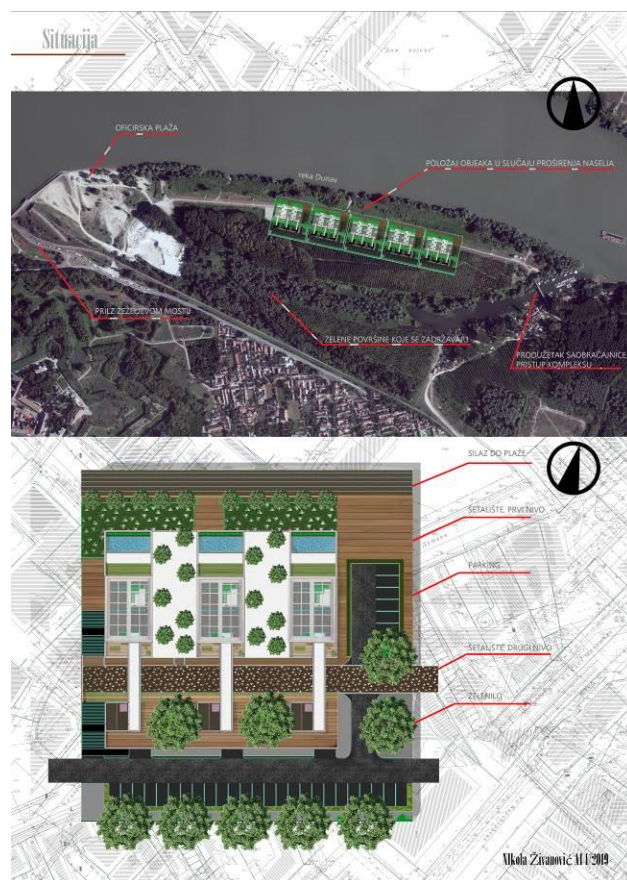


Slika 1. Dijagram prostora

## 3. URBANISTIČKO REŠENJE PARCELE

Pozicija lokacije kompleksa je u Petrovaradinu (Novi Sad), oivičena sa severne strane rekom Dunav, sa južne strane ulicom Reljkovićeve, na istočnom delu je rukavac reke Dunav, na istoku je Žeželjev most i Oficirska plaža. Pristup parceli bi se vršio izradom isključenja iz ulice Reljkovićeve na mestu gde ulica ima poluskretanje ka Žeželjevom mostu. Izradom ovog isključenja bilo bi neophodno izraditi projekat saobraćajnice koja bi pratila trenutno postojeći neplanski put, a svojim tokom prelazila rukavac reke Dunav, na kom bi bilo potrebno predvideti kolsko pešački most. Ceo kompleks bi imao kružno kretanje, od pomenute ideje za ulaz u kompleks preko novog mosta, duž kompleksa uz izlaz na Žeželjev most pored Oficirske plaže gde bi se uradila mostovska petlja za priključenje na sam most.

Urbanističkim predlogom bi moglo proširenjem kompleksa da se od ovog dela priobalja napravi izolovano ostrvo, produžavanjem rukavca reke stvorilo bi se zapravo poluostrvo, mostovski povezano sa ostatkom kopna, što bi još više uticalo na sigurnost i higijensku odvojenost i izolaciju celine. Redanjem modularnih jedinica projekta jedne uz drugu bi se formirala saobraćajnica koja bi imala dužinu i oblik koji odgovara količini dodatih modula na početni projektovani, što bi uticalo na gustinu naseljenosti, ali ne i na bezbednost stanara, korisnika, prostora. Saobraćajnice bi bile kolske i pešačke, a bez obzira na razvoj i broj modularnih jedinica, šetalište bi se predviđelo celom dužinom prostora.



Slika 2. Situacioni prikaz parcele

## 4. ARHITEKTONSKI PROGRAMI PROJEKTA

### 4.1. Analiza promenade u okviru projekta

Rešenje promenade kompleksa zamišljeno je kao kombinacija stepeništa, rampi i ravnih površina koje prate obalu reke i odstupaju od prave linije kako je to zahtevano od terena, a zanimljivost samom iskustvu boravka u ovom prostoru daju namene ostalih nivoa i način na koji su delovi objekta prepušteni odnosno uvučeni u odnosu na liniju obale.

### 4.2. Analiza objekta kulture u okviru projekta

Zamišljen kao izložbeni prostor slika, prostornih kompozicija, vizuelne umetnosti, nivo 2 je galerijski izložbeni prostor kom je posetiocima omogućen pristup samo sa spoljašnje strane, odnosno dela promenade do obale. Na ovaj način prostor šetališta omogućava dovoljan prostor između posmatrača, kontakt sa izloženim delima nije moguć, a cirkulacija vazduha je konstantno obezbeđena.

Visinski kapacitet ovih prostora je pet metara, što ga čini optimalnim prostorom za izlaganje umetničkih dela i kompozicija malih i srednjih razmera.

### 4.3. Analiza gostionice u okviru projekta

Restoran zamišljen za ovaj kompleks sastoji se od gostionice koja je na trećem nivou kompleksa, magacina koji je na nultom nivou i međunivoa, polusprata koji služi za mehanizaciju koja se koristi u funkcionisanju ideje restorana.

Namera je da se stvori prostor koji bi se koristio za obedovanje tako da parovi ili porodice koje pristupaju prostoru budu izložene brznoj dezinfekciji kroz jedan vid komore ili vetrobrana i da nakon toga budu upućeni do svojih unapred rezerviranih stolova.



Slika 3. Prikaz enterijera kompleksa

### 4.4. Analiza stanovanja u okviru projekta

Poslednji nivo objekta namenjen je jednoporodičnom stanovanju koji sadrži staklenu baštu na drugoj etaži. Prostor je koncipiran kao stambena jedinica za maksimalno pet pojedinaca. Prostorije koje stambena jedinica sadrži su uobičajene i nije bilo potrebe da se uvode posebne mere zaštite u okviru samog funkcionisanja privatnog prostora.



Slika 4. Sintezni prikaz kompleksa

## 5. ZAKLJUČAK

Projekat je započet nošenem idejom sigurnosti u vremenu koje je karakteristično za ljudski rod, učenje, odnosno zaboravljanje loših događaja i činjenice da se istorija, a tako i pandemije, ponavljaju i da smo svaki put zatečeni onim što nam se dešava. Tako je ideja za prostor koji bi obezbedio određenu vrstu sigurnosti, ne pri apokalipsi u smislu razaranja infrastrukture planete i invazije drugih vrsta, nego virusom, nastala.

Projektom i istraživanjem je pokazano kako je moguće neke od svakodnevnih aktivnosti i arhitektonskih programa prilagoditi novoj normi, a verujem da bi se na sličan način i razradom ideja moglo doći do rešenja za izmenu velikog broja tipologija i funkcija u skladu sa novonastalim uslovima.

Ključni problem projekta je bio rešavanje funkcija programa na drugačiji i bezbedniji način i dovođenje razmišljanja pri projektovanju u neke nove ravni promišljanja prostora. Kombinovanjem različitih namena u jednu megastrukturu koju je moguće nastavljati ukoliko postoji potreba za tim, stvorena je neka vrsta modularne jedinice na više nivoa koji se prepliću, a ne ugrožavaju jedan drugi, tako da je moguće postojanje većeg broja korisnika u sitom prostoru, ali zahvaljujući nivoima, na dovoljnoj udaljenosti koja obezbeđuje individualnu sigurnost.

Sam prostor može delovati veoma atraktivno za korišćenje i razvijanje u situacijama kada se ne koristi u pandemijske potrebe s obzirom na postojanje šetališta i prisustva vodene površine uz kompleks. Mogućnosti ovakvih projekata su beskrajne i trebalo bi ih više istraživati i možda uvesti novu tipologiju u učenje mladih projektanata u slučaju da za ovakvim objektima i njihovom realizacijom zapravo bude potrebe.

## 6. LITERATURA

[1] <https://a3.geosrbija.rs/>

[2] Ernst Nofjert, 2002, Arhitektonsko projektovanje 37 izdanje, Beograd, Građevinska knjiga

[3] <https://mars.nasa.gov/science/goals/#goal-4>

[4] <https://www.who.int>

### Kratka biografija:



**Nikola Živanović** rođen je u Šapcu 1995. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitektura i Urbanizam, Dizajn Enterijera, Arhitektonsko Projektovanje odbranio je 2020.god. kontakt: ni6ko6la6@gmail.com

**PORODICA NAMEŠTAJA – STOLICE****FURNITURE FAMILY - CHAIRS**Teodora Bogdanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast- DIZAJN MOBILIJARA**

**Kratak sadržaj** – Rad se bavi analizom društvenih i socioloških okvira i njihovog uticaja na savremeni način života, svakodnevnici, samim tim i na nameštaj koji koristimo. Postavlja se pitanje univerzalnosti, i da li postoji jednostavno rešenje za zadovoljenje različitih potreba savremenog čoveka. Ispituje se odnos forme i materijalizacije i stilske definisanosti. Različiti aspekti analiza formirali su rešenje u vidu serije stolica, laganog i savremenog izgleda u sadejstvu sa upotrebljivošću i udobnošću.

**Ključne reči:** dizajn nameštaja, mobilijar, stolica

**Abstract** – The paper deals with the analysis of social and sociological contexts and their impact on the modern life, and thus on the furniture we use, questioning universality, and whether there is a simple solution to meet the various needs of modern men. The relationship between form and materials, and also definition and boundaries of style classification are examined. Analysis of various aspects have formed a solution in the form of a series of light and modern looking chairs in conjunction with usability, versatility and comfort.

**Keywords:** Furniture design, furniture, chair

**1. UVOD**

Od samih početaka čovekovog bavljenja svojim staništem odnosno zaklonom, postojala je težnja za unapređenjem u svakom smislu. To unapređenje je podrazumevalo da čovek tokom istorije stvara odgovor na nove potrebe i dešavanja u društvu i da kreira alate koji će mu pomoći pri realizaciji tih ideja. Razvojem društva potrebe su postale opširnije a mogućnost njihovog zadovoljenja lakša.

Kako bi došli do odgovora šta je danas potreba čoveka u kontekstu oblikovanja nameštaja, neophodno je proučiti istorijski, društveni i sociološki kontekst. Aspekt ekonomskih tokova i tehnološkog napretka je neodvojiv u pogledu izrade nameštaja.

Analizom adekvatnih primera iz prošlosti dobijamo naznake i smernice u vezi dobrih odgovora datih na slično postavljena pitanja, koja mogu pozitivno uticati na nove izazove u oblikovanju. Jedan od najkarakterističnijih elemenata uređenja enterijera jeste stolica. Ovaj izazovan mobilijar u oblikovnom smislu, predstavljao bi referentan element u ispitivanju savremenih čovekovih potreba u pogledu dizajna.

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Radomir Kojić, docent.

Samo oblikovno rešenje mora da odgovori na pokušaj stvaranja univerzalnosti u izgledu i upotrebi mobilijara. Promene životnih navika zahtevaju laganu, estetičnu i mobilnu strukturu, koja se lako uklapa u promenljive okolnosti života u dvadeset prvom veku.

**2. NAMEŠTAJ U KONTEKSTU DIZAJNA ENTERIJERA****2.1. Značaj uređenja unutrašnjeg prostora.**

Posmatranjem promena u uređenju enterijera i mobilijara kao njegovih osnovnih činilaca, uočićemo niz novih navika koje se vremenom javljaju u čovekovoj svakodnevnici, ali i niz potreba koje uvek ostaju iste. Pa tako uređenje ličnog, poslovnog ili javnog prostora, možemo doživeti kao odraz socioloških prilika u društvu, odraz ekonomskog i personalnog statusa, napretka tehnologije. Kraće rečeno, uređenje enterijera može da predstavlja kapsulu u kojoj je zaključan određen segment istorije. Iako proučavanjem različitih enterijera i njegovih sadržaja možemo dobiti odgovore i slike o društvu u kom je unutrašnji prostor nastao, u savremenom dobu uređenje enterijera je dobilo još jednu dimenziju. Novi pogled na uređenje unutrašnjeg prostora donosi da se korisnik više ne povezuje samo na ekonomskom nivou sa datim prostorom, već on odražava i njegova interesovanja, ubeđenja, određene težnje, odnosno, ukazuje na mnogo manju i definisaniju grupu pripadnosti nego što je statusni simbol. Usložnjavanjem odnosa i dešavanja u društvu, i značaj uređenja životne sredine, kao jedne od čovekovih najvažnijih potreba ( za skloništem) je postalo slojevitije.

**2.2. Istorijski osvrt**

Kada posmatramo stilove i njihov razvoj u kontekstu arhitekture, enterijera, pa čak i muzike illi bilo koje umetnosti, svaki stil je definisan oblikovanjem i kompozicijom manjih činilaca. Tako stilove u enterijeru definiše i misao pri oblikovanju komadnog nameštaja i njihovo međusobno uparivanje. Nekada je to oblikovanje bilo direktno vezano za same veštine majstora i trenutnih tehničkih mogućnosti, pa je isti bilo mnogo lakše definisati i razlikovati.

Vremenom razlike u stilovima počinju da definišu razlike u potrebama, pristupima, početnoj misli. Stil je postao i ideologija, ekonomski i društveni stav, bunt ili aspiracija. U poslednjih nekoliko stoleća najslikovitije uviđamo promene. Američki institut za istraživanje razvoja je radio analizu o sličnosti i razlikama u dizajnu enterijera u različitim erama. Kriterijumi su bili: 1. Principi i elementi dizajna 2. Boja 3. Materijali 4. Prostorno planiranje 5. Stilska određenost [1].

Enterijeri dvadesetog veka su se bavili svim navedenim aspektima dizajna, dok devetnaesti vek nije pridavao značaj pitanju prostornog planiranja i boja. U našoj eri, zastupljeni su svi kriterijumi osim onog o stilskoj pripadnosti, i ovim najjasnije vidimo promenu i smer kretanja uređenja prostora.

### **2.3. Kulturološko – društveni kontekst**

Niz promena u funkcionisanju čoveka sveukupno možemo svrstati pod globalizaciju. Sve to uticalo je na ogroman porast informacija koje prosečan čovek obradi.

S obzirom na to da sve promene na kraju, uobličava ekonomija, naše kapitalističko društvo je okrenuto konzumerizmu. i to između ostalog, utiče i na način proizvodnje nameštaja.

Već dobro ustaljena industrijska proizvodnja, ili masovna proizvodnja, je dobro korespondirala sa novijom pojavom masovnog protoka informacija, i velikog uticaja medija. Psihološki uticaj širenja informacija čiji je sadržaj najčešće promocija materijalnih dobara i određenog načina života, je sa jedne strane uticao na proizvodnju koja je cenovno pristupačna srednjoj klasi, ali je to znatno uticalo na kvalitet i materijale u proizvodnji. Aktuelna je brza moda, gde se proizvode komadi lošeg kvaliteta, za čiju izradu je plaćena jeftina radna snaga, koja je često i neekološka i kratkog veka. Ovaj pristup se primenjuje u svim granama proizvodnje pa i u nameštaju.

Sa druge strane isti ti mediji, i porast slobode govora, su uticali da se oglašavaju ljudi nižih ekonomskih staleža, i različitih moralnih vrednost. Zbog toga se paralelno počeo razvijati niz pravaca i tema o kojima je počelo da se govori i da utiču na način života i naravno na drugačije pristupe u uređenju prostora u kom se boravi. Održivi razvoj i ekologija su postale jedne od najvažnijih pitanja koja se direktno tiču oblikovanja nameštaja.

Takođe usled potrebe za nekim sporijim životom i vraćanje vrednostima gde se teži da upotrebnim predmetima ima određeni značaj i kvalitet, i da se odbaci kratkotrajnost i površnost u odnosu prema onom što nas okružuje, vraća se ideja ručnog rada, malih privrednika, i zanatstva koje se u najvećoj meri ogleda u izradi upotrebnih predmeta i nameštaja.

Svi ovi aspekti i značaj o ideji slobode u konzumerskom društvu, doveli su do mešanja stilova i otvorenijeg pristupa u dizjnu enterijera.

### **2.3. Uticaj tehnologije na razvoj i proizvodnju nameštaja**

Industrijska proizvodnja doživljava svoj maksimum u pogledu tehnoloških mogućnosti. Razvoj robotike i računarstva, inženjerskih dostignuća su omogućila da praktično ne postoji forma koja se ne može izvesti od bilo kog materijala pri izradi nameštaja. Mogućnosti oblikovanja metala, plastike, stakla pa i drveta su veoma velike.

Mnogo su veće ograničenja samih osobina materijala nego mogućnosti tehničkih obrada istih. Novi tehnološki alati su omogućili veoma lako, brzo i precizno oblikovanje materijala. Pa tako mašine mogu da savijaju metal u više ravni, drvo je moguće iseći, gravirati, bušiti, i glodati veoma precizno, sa velikom uštedom vremena i

čovekovog rada. Sve to je znatno olakšalo izrađivanje kalupa za sve materijale koji se izlivaju, pa praktično nema forme za koju se ne može napraviti kalup. Značajna je pojava 3D štampe koja je donela potpuno drugačiji pristup u oblikovanju i dizjnu. Ove promene nisu donele samo više slobode pri stvaranju nekog komada nameštaja, nego su i ubrzale proces izrade, i promenile veštine koje su neophodne za izradu istog.

### **2.3. Stilovi u enterijeru tokom dvadeset prvog veka**

**Skandinavski stil** – Najviše se ogleda u izradi nameštaja. Izgled ovog nameštaja je inicirao skandinavski način života. Nameštaj je lagan, praktičan, neki bi rekli i minimalističan. Osvrće se na prirodu i njene forme. Veoma je jednostvan i estetičan. Karakterističan po materijalizaciji od svetlog drveta. Masovna proizvodnja pristupačnog nameštaja u kom će se uživati u svakom smislu, odnosno praktičnost sa insistiranjem na gracioznosti i lepoti je osnovna ideja ovih komada.

**Minimalizam** - Postao je ne samo stilski odrednica nego i filozofija života. Veoma je opširan i tumači se iz niza percepcija, a podstaknut je raznolikim lošim navikama i delovanjima savremenog društva, i predstavlja oprečan odgovor na njih.

Minimalizam u enterijeru je ravnih, svedenih linija, jasne i čiste geometrije. Takođe materijali i teksture predstavljaju možda i najznačajniji činilac ovakvih prostora. S obzirom da je u ovom stilu osnovni princip pitanje kvaliteta a ne kvantiteta, materijali koji se upotrebljavaju su u glavnom oni skupi i kvalitetni, ali i strogi na neki način i definisani. Sve teksture se primenjuju u veoma čistim i jasno definisanim površinama.

Često je odnos tekstura u ovim prostorima kontrastan. Pa se kombinuju topli i hladni materijali, uglačani i hrapavi, lagani i masivni. Nema ih previše u jednom prostoru. Upotrebljava se mermer, staklo, drvo, metal, beton. Ovaj pristup oblikovanju prostora se oslanja na njegovu arhitekturnost i spada u sfere visokog dizajna.

**Industrijski stil**- Industrijski dizajn enterijera je nadahnut starim industrijskim prostorima i fabrikama koji su Americi započeli preoblikovanje u loftove i stambene prostore. Pa su materijali veoma iskreni sa vidljivim instalacionim cevima. Ogoljena opeka, beton, i metalne cevi su najprepoznatljiviji elementi ove estetike. Boje su uglavnom neutralne i prirodne, sirove obrade površina, sijalična grla i sveukupna grubost u realizaciji je odlika ovog stila. Nameštaj industrijskog dizajna se najčešće povezuje sa grubom obradom metala, ili komadima izrađenim od kombinacije metala, drveta, nekad i kože. Ovaj mobilijar je grubog rustičnog izgleda, bez sakrivanja spojeva i veza elementa, šta više oni se ističu.

**Boho stil** - Boho stil je na neki način podstakao mešanje stilova, brisanje granica i određenosti stilova, i podsticanje slobode što sam stil i predstavlja. Sve to je primoralo pominjanje ovog pokreta. Boho stil je isključivo način uređenja prostora a ne pristup u izradi nameštaja.

Nameštaj koji vidamo prilikom uređenja ovakvih prostora je najrazličitiji. Ovaj stil je prepoznatljiv po svojoj dekoraciji, toplom i prirodnom ambijentu, koji podnosi niz kombinacija nameštaja, i ne spada u svedene i pročišćene pristupe uređenju prostora.

### 3. IDEJNO REŠENJE SERIJE NAMEŠTAJA

#### 3.1. Ideja i koncept

Intencija da se oblikuje komad nameštaja, odnosno stolica, koja se svojom formom uklapa u različite ambijente, kao i prostore visoke i niske estetizacije, a prosečne pristupačnosti, nagnala je dublji istraživački rad potreba savremenog čoveka, i konteksta njegove svakodnevnice. Stolica kao najizazovniji komad ali i jedan od najkarakterističnijih elemenata svakog enterijera je veoma zanimljiva za ispitivanje mogućnosti i zadovoljenja niza zahteva. Udobnost i estetika su dve najznačajnije grupe potreba i pomirenje njihovih zahteva je esencija uspešnog rezultata. Aspekt materijalizacije povezuje ove dve potrebe i karakteriše estetski doživljaj mobilijara.

Osnovna misao je bila da se objekti oslobode elemenata koji bi definisali oderđeni stil, i da se prilagode potrebama čoveka kome će služiti u nizu različitih situacija i pored stalne promenljivosti, privremenosti i kratkotrajnosti načina života u ovoj eri.

Sve predstavnike porodice nameštaja definiše lagana forma, elegantan i jednostvan izgled. Svaki komad iz date linije, posmatran kao čista forma, u zavisnosti od izbora materijala za izradu, dobija neku drugu dimenziju sopstvene ambijentalnosti. Ideja je bila izabrati onaj najoptimalniji materijal. Aspekt praktičnosti je zadovoljen mogućim rastavljanjem svake stolice, koji bi olakšao upotrebu u određenim situacijama.

Svaki opisani predstavnik linije se sastoji od 3D savijenih metalnih cevi prečnika 15 mm, i poprečnih elemenata širine 30 mm. Svi modeli za sednje imaju rasklopivu vezu sa bočnih strana koja učvršćuje i drži sklop od pritiska samog sedišta na donji ram. Poprečni elementi su vezani zavarivanjem za ram „prednjih nogu“ a ramovi su međusobno zašrafljeni.

#### 3.2. Stolica -01-

Seriya nameštaja je nastala od ideje ove jednostavne stolice. Klasična u svojim proporcijama, zadovoljila je nameru za onim univerzalnim i upotrebljivim.

Zbog svoje forme upotrebljiva je, prvo u najrazličitijim enterijerskim oblikovanjima, a i u najrazličitijim pozicijama i funkcijama unutar prostora. Linije skandinavske geometrije i lakoće, našle su se u kontrastu sa materijalizacijom od metala, i ovaj sklop je doneo niz prednosti. Stolicu „01“ je moguće koristiti i u enterijeru i u eksterijeru, materijalizacija dodatno naglašava njenu elegantnost, dugotrajna je zbog metala koji se ne haba i lako se održava. Takođe dozvoljava veoma jednostavno menjanje izgleda u vidu promene boje stolice, i jastučeta za sedenje.

Veoma bitan aspekt je bila i udobnost. Prema naučnim istraživanjima, najoptimalniji ugao za sedenje koji prija našoj kičmi je između 95° i 115°. Iako treba naglasiti da ni jedan ugao sedenja nije zdrav za naša leđa ukoliko je ono višestruko. S obzirom da ova stolica nije u kategoriji stolica za opuštanje, više teži radnom položaju, ugao sedenja je optimalnih 95°.

Proces oblikovanja je započeo idejom kombinovanja dva „rama“, koja bi bila međusobno povezana i rasklopiva. Sve mogućnosti za ispunu odnosno elemente koji bi definiisali sedalni i deo naslona su moguće. Izabrano rešenje sa poprečnim elementima koje između ostalog

dodatno učvršćuju strukturu, su doprineli ritmičnosti samog elementa i isticanju forme.



Slika 1 : stolica -01-

#### 3.3. Stolica -02-

Daljim razvojem porodice nameštaja, su se ispitivale drugačije mogućnosti uparivanja dva rama, kao polazne ideje za formu. Nosilac broja 2 u ovoj liniji je laundž stolica (lounge chair), karakterističan vid stolice namenjen udobnom sedenju koji ne zauzima puno mesta kao tradicionalna fotelja, i u kontekstu savremenog života bila je neophodan deo ove serije.



Slika 2 : stolica -02-

Iako izgledom delimično gruba, uglovi i pozicija sedalnog dela su okrenuti udobnosti. Predstavlja još jedan primer univerzalne upotrebljivosti u kontekstu stila i funkcije, i pored toga što sama sedenja podrazumeva određen način upotrebe stolice.

Udobno sedenje podrazumeva i veći ugao u odnosu naslona i sedalnog dela, pa je optimalnih 105° zadovoljilo praktične i estetske zahteve.

#### 3.4. Stolica -03-

Barska stolica sama po sebi ograničava način upotrebe iste, pa je danas najčešće srećemo u javnim ugostiteljskim prostorima. U savremenim enterijerima najčešće srećemo barske stolice industrijskog dizajna, masivne i teške, u kombinaciji metala, kože i drveta, ili lagane elegantne strukture znatno nežnijeg izgleda, potpuno suprotne industrijskom stilu. Primer stolice „04“ je upravo spona ova dva izgleda, a laka promenljivost boje ili sedalnog sundera potpuno menja doživljaj stolice.

Promena proporcija i odnosa prilikom postavljanja i savijanja ramova su osnovno sredstvo prilikom oblikovanja ovog komada namanjenog visokom sedenju. Kao i kod predhodnih članova ove porodice, boja metala i jastučeta karakteriše estetičnost komada.

Kako je položaj sedenja za šankom specifičan, proporcije naslona i nogu su sada prilagođene toj potrebi. Visoke

noge i nizak naslon, kao i uspravljen položaj sedenja su odlike ovog načina sedenja. Ugao sedenja je sada pod 95°. Dugačke noge čine strukturu vizuelno laganom, a sedalni deo utiče na njenu stabilnost i postojanost, Materijalizacija od metala je veoma praktična za upotrebu šank stolica, a u ovom slučaju je doprinela i njenoj specifičnoj estetici.



Slika 3 : stolica -03-

### 3.5. Stočić/hoklica -04-

U duhu upotrebljivosti i univerzalnosti, značajni predstavnici ove serije je šarmantan komad nameštaja, ili bolje reći forma sama po sebi, čija praktičnost i jednostavnost ga lišava određenosti po pitanju funkcije.

Blagom promenom pri prožimanju osnovnih elemenata – ramova, dobijen je upotrební predmet koji predstavlja hoklicu i pomoćni stočić.

Drugačijim formiranjem poprečnih elemenata, koji sada predstavljaju zatvorenu formu, dobijen je prostor za odlaganje ispod gornje površine. Ova elegantna ali i razigrana forma takođe lako postaje deo različitih ambijenata, a još lakše nalazi svoju upotrebnú vrednost u prostoru.

Aspekt boje ove metalne forme, u najvećoj meri utiče na percepciju estetičnosti ovog elementa, pa različitim bojama ovaj komad izgleda elegantno ili neobavezno, svedeno ili poletno.

Ovaj tip sedenja nije zahtevao određene polazaje sedalnog dela, jer se u današnje vreme koristi samo kao pomoćno sedište u kratkim vremenskim intervalima, što je i omogućilo univerzalnost pri upotrebi. Hoklica se danas najčešće koristi kao dekorativni element sa povremenom upotrebom za sedenje u ulaznim zonama, ali je korisnost upotrebe ovog komada održala njegovu proizvodnju još od vremena razvoja tronošca.



Slika 4 : Stočić/hoklica -04-

Odsustvo potrebe za naslonom kod ovog modela doprineo je drugačijem pristupu prilikom postavljanja ramova. Pa je njihovo međusobno podupiranje i položaj formirao i pomoćnu policu za odlaganje, što je uticalo i na izmenjen odnos pri oblikovanju poprečnih elemenata, odnosno elemenata ispune. Savijene cevi ramova su ponovo

prečnika 15 mm, a debljina elemenata ispune 4 mm, sa širinom od 30 mm. Elementi ispune su sada zatvoreni geometrijski oblik, ispod kojih se na obe visine nalaze poprečnice, šrafovim pričvršćenim za ramove, i one nose elemente ispune. Ovi elementi su vezani za poprečnice zavarivanjem, i njihovim šrafljenjem za ram, struktura postaje stabilna i upotrebljiva. Promena boje, dekoracije, i kreativnost prilikom upotrebe, ovaj komad čini veoma praktičnim, estetičnim i korisnim.

### 4. ZAKLJUČAK

Ideja i potreba za oblikovnim rešenjem stolice, koja svojom elegancijom i jednostavnošću predstavlja univerzalan i praktičan deo savremenog enterijera je podstakla dublje proučavanje ove problematike.

Koristeći se analizama različitih aspekata potreba i problema savremenog društva, formirana je kolekcija četiri komada nameštaja. Svaki komad predstavlja odgovor na kategoriju u načinu sedenja i upotrebljavanja tipa stolice. Pored univerzalnih problema po pitanju pozicije sedenja, svaka stolica ima drugačije zahteve korišćenja. Moderan i prijemčiv izgled ove porodice nameštaja poigrava se sa pitanjem univerzalnosti, sklada i funkcionalnosti. Atraktivna forma je dobijena jednostavnim uklapanjem ramova, koji su omogućili povoljno pozicioniranje i nagib sedišta i naslona. Geometrijska i fluidna forma, istovremeno statična ali ne i stroga u kombinaciji sa elegantnim i hladnim metalom, ove komade čini veoma primenljivim. Veoma su lagani i jednostavni za upotrebu i održavanje, a adekvatnim pristupom dobijena je i udobnost.



Slika 5 : Prikaz serije nameštaja

### 5. LITERATURA

[1] Ltd, 2009 Published by American Research Institute for Policy Development, *Journal of Engineering and Architecture*, December 2018, dostupno na: <https://doi.org/10.15640/jea.v6n2a1>

#### Kratka biografija:



**Teodora Bogdanović** je rođena u Novom Sadu 1994. godine. Osnovne studije na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitektura je završila 2019. godine. Trenutno je student master studija na smeru Dizajn enterijera.

**KONCEPT PRODAVNICA KROZ ENTERIJER STARE VAJFERTOVE PIVARE U PANČEVU****CONCEPT STORE THROUGH THE INTERIOR OF OLD WEIFERT BREWERIE IN PANČEVO**

Nikola Horvat, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast- ARHITEKTURA**

**Kratak sadržaj** – Istraživanje i povezivanje tri različite upotrebe prostora u jednu celinu, nazvanu koncept prodavnica. Dizajn enterijera istražuje interaktivnost između materijala, svetlosti, refleksije i tkanine. Rad predstavlja teorijski okvir koji daje bolji pregled i objašnjenje samog pojma koncept prodavnice.

**Ključne reči:** uređenje enterijera, kontekst, koncept, arhitektura, savremeni dizajn

**Abstract** – Exploring and connecting three different uses of space into one whole, called a concept store. The interior design explores the interactivity between materials, light transmission, refraction, reflection, and fabric. The paper presents a theoretical framework that provides a better overview and explanation of the term concept store.

**Keywords:** Interior design, contex, concept, architecture, contemporary architecture

**1. UVOD****1.2. Opis izabrane teme**

Globalna ekonomska kriza i porast kupovine na internetu dovodi do toga da tradicionalni način kupovina odumire. Kao odgovor na ovaj novi tržišni izazov, na scenu dolazi do pojave koncept prodavnica, koje kombinuju dizajn sa ekskluzivnim i jedinstvenim modnim brendovima i produktima, koje su totalno drugačije i upečatljive da standardne konkurente čine nevažnim.

Ove prodavnice implementiraju koncept na takav način da se virtuelni i fizički svet sudaraju kako bi što više sjedinile i domogle društva i okruženja u kojem nastaju.

Mnogi se pridružuju ovom stilu i trendu prodaje, sa novim ideologijama o koncept prodavnicama, koje ciljaju na određene grupe ljudi a ne na ogromne mase i koje ostavljaju lični pečat na mapi radikalnom i eksplozivnom arhitektonskom vizijom i ekskluzivnim i jedinstvenim proizvodima.

**1.2. Pojam koncept prodavnice**

Koncept prodavnica je prodavnica koja se bavi prodajom pažljivo odabrane i jedinstvene robe različitog unikatnog dizajna, koji se povezuju sa sveobuhvatnom temom prostora.

Često prikazuju i ciljaju na određen način života koji privlači njemu slične i odabrane korisnike.

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio Radomir Kojić, docent spoljne umetnosti.

Takođe se fokusira na iskustvo kroz dizajn prodavnice, međusobno povezivanje proizvoda i dodatnih elemenata kao što su događaji ili prateće usluge.

Konceptne prodavnice često kombinuju različite proizvode poput knjiga, kozmetike, mode, hrane i kućnih potrepština, sve pažljivo pripremljene kako bi privukle određenu ciljnu grupu korisnika. Pored toga, mnoge koncept prodavnice nude eksperimentalne elemente poput multifunkcionalnih ili izložbenih prostora, povećavajući svoju atraktivnost za one kupce koji žive i traže određeni način života.

Koncept prodavnica treba da podstiče posetioce da isprobaju proizvode pre nego što ih kupe pa čak i omogućava kupcima da vide, ili učestvuju u procesu proizvodnje pojedinih proizvoda.

**1.3. Cilj**

Tema koncept prodavnice u današnje vreme sve više postaje aktuelna, međutim sam pojam i ideja o njoj bivaju veoma apstraktani i nepoznati fenomeni. Povodom toga se ovaj završni master rad bavi istraživanjem koncept prodavnice i uređenjem enterijera objekta stare pivare u Pančevu kao i kako takav oblik prodavnice deluju na sociološku, kulturološku misao ljudi.

Analizama postojećeg stanja, kombinovanjem različitih programa i tipologija komercijalnih prostora, dolazi se do rešenja koje formiraju prostoru jednu celinu, dobija se jedinstveno, autentično iskustvo prostora. Ovaj rad predstavlja teorijski okvir koji daje bolji pregled i objašnjenje samog pojma koncept prodavnice.

**2. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA****2.1. Opis lokacije**

Kompleks Pivare nalazi se u centru Pančeva, u okviru starog gradskog jezgra ispomenu je kulture od velikog značaja. Deo je gradskog bloka 122 i izlazi na tri ulice: ulicu Nikole Tesle koja se kod Keja Radoja Dakića, zajedno sa ulicom Nikole Đurkovića uliva u Trg Đorđa Vajferta (pešačka zona), na ulicu Kej Radoja Dakića i ulicu Dr. Svetislava Kasapinovića. Sa druge strane ulice Kej Radoja Dakića nalazi je zona priobalja, tj. Leva obala reke Tamiš, što je posebna atrakcija lokacije. Ulica Kej Radoja Dakića teče paralelno sa rekam i povezuje nekoliko objekata vrednog kulturno-istorijskog nasleđa grada, u jednu celinu („Stara industrijska zona Pančeva“). To su Provijant magacin i stara Železnička stanica na

severozapadu i Vodotoranj, Crveni magacin, Svilara i Svetionici na ušću Tamiša u Dunav, na jugoistoku. Sam kompleks Pivare trenutno je delimično u upotrebi. Ugaoni deo kompleksa koji izlazi na ul. Kej Radoja Dakića, trg Đorđa Vajferta i ul. Nikole Tesle je u funkciji, sa ugostiteljskom (i delimično poslovnom) namenom. Određeni objekti u unutrašnjosti kompleksa, koji su u boljem fizičkom stanju, se bespravno koriste kao stambeni prostor. Ostali objekti su van upotrebe.

### 3. TEMA

#### 3.1. Ideja

Kao što je u predhodnim fazama spomenuto, početnom idejom je bilo neophodno odrediti polazne faktore. Tema koncept prodavnice kao glavni motiv, iz kojeg dalje proizilaze elementi koji formiraju novi prostor i ambijent. Kao motiv prodavnice je uzeta popularna igra "Fallout 4". Iako se u igri dešavanja zbivaju u 2287 godini nakon nuklearnog rata, igrač dobija priliku da u prvih nekoliko momenata igre sagleda i doživi prostor i način života pre apokalipse, gde se mogu primetiti očigledni uticaji 50tih, 60tih godina američkog životnog stila, i pop kulture. Modernizovana vizija tih godina prikazuje se kroz pojavu pastelnih boja, drvenih, elegantnih motiva i pojave hromiranih elemenata u različitim oblicima, kao i korišćenje novih tehnologije kao što je Ai u obliku spremača kuće. Kroz razradu teme neophodno je bilo dati i ime koncept prodavnici, gde se koriste motivi iz igre, kao što su podzemni bunker, u igri nazvani Voltovi, te se time prodavnici daje ime "Trezor".



Slika br. 1 *Fallout igra*

Pedesete su bile decenija ispunjena radošću, zračeci pozitivnim energijom trijumfalnog posleratnog oporavka Sjedinjenih Država. Akcent domaćinstva iz 50-ih bio je na udobnosti i razonodi, a decenija je bila prosperitetno vreme za većinu porodica srednje klase. Sve je više porodica hrlilo u predgrađa, napuštajući svoj gradski ugladeni način života zbog udobnog doma u susedstvu i velikog dvorišta. I pošto je bilo više vremena određeno za rekreaciju i opuštanje, dizajn enterijera i dekor postali su živopisni i zabavni.

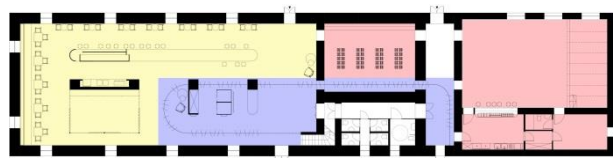
U modernim domaćinstvima budućnost je bila blizu, sa dinamičnim dizajnom pod uticajem istraživanja svemira, nauke i novih tehnologija. Ovaj čist dizajn sa skandinavskim uticajem preuzimaju stvari u svoje ruke, oblikujući ono što danas znamo kao Moderni dizajn

srednjeg veka. Dekor srednjeg veka predstavio je inovativan nameštaj i kompoziciju sobe, zadržavajući istovremeno jedinstveni vazduh futurizma u kombinaciji sa klasičnom sveameričkom privlačnošću. Pastelne boje i posude sa uzorkom napravljeno za prijatne kuhinje, dok su živopisni zidovi i nameštaj u dnevnim sobama stvoreni za savršeno mesto za smeštaj i gledanje tv-a.

#### 3.2. Koncept

Kroz predhodna poglavlja se dobija vizija i tema koja će da vodi priču prostora, i na osnovu koje se prostor dalje oblikuje. Enterijer objekta je podeljen na tri celine, koje se zadržavaju u prvobitnom obliku. S postojanjem ove tri cečine, nameće se podela prostora u smislu funkcije, gde se formiraju prostori: prodavnica garderobe, kafe sa pržionicom kafe i prodaja vinil ploča. S obzirom na cilj koncept prodavnice kao pojma, vrši se objedinjavanje i kombinovanje funkcija, tako da sve tri funkcije imaju objedinjenu ulogu i zajednički uticaj na ambijent. Garderoba (plavo) koja prolazi kroz ceo prostor, dok je prostori vinila (crveno) i kafea (žuto) okružuju, tako da zajedno komuniciraju, preklapaju i čine jednu upotpunjenu celinu.

Kocept pokušava da dočara i predstavi savremeni oblik i izgled unutrašnjeg prostora protivrečnošću i osećajem drame. Prostor se bavi savremenim pristupom oblikovanja enterijera tako da ne izgubi svoje osnovne vrednosti, fokusirajući se na istraživanje odnosa materijala, osvetljenja i elemenata u prostoru, kako bi na što kvalitetniji način doveo do usklađivanja prostora sa korisnikom a da u istom izaziva pojavu iznenađenja i odvlačenja od svakodnevnog života. Dizajn koncept prodavnice oslanja se na određene ključne elemente: kontradikcije i ravnotežu u materijalnosti i oblikovanju.



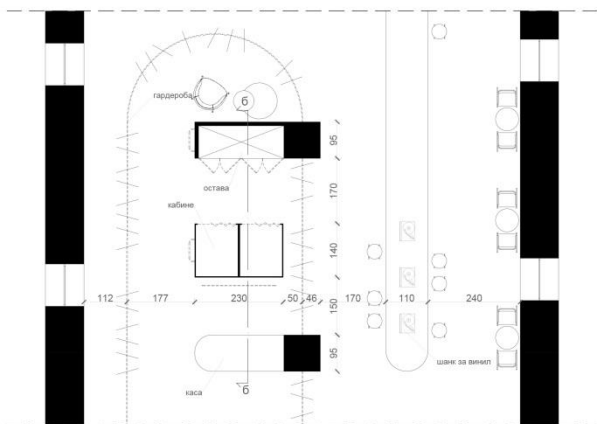
Slika br. 2 - Šema podele funkcija u prostoru

#### 3.3. Garderoba

Zanemaruje se tradicionalni pristup prodaju robe, već se prezentacija garderobe vrši kroz instalaciju u prostoru koja formira organski efekat promocije robe. Čiviluk kao oblik prikaza produkta je veoma efektivan, međutim u ovom prostoru on se pretvara u linearnu instalaciju koja prolazi kroz veći deo enterijera obojka, tačnije predstavlja reper i putanju koja vodu učesnike kroz prostor i na uzbudljiv način prezentuje produkt.

Čiviluk se izražuje na visini od 2500 mm tako da ne predstavlja fizičku prepreku u prostoru, a sa druge strane obezbeđuje razigranu pozornicu za garderobu. Ova konstrukcija je napravljena od čeličnih horizontalnih kružnih profila koji se vertikalnim elementima povezuju za plafon. Pored instalacije uz prostor garderobe se nalaze i prateći elementi kao što su: kabine za presvlačenje čiji su zidovi obloženi metalnim panelima pastelno zelene boje, dok su otvori polukružnog motiva, prodajni prostor-kasa čiji je element sastavljen od vertikalnih alu-profula

dok je radna površina prekrivena teracom, prostori ostave i prateći čiviluci koji su takođe urađeni od čeličnih profila bele boje. Namera je bila da se osmisli prostor koju bi korisnici želeli da poseti ne samo kada kupuje nešto, već iz punog zadovoljstva, celokupnog iskustva u ambijentu, gde ponekad nešto kupuje nenamerno.

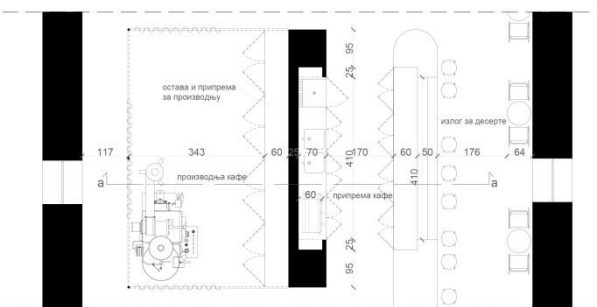


Slika br. 3 - Osnova prostora garderobe

### 3.4. Kafa i proizvodnja

U delu kafea takođe postoji preovladavajući element u prostoru. U ovo slučaju to je hipertrofirani bar, odnosno šank koji se prostoriše kroz prostor tako da deli svoju ulogu na prostor za namenjen kafeu i prostor namenjen isprobavanju i slušanju vinil ploča. U delu kafea se nalaze prostori za sedenje koji se dele na visoko sedenje i lounge zonu. Visoko sedenje se prostire celom dužom fasadom prostora iz razloga privatnosti i izlaganja ka prozorskim otvorima celom dužinom, dok lounge deo sedenja ima ulogu separea iz 50tih kao komotniji oblik sedenja koji je namenjen za duži boravak.

Deo proizvodnje kafe dele zavese u prostoru koje se kreću po šinama i po mogućnosti mogu zatvoriti/otvoriti, kao i ostatak prostora i ovaj deo treba da predstavlja pristupačnu i fleksibilnu zonu kojoj ljudi mogu posmatrati, istražiti i pristupiti. U ovoj zoni se nalaze manji aparati za proizvodnju kafe: mašine za prženje, mlevenje i sušenje kafe. Dok se sa druge strane zida nalaze upotreba proizvedene kafe u komercijalne svrhe. U delu sa šankom nalaze se i staklene prodajne vitrine sa laganom vrstom hrane i desertima.



Slika br. 4 - Osnova prostora kafea

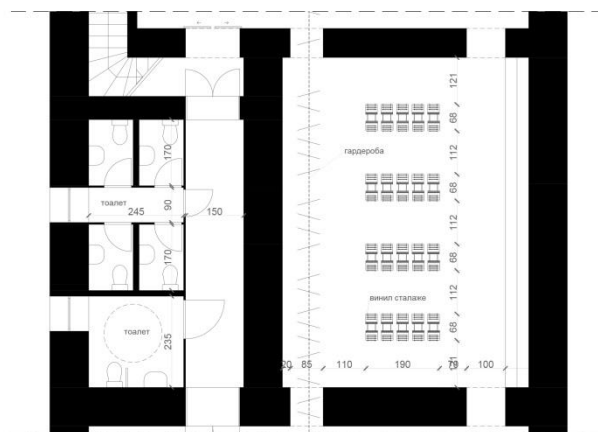
### 3.5. Vinil

Kao što je već rečeno u prethodnom poglavlju, deo sa vinilom se nastavlja na šank kafea, koji u svom donjem

delu sadrži prostor za slušanje i probavanje vinil ploča sa nekoliko vinil plejera koji su pristupačni svim korisnicima. U prostoru se takođe nalaze i samostalne zone za slušanje vinila koje predstavljaju izolovane prostoredžepove u kojima se čovek može opustiti i uživati u muzici. Glavni prodajni prostor vinila čini središnji deo objekta gde se nalaze metalne vitrine za izlaganje vinila. Bitrine za izlaganje su izrađene od čelika vetrikalnog U oblika i horizontalno su povezivani držačima u koje se smešta vinil.

Svaka od ovih jedinica je sama za sebe, tako da se mogu ponašati kao modularni elementi gde kada se sklope u jedan red dobija se čitav izlog vinila. Kroz ovaj deo prostora se takođe provlači garderoba.

U poslednjem delu objekta se nalazi prateći sadržaj, odnosno multifunkcionalni prostor sa mestom za izvođenja i performanse. To je prostor koji je namenjen različitim dešavanjima, muzici, filmu kao i svim ostalim većim okupljanjima masa. On se sadrži od manje pozornice – bine, barom i svim ostalim pratećim prostorima kao što su ostave i prostori za pripreme.



Slika br. 5 - Osnova prostora vinila

### 3.6. Materijali

Sklop materijala u objektu je kombinovan tako da čini određeni dozu mekoće, unutrašnjeg mira. Moderna, minimalna i osvežavajuća interpretacijastila stila 50tih godina, obavija korisnike da se bave samim prostorom. Čitav prostor je hladan i pod čitavog enterijera je izrađen od izlivenog betona, dok se zidovi i plafon kombinovani u belu i pastelno zelenu. Pored toga se kroz prostor pojavljuju elementi od metala i hroma, kao što su zidni paneli u različitim oblicima i kolorita, koji su opet interpretacija elemenata i motiva iz enterijera pedesetih godina. Za radne površine se koriste uglavnom alu presvlake, teraco kamen i mermerne ploče.

## 4. ZAKLJUČAK

Jasno je da u današnje vreme komercijalni prostori postaju nezanimljivi, stvaranjem novih standarda kupovine, menjaju se i načini na koji prostori funkcionišu, kao i potrebe korisnika. Iz tog razloga je neophodno naći nove, drugačije pristupe projektovanju komercijalnih sadržaja i odvojiti se od standardnih konvencionalnih okvira. S time ovaj rad prikazuje mogućnosti i prednosti koncept prodavnice, načina na koji one funkcionišu i utiču na korisnika. Koncept prodavnice su budućnost komercijalne

prodaje. Pružanje iskustva svojim kupcima presudan je element, kao i enterijer prodavnice, njeni elementi i oblikovanje, nudeći dobru organizaciju prostora i prijatan ambijent su glavni ciljevi.



Slika br. 6 - 3d prikaz dela za odmor



Slika br. 7 - 3d prikaz dela garderobe



Slika br. 6 - 3d prikaz bara kafea i vinila

## 5. LITERATURA I REFERENCE

- [1] Grubb, E.L. I Grathwohl, H.L. (1967). Koncept potrošača, simbolika i ponašanje na tržištu: teorijski pristup. *Journal of Marketing*. Vol. 31, broj 4, str. 22-27.
- [2] Petermans, A. (2013). Dizajn za iskustvo u modnoj industriji: strategije suočavanja u doba homogenizacije. Univerzitet Hasselt. Arhitektonskometnički fakultet. Belgija.
- [3] Sirgi, M. J. (1982). Koncept sopstva u ponašanju potrošača: kritički osvrt. *Journal of Consumer Istraživanje*. Vol. 9. br. 3. str. 287-300. Universiti of Chicago Press.

### Kratka biografija:



**Nikola Horvat** rođen je u Kraljevu 1995. God. Osnovne studije na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitektura završio je 2019. Godine. Trenutno student master studija na smeru Dizajn enterijera i zaposlena u projektantskom studiju u Novom Sadu kao inženjer arhitekture.

**KRITIČKA ANALIZA FOTOREALISTIČNIH I NEFOTOREALISTIČNIH  
VIZUELIZACIJA****CRITICAL ANALYSIS OF PHOTOREALISTIC AND NON-PHOTOREALISTIC  
VISUALIZATIONS**Tatjana Prčić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ARHITEKTURA**

**Kratak sadržaj** – Istraživanje se bazira na uporednim analizama fotorealističnih i nefotorealističnih vizuelizacija i definisanju njihovih prednosti i mana. Cilj istraživanja je da se ustanovi koji je vid vizuelne prezentacije pogodniji za određene vrste projekata, unapređenje projektantskog procesa, stvaranje odgovarajuće atmosfere te isticanje karaktera ambijenta.

**Ključne reči:** Arhitektura, Arhitektonska vizuelizacija, Fotorealistične i nefotorealistične vizuelizacije

**Abstract** – The research is based on comparative analyzes of photorealistic and non-photorealistic visualizations and defining their advantages and disadvantages. The aim of the research is to establish which type of visual presentation is more suitable for certain types of projects, to improve the design process, to create an appropriate atmosphere and to emphasize the character of the ambience.

**Keywords:** Architecture /Architectural visualization/ Photorealistic and non-photorealistic visualizations

**1. UVOD****1.1. Predmet istraživanja**

Arhitektonska vizuelizacija je grafički prikaz eksterijera, enterijera, prostornih struktura ili šire graditeljske celine radi njegovog boljeg razumevanja. Vizuelizacija se izvodi, kako zbog sagledavanja fizičkih karakteristika arhitekture, tako i zbog sticanja celokupnog utiska o ambijentu koji ta vrsta arhitekture nudi [1]. Vizuelizacije mogu biti fotorealistične i nefotorealistične, odnosno umetničke.

Realistična arhitektonska vizuelizacija predstavlja složen proces izrade modela, postavljanja scene sa modelima prema unapred utvrđenom planu ili ideji, postavke materijala, kao i postavljanja virtuelnih izvora svetlosti u sceni kako bi se dobio što bolji render [2]. One se rade isključivo u 3D softverima, dok se samo postprodukcija vrši u 2D softverima. Nefotorealistični prikazi se dele na ručno ilustrovane, izrađene u 2D softverima ili kombinovanjem 3D modela zajedno sa 2D grafikom. Kombinovana tehnika je najrasprostranjenija. Cilj vizuelizacije se definiše u skladu sa karakterom i namenom odabranog prostora.

Nekad je to precizno prikazan prostor, zatim isticanje detalja ili određenih prostornih odnosa, a nekad vizuelizacija

podrazumeva prikazivanje specifičnog ambijenta i atmosfere [3].

Predmet istraživanja u ovom master radu zasniva se na analizi principa koji doprinose postizanju kvalitetne scene i atmosfere enterijera i pravilnom predstavljanju određenih prostora primenom fotorealističnih i nefotorealističnih vizuelizacija.

**1.2. Problem istraživanja**

Postoji veliki broj tehnika izvođenja arhitektonske vizuelizacije. Tu se postavlja pitanje - kada jedan vid arhitektonske vizuelizacije ima prednost nad onim drugim?

Fotorealistične i nefotorealistične vizuelizacije pored odličnih rezultata imaju i svoje prednosti i mane.

Dva ključna problema kod fotorealističnog prikaza su:

- Dug period izrade
- Izostanak ili preuveličavanje prikaza atmosfere

Primenom ove vrste rendera za konceptualno rešenje, javlja se problem jer najbolji koncept nekog projekta nikad nije prvi. Baš iz tog razloga, nije pogodno uložiti veliku količinu vremena za izradu koncepta i svaku sledeću izmenu u radu. Druga prepreka kod konceptualnih realističnih rendera jeste što klijenti često videvši realan prikaz, ne obraćaju pažnju na koncept i razvijanje ideje, već se fokusiraju na materijalizaciju i detalje, koji spadaju u finalnu obradu.

U današnjoj praksi arhitektonske vizualizacije najzastupljeniji su realistični renderi, što arhitekta navodi da istražuju načine kako da sopstveni rad istaknu. Sve je prisutniji dramatični prikaz ambijenta i atmosfere sa naglašenim vremenskim prilikama, preuveličanim ili nerealnim osvetljenjem, senkama, bujnim zelenilom i dr. Problem se javlja nakon izgradnje kada se preuveličana atmosfera iz osmišljenog koncepta ne poklapa sa realnošću izgrađenog objekta (slika 1).



Slika 1. *Render Spectrum, Nya Hovås (levo); Fotografija Spectrum, Nya Hovås (desno)*

Tri ključna problema kod nerealističnih rendera jesu:

- Otežana promena perspektive
- Nepogodnost rendera kod izvođačkih projekata
- Subjektivnost osećaja za estetiku

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila prof. dr Vesna Stojaković.**

Izrada 2D rendera omogućava sagledavanje prostora samo iz izabranog ugla, odnosno onemogućava menjanje perspektive u bilo kom trenutku kao što je to moguće kod 3D prikaza. Upotreba tehnika kolaža, slikanja, crtanja i dr. nepogodna je za ilustriranje izvođačkih projekata (slika 2), gde se izvođaču jasno i nedvosmisleno moraju predstaviti konstrukcija, materijali i odnosi objekta.



Slika 2. Tatiana Bilbao, Mazatlan-akvarijum

Treći problem kod stilizovanih rendera jeste što je osećaj za estetiku subjektivan, zbog čega arhitekti moraju da prilagode svoje prikaze ukusu klijenta. Usled neslaganja senzibiliteta lako može doći do problema u komunikaciji.

### 1.3. Cilj istraživanja

Cilj rada je da se na osnovu četiri primera fotorealističnih i nefotorealističnih rendera odabranim komparativnim analizama i anketom ustanovi koji je vid vizuelne prezentacije pogodniji:

- određenim vrstama projekta (idejni, izvođački...)
- unapređenju projektantskog procesa, te realizaciji kvalitetnijih prostornih odnosa
- vizuelnim karakteristikama određenih arhitektonskih objekata (privatni, javni...)
- doživljaju posmatrača, podsticanju emocija
- stvaranju odgovarajuće atmosfere
- isticanju karaktera ambijenta
- naglašavanju individualnosti, prepoznatljivosti rukopisa stvaraoca

## 2. PRINCIPI POSTAVLJANJA SCENE

Analizom referentnih projekata uočeni su elementi koji najviše doprinose kompoziciji te su oni ispitani s ciljem utvrđivanja vremena potrebnog za njihovu realizaciju, kao i što boljeg prikaza atmosfere. Ti elementi su kompozicija, ugao sagledavanja, boja i tekstura, osvetljenje, akcenti u prostoru, ljudi i biljke.

### 2.1. Kompozicija

Kompozicija predstavlja harmonično uklapanje svih elemenata u jednu jedinstvenu celinu. Za formiranje dobre kompozicije neophodno je obratiti pažnju na veliki broj elemenata kao što su odnos proporcija slike, tačka gledišta, tj. ugao sagledavanja, pravilo trećine i dubina slike. Odnos proporcija slike predstavlja odnos širine i visine prikazane slike. Ustanovljeno je da su kod vodoravnih slika primenljiviji odnosi od 1:1.6 do 1:2 što uključuje i idealan presek, dok portretnoj orijentaciji više odgovaraju odnosi od 1:1.3 do 1:1.6.

Tačka gledišta predstavlja mesto sa koje osoba posmatra predmet ili scenu. Kod arhitektonskih enterijera upotreb-

ljava se tačka gledišta u nivou oka jer je to upravo perspektiva koja se vezuje za ljudsku percepciju.

Kod enterijera postoje preporučeni uglovi lociranja kamere pri čemu svaki od ovih uglova renderu daje utisak određene atmosfere. Centralni položaj posmatraču daje utisak stabilnosti. Pomeranjem kamere dobija se utisak dinamike koja kulminira kod dijagonalnog položaja.

Pravilo trećine je dobro utvrđen aksiom u fotografiji, umetnosti i dizajnu koji deli kompoziciju na devet jednakih delova. Preseci linija podele ili mreže nazivaju se tačkama snage ili tačkama interesa. Ovo pravilo predlaže da se glavne fokusne tačke nalaze u blizini opisanih tačaka.

### 2.2. Boje i teksture

Boja je uslovljena svetlošću i psihičkim doživljajem. Pravilnom primenom može se uticati na kompoziciju, usmeriti fokus na glavno dešavanje na sceni, postaviti određenu atmosferu ili izazvati određenu emociju. Nefotorealistične vizualizacije najčešće primenjuju pastelne boje, ali to ne isključuje u potpunosti jake boje. Njihova uloga je da naglase važnost i da skrenu pažnju na odabrani elemenat ili na specifičnost ambijenta. Kod fotorealističnih vizualizacija su u upotrebi sve nijanse, koje čine prikazani realni prostor, ali boje u najvećoj meri zavise od teksture.



Slika 3. Fotorealističan prikaz dnevne sobe



Slika 4. Nefotorealističan prikaz dnevne sobe

Teksture u nefotorealističnim renderima zavise od ideje i načina prikaza prostora. One mogu biti realistične, mogu biti teksture koje nisu vezane za arhitekturu, a mogu biti i izostavljene. Daju radu razigranost, stvaraju zanimljive i uzbudljive elemente. Kod fotorealističnih rendera teksture

i boje su neizostavno vezane jedna za drugu. One se moraju prikazati što je realističnije moguće sa svim svojim neravninama, refleksijama i raznovrsnostima. Za ovo je potrebno vremena, jer se mora obratiti pažnja na dimenzije teksture, na njenu repetitivnost, orijentaciju i uklapanje s drugim teksturama.

### 2.3. Osvetljenje

Osvetljenje kao i boja utiče na naš doživljaj i percepciju prostora. Kod stilizovanih rendera osvetljenje može biti prikazano, ali i ne mora. U većini rendera se prikazuje isključivo pomoću senki koje su uglavnom jake i izražajne, odnosno potpuna suprotnost fotorealističnim.

Osvetljenje se može prikazati kao upad svetlosnih zraka ili kombinacijom ova dva prikaza.

Dobro rešeno osvetljenje predstavlja jedan od ključnih faktora za realizaciju fotorealističnog 3D prikaza. Pozicioniranje svetla, kako unutrašnjeg, tako i spoljašnjeg, predstavlja dug i precizan proces, koji iziskuje posvećivanje puno pažnje upadu svetlosti, jačini osvetljenosti, tvrdoći senki i nizu drugih činilaca koji daju stvarni doživljaj prostora i ambijent koji želimo postići.



Slika 5. Fotorealističan prikaz muzeja



Slika 6. Nefotorealističan prikaz muzeja

### 2.4. Akcenti

Akcenti u prostoru predstavljaju bilo koji element koji se ističe. Oni zauzimaju malo prostora, ali odmah zapadnu za oko posmatrača. To proizlazi iz njihovih tekstura, boja, položaja koji su uvek naglašeni, ne uklapaju se ili su kitnjasti. Oni se koriste kod obe tehnike prikazivanja, najčešće u vidu tkanine, garderobe, slike, itd. da bi se naglasio neki deo ili kao kontrast monotonom ambijentu.

### 2.5. Ljudi

Ljudi čine veoma bitan element rendera. Oni pričaju priču i tako u velikoj meri doprinose prikazu atmosfere, koncepta i likovnosti projekta. Na broj ljudi, njihovu veličinu, garde-

robu, međusobne odnose, kao i odnose prema prostoru utiče ideja, tj. šta oni treba da prikažu.

U skladu sa navedenim, ljudi se u stilizovanim vizuelizacijama gotovo uvek javljaju. U privatnim prostorima, najčešće se prikazuju jedna ili dve osobe, dok se kod velikih javnih dinamičnih prostora, postavlja veliki broj ljudi, koji su često u pokretu.

Ljudi se koriste i radi naglašavanja nekih specifičnih elemenata arhitekture. Tako pogled ili ruka uprta u određeni deo automatski usmerava i naš pogled. Ovako postavljeni ljudi se uglavnom koriste u javnim prostorima.

Kod fotorealističnih prikaza je obrnuta situacija. Ljudi se uglavnom ne javljaju u ovakvim vizuelizacijama. Razlog za to je što se umetnici fokusiraju na što bolje prikazivanje detalja, materijala, tekstura i osvetljenja, te nedostatak ljudi omogućava posmatraču da se fokusira isključivo na objekat. Postizanje realističnog izgleda ljudi je vrlo teško, a često baš ti detalji odaju posmatraču utisak nefotorealističnosti. Naravno postoje izuzeci. Jedan od zastupljenijih prikaza jesu ljudi u pokretu jer oni nisu u fokusu i nemaju jasne obrise. Ovom metodom render ne gubi na realističnosti, a dobija se željena atmosfera. Ljudi se implementiraju najčešće kod javnih objekata, dok kod privatnih ne. Drugi metod jeste prikaz većeg broja ljudi u pozadinskim delovima rendera, gde fokus nije na njima.

### 2.6. Biljke

Biljke su kao i ljudi vrlo bitne za vizuelno prikazivanje doživljaja prostora, kao i koncepta. One su inkorporirane u sve vizuelizacije, pa makar i u najmanjoj meri.

Kod nerealističnih prikaza, biljke se dodaju u Photoshopu ili Illustratoru. Odabir i implementiranje predstavljaju lak proces, koji se može ostvariti na dobar i brz način. Biljke se mogu koristiti kao pozadina ili kao glavni deo scene ili zajedno, zavisi od ideje dizajnera.



Slika 7. Fotorealističan prikaz restorana



Slika 8. Nefotorealističan prikaz restorana

U realističnim renderima za dobar prikaz biljaka potrebno je dosta vremena i znanja. Biljke mogu vidno da poboljšaju scenu, ali i da pokvare utisak. U enterijerima

se biljke najčešće javljaju kao pozadinski element koji stvara prijatan ambijent i okruženje.

### 3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Prvi deo istraživanja predstavlja ispitivanje okvirnog vremena potrebnog za realizaciju svakog od elemenata. Može se ustanoviti da je najviše vremena utrošeno prilikom postavljanja kompozicije kod obe vrste rendera. Kod nerealističnih rendera vreme potrebno za ljude i biljke je dominantno, dok se kod realističnih najviše vremena utroši na osvetljenje, boje i teksture, kao i na render. Kada se sumiraju svi dobijeni podaci, rezultat je da je za realizaciju stilizovanih potrebna 1/2 ili 1/3 vremena potrošenog za realističan render.



Slika 9. Fotorealističan prikaz radionice



Slika 10. Nefotorealističan prikaz radionice

U drugom delu istraživanja je napravljena anketa, kako bi se na što optimalniji način dobio odgovor po pitanju:

1. Koja slika bolje prikazuje atmosferu prostora ?

2. Koji je to elemenat koji najbolje dočarava tu atmosferu (boje, biljke, ljudi ili sve zajedno)?

Rezultat ankete su prikazani u procentima koji pokazuju kako ispitanici doživljavaju prikazane prostore.

### 4. ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata potrebnog vremena za realizaciju fotorealističnih i nefotorealističnih vizuelizacija prilikom komparativnih analiza konkretnih primera može se zaključiti da realizacija nerealističnih vizuelizacija zahteva kraći vremenski period. Shodno tome, one su prilagodljivije promenama te su pogodnije za izradu konceptata i idejnih rešenja. Time se unapređuje proces projektovanja i stvara veća mogućnost za realizaciju kvalitetnijih prostornih odnosa.

Fotorealistične vizuelizacije daju preciznu konačnu vizualizaciju prostora sa svom materijalizacijom, teksturama, bojama, osvetljenjem i sa svim konkretnim podacima, te su pogodniji kod izvođačkih projekata.

Nefotorealistične vizualizacije daju slobodu arhitekti da u daleko većoj meri naglasi određeni karakter ambijenta ili neki karakteristični detalj odabirom i favorizovanjem određenog ili više parametra po sopstvenom afinitetu te da stvori traženu atmosferu i doživljaj prostora. Ovim se utiče na podsticanje emocija i na doživljaj posmatrača.

Odabir pristupa zavisi i od karakteristika određenog prostora, od senzibiliteta projektanta, ali i osećaja za estetiku kod naručioca projekta.

Na osnovu rezultata dobijenih u anketi jasno se može zaključiti da su nefotorealistični renderi kod dominantnog broja ispitanika bolje prezentovali ambijent određenog prostora. Kako su ispitanici istakli kriterijum naglašenog prisustva ljudi je jedan od glavnih parametara koji stvaraju i dočaravaju svrhu prostora i karakter ambijenta kod javnih objekata, dok kod privatnih glavne parametre čine boje i zelenilo.

### 5. LITERATURA

- [1] Petar Pejić, „Sistem prezentacije trodimenzionalnih modela arhitektonskih objekata metodom proširene stvarnosti, doktorska disertacija“
- [2] Branko Novaković, „Tajne zanata“, <https://tajnezanata.com/branko-novakovic3d-arhitektonski-dizajner/>
- [3] Vesna Stojaković, „Foto ili realizam? Fotorealistična arhitektonska vizuelizacija“, <https://www.gradnja.rs/foto-ili-realizam-fotorealisticnaarhitektonska-vizuelizacija/>

#### Kratka biografija:



**Tatjana Prčić** rođena je u Subotici 1995. god. Osnove studije arhitekture na Fakultetu tehničkih nauka je upisala 2014. godine, a završila 2019. Iste godine upisuje master smer na Fakultetu tehničkih nauka – Digitalne tehnike, dizajn i produkcija u arhitekturi i urbanizmu.

kontakt: tanja.prcic@gmail.com

**TURISTIČKI KOMPLEKS „KARAŠ“ U JASENOVU****TOURIST COMPLEX „KARASH“ IN JASENOVO**Jelena Motorov, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast- ARHITEKTURA**

**Kratak sadržaj** –Tema rada jeste preuređenje prostora na obali reke Karaš u Jasenovu i njegovo pretvaranje u turistički kompleks. Cilj rada jeste prezentovanje vrednosti sela i reke koja pored njega prolazi i njihov razvoj uz očuvanje istorije, sa mogućom budućom zaštitom.

**Ključne reči:** Turizam, kompleks, reka, uređenje

**Abstract** –The topic of the paper is the rearrangement of the space on the bank of the river Karash in Jasenovo and its transformation into a tourist complex. The aim of this paper is to present the values of the village and the river that passes next to it and their development while preserving history, with possible future protection.

**Keywords:** Family house, valorization, adaptive re-use

**1. UVOD**

„Medicus curat, natura sanat.“

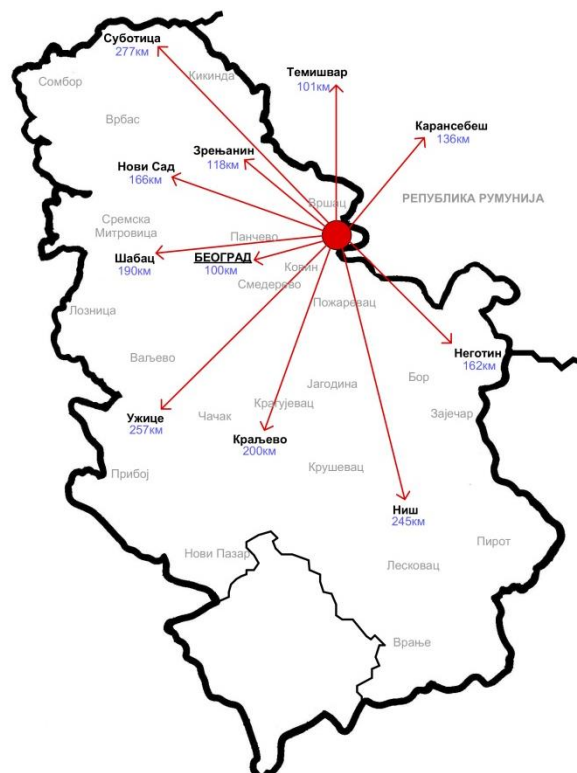
Od davnina je poznato da zelena flora, plavo nebo i bistar potok pozitivno utiču na naše fizičko i mentalno zdravlje. Živi svet koji nas okružuje, svojim mirisima, zvukovima i vizurama, leči dušu. Stari Latini govorili su da lekar leči, a priroda ozdravljuje. Ideja ovog rada jeste iskoristiti lepotu koju nam je priroda pružila pokraj seoske idile Jasenova i tu napraviti turistički kompleks za ozdravljenje duše. Potencijali ovog mesta neiskorišćeni su i zanemareni. Osnovni cilj je prezentovanje vrednosti sela i reke Karaš koja pored njega prolazi, njihov razvoj, stvaranje boljih uslova života, očuvanje i isticanje istorije uz moguću buduću zaštitu, a na kraju i lični doprinos rodnom mestu.

**2. PREDMETNI ZADATAK**

Zadatak ovog rada je preuređenje prostora koji se nalazi na obali reke Karaš u selu Jasenovu. Geografski položaj, istorija područja, kao i njegove prirodne odlike daju mu veliki turistički potencijal. Nakon dugogodišnjeg praćenja razvoja ovog prostora, njegovog istraživanja, korišćenja, uočavanja svih njegovih mana i vrlina, stvorena je potreba za stručnim preuređenjem istog u cilju maksimalne iskorišćenosti njegovog potencijala. Poštujući, pre svega, prirodu i duh mesta, načela i smernice prema građevinskim dozvolama, kao i potrebe ljudi koji tu dolaze, napravljen je predlog preuređenja prostora koji u potpunosti zadovoljava njegove korisnike. Osnovni sadržaji, kao što su plaža, letnji kafe bar, dva sportska terena i park skulptura, već postoje. Bilo je potrebno sve to podići na jedan viši nivo, uz proširenje sadržaja i izgradnju neophodnih objekata.

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Marko Todorov.

**3. ISTORIJSKO GEOGRAFSKI PODACI****3.1. Lokacija turističkog kompleksa**

Slika 1: Udaljenost lokacije od većih gradova

Jasenovo je malo mesto u severoistočnom delu Srbije (slika 1), u južnom Banatu gde svojom visinom dominiraju Vršacke planine, sa Guduričkim vrhom (641m), najvišim vrhom Vojvodine. Jedno je od četrnaest naselja u opštini Bela Crkva. Susedne opštine su Vršac, sa severne i severozapadne strane i Kovin, sa jugozapadne strane. Ceo istočni i jugoistočni deo opštine graniči se sa Republikom Rumunijom. Jasenovo predstavlja najveću i najvažniju raskršnicu puteva u dolini reke Karaš [1].

Glavni putevi vode ka Vršcu, Beogradu i Rumuniji. Saobraćaj je intenzivan, što zbog samog magistralnog puta, što zbog prirodnih dobara koje privlače posetioce. Belocrkvanska jezera predstavljaju jedinstvenu turističku ponudu u Vojvodini i za njih su mnogi čuli. Dok Karaš, zbog loše reklame, tačnije zbog nepostojanja reklame, poseti mnogo manji broj ljudi. Dosta putnika samo projuri ovuda, ne znajući da se na samo dva kilometra od centra sela i puta kojim prolaze, nalaze prelepi vodeni slapovi i uređena plaža „Gat“. Karaš je, sa svojim šumama, prirodna granica naselja sa severozapadne strane.

### 3.2. Plaža „Gat“

Bila je to divlja plažica na koju su dolazili samo meštani sela. Most, uska plaža sa ogromnim drvetom, gusta, neprohodna šuma na petnaestak metara od obale, vodopad i merdevine za silaz u vodu koje su i danas tu.



Slika 2. Leto na Gatu sedamdesetih godina 20. veka

Sve je počelo 2000. godine, kada je gospodin Srpko Savić, diplomirani pravnik, došao na ideju da bi uz pomoć mladih dobrovoljaca mogao malo urediti plažu i tu napraviti letnji bar. Tadašnja omladina je to orno prihvatila, te su sa velikom voljom i mladalačkom energijom počeli da raskrčavaju šumu i uređuju plažu po idejama gospodina Srpka. Njegov duh se potpuno uklopio sa mladim momcima, te su radovi prilično brzo napredovali. Ekološko društvo „Karaš“ osnovano je 1. juna 2003. godine. U periodu od 2001. do 2003. godine, raščišćen je deo obale do šumskog putića, napravljen je plažni bar, odbojkaški teren i dečije igralište. U tom periodu prokopana je i pumpa za vodu. 2004. godine, napravljen je toalet i košarkaški teren. Godinu dana kasnije, u organizaciji Ekološkog društva „Karaš“ i Mesne zajednice Jasenovu, ovde se prvi put okuplja vajarska kolonija, nakon koje se izlivaju postamenti za prve skulpture izrađene od punog drveta. Tako ovaj kompleks 2007. godine dobija i svoj park skulptura. U ovom periodu izgrađen je još jedan kafić i raščišćen prostor za kamp. 2010. godina bila je namenjena rekonstrukciji dotrajale brane i rečne obale, uz veliku pomoć seoskog mlina. Izliven je novi sloj betona preko armaturne mreže, a obala koja je počela da se odranja u donjem delu reke, utvrđena je drvenim talpama. Teretana na otvorenom napravljena je 2017. godine, a u poslednjih par godina radovi se baziraju na izgradnji ergele za konje.

### 3.3. SWOT analiza

Najveća snaga ove lokacije je sama priroda, a ona se ne može sagraditi. Rečni tok sa slapovima i zelenom obalom predstavlja lepotu u kojoj treba uživati i ono može biti sasvim dovoljno da privuče posetioce. Pristupačna obala, čista i mirna voda omogućavaju lak i bezbedan ulazak u reku, dok stari hrast na plaži štiti od jakog sunčevog zračenja. Ako se u ovoj prelepoj prirodi stvore dodatni sadržaji, kao što je već učinjeno sa kafe barom i sportskim terenima, plaža još više dobija na značaju. Mali objekti i mobilijar, napravljeni od prirodnih materijala u etno stilu, dodatno oplemenjuju prostor. Pored prirodnih, ovo mesto ima i istorijsku vrednost. Betonski bunker na samoj obali,

temelji nemačke kuhinje, kao i betonski stub od starog mosta na sredini rečnog korita, svedoče o periodu iz drugog svetskog rata, kada je prostor korišćen u potpuno druge svrhe. Prelepa priroda je nastanila ovaj prostor, a ljudska ruka stvorila istoriju u kojoj je sadašnjost najlepša.

Priroda je čudo. Koliko može biti lepa i prijatna, toliko o može biti i opasna. Mirna i tiha reka istovremeno predstavlja i najveću opasnost ovog predela. U kišnom delu godine vodostaj raste i preči izlivanjem iz rečnog korita. Kada se to desi, ostaju velike štete u okolini plaže. Mere čišćenja i sanacije štete se brzo preduzimaju, ali bare koje su ostale kao i blato, prepuštaju se prirodi da ih sama osuši. Reka, takođe, vremenom dubi obalu, te može doći do njenog odrona tamo gde je ona nešto viša, ukoliko se na vreme dobro ne utvrdi. Još jedna od slabosti ovog prostora je ta što kroz njega prolazi atarski put, te se često mogu videti traktori i kombajni koji ostavljaju tragove za sobom. Na samom kraju treba napomenuti i to, da je za sve što se napravi potrebno i održavanje istog, što u ovom delu nažalost nije slučaj...

Potencijal ovog prostora je veliki. Na prvom mestu je njegova lokacija, blizina rumunske granice i dobra saobraćajna povezanost sa ostalim gradovima. Bela Crkva je već poznato turističko mesto gde se održavaju moto skupovi, karneval cveća i druge manifestacije. Ako bi svi ovi turisti čuli za plažu Gat i njene lepote, ne sumnjam u to da bi svratili, jer je većini to usput. Specijalni rezervat prirode Deliblatska peščara, predstavlja zaštićeno područje i njena blizina daje mogućnost dobro povezane turističke ture u južnom Banatu. Što se tiče samog Jasenova, uz malo truda i rekonstrukciju nekih objekata, značajno bi se povećao broj sadržaja, ali i smisao ovog naselja. Mlin se nalazi na par stotina metara od plaže Gat i u svom kompleksu sadrži ogromne istorijske građevine, peščanu plažu i vodopad. Ovaj prostor mogao bi se pretvoriti u banju ili hotel za odmor u prirodi. Sa malim ulaganjima i velikim trudom, dobilo bi se pravo turističko mesto sa etno kompleksom na reci i akcentom na istorijske vrednosti.

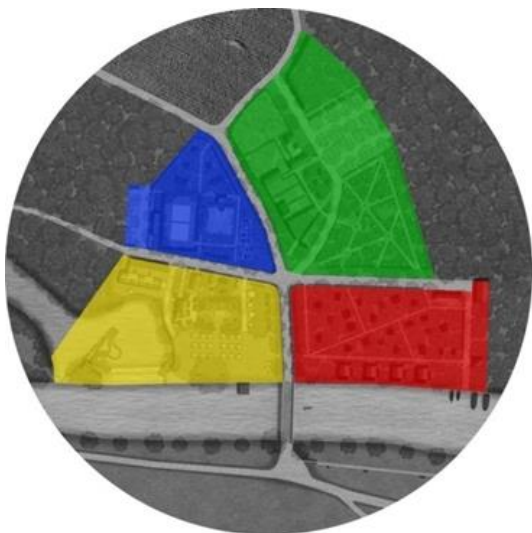
Današnje društvo i nove generacije, u poslednjoj deceniji, ne ostavljaju baš lep primer ponašanja prema prirodi i svojoj okolini generalno. Oni zagađivanjem životne sredine i uništavanjem njenih prirodnih i radom stvorenih vrednosti, predstavlja najveću pretnju. Pre tačno dve decenije, omladina se udružila i od nekadašnje neprohodne šume napravila prostor za uživanje. Današnja omladina nije takva. Njeno okupljanje često dovodi do neke štete, a ostavljanje smeća za sobom je izgleda postalo potpuno normalno. Čast izuzecima. Druga pretnja tiče se konkretno ove lokacije. Put koji vodi od sela do plaže, ujedno vodi i do seoskog mlina. Kamioni teški i do četrdeset tona prolaze ovuda i razaraju svaki pokušaj rekonstrukcije ovog puta. Pored ljudske ruke i priroda preči na svoj način. Vremenske prilike direktno utiču na nivo, temperaturu i bistrinu reke. Nakon jače kiše voda se zamuti, njena temperatura opadne i nekoliko dana nije za kupanje. Ipak, na vreme ne možemo uticati, priroda nam ne dozvoljava. Ona je svoja i nepredvidiva, ali upravo iz tog razloga je najlepša.

## 4. PREDLOG PREUREĐENJA

### 4.1. Prostorna organizacija

Cilj rada jeste da se postojeće stanje preuredi tako da većina postojećih sadržaja ostane na svom mestu, uz dodavanje novih sadržaja, a sve u skladu sa prirodnim okruženjem. Dodavanjem novih sadržaja proširuju se i granice kompleksa. Rečni tok predstavlja prirodnu granicu na jugu, na severu granicu stvara atarski put, a istočna i zapadna granica određene su u skladu sa prostorom koji zauzimaju sadržaji i one idu do privatnih parcela.

Ceo kompleks podeljen je na četiri prostorne celine koje su odozgo jasno definisane i odvojene kolskim prolazima i upravo pored ove raskrsnice postavljena je mapa kompleksa. Jugozapadna celina (slika 3: žuta površina) namenjena je pre svega kupanju i sadržajima koji idu uz plažu, dok u severozapadnom delu (slika 3: plava površina) najveću površinu zauzimaju sportski tereni. Severoistočna (slika 3: zelena površina), ujedno i najveća celina u kompleksu, rezervisana je za razgledanje jedinstvenih turističkih sadržaja. Obala u jugoistočnom delu kompleksa (slika 3: crvena površina) je zatvorenog tipa i namenjena je kampovanju.



Slika 3. Četiri prostorne celine u prostoru

Plaža je obogaćena neophodnim mobilijarom i podeljena na deo za odrasle i deo za decu, a između njih postavljeni su tuševi. Dečija plaža smeštena je malo dalje od reke, na mestu gde se nekada nalazio odbojkaški teren. Tu je sada posađeno nekoliko drveća kako mališani ne bi bili dugo na suncu i napravljeno je dečije igralište sa pešćanim krugovima. Plažni bar ostao je na starom mestu, ali sa novim uređenjem, a iza njega je izgrađena biciklana gde turisti mogu iznajmiti bicikle za obilazak okolnih prirodnih lepota, a meštani parkirati svoje dvotočkaše.

Na ostrvu između vodopada i kapije koja reguliše nivo reke napravljen je mali vodeni park. Nakon skakanja sa lijane, splava, mosta, spuštanja na toboganima i plivanja, mnogi ogladne. Pored bara, u prostranoj rupi dubine oko jedan metar, postavljeni su drveni štandovi za prodaju palačinki, voća i drugih grickalica, a u centru rupe nalazi se kuvar koji svakog dana sprema određeno jelo u kotliću. Ukoliko niste ljubitelji ovakve vrste hrane na otvorenom, tu je elegantniji restoran u koji ne možete ući bos i u kupaćem kostimu. Restoran je granica kompleksa u zapadnom delu.

Odbojkaški teren premešten je pored košarkaškog terena, a razdvajaju ih tribine. Teretana na otvorenom je proširena i povećan je broj sprava za vežbanje. U ovom delu, do kolskog prolaza, postavljeni su štandovi na kojima meštani mogu prodavati svoje domaće proizvode, a iza sportskih terena, u šumi, obezbeđen je prostor za roštiljanje sa određenim pravilima poštovanja prirode. Sa druge strane odbojkaškog terena, iza gustog drvoreda, izgrađen je toalet sa više kabina. U ovom delu nalazi se i parking za goste restorana i osobe sa posebnim potrebama.

Park skulptura je proširen i opremljen novim klupama, rasvetom i šahovskom tablom sa novim skulpturama - figurama. Pored tora napravljen je mini zoološki vrt sa pratećim objektima. Veliki parking smešten je u ovom delu kompleksa, kako bi turisti prolazili kroz zoološki vrt do plaže ili kroz park skulptura do kampa. Nekolicina turista koji su ranije dolazili na plažu, nisu znali da upravo tu postoji tor sa konjima. Postavljanjem parkinga baš u tom delu, ovaj problem neupućenosti će biti rešen, a staza koja vodi do plaže biće zanimljivija.

Desno od mosta nalazi se mirniji deo kompleksa, namenjen kampovanju ili noćenju u bungalovima postavljenim uz samu obalu. U uglu kampa napravljeni su tuševi sa toaletom. Gusta šuma i prostorna organizacija obezbeđuju mir i privatnost kamperima. Pored kampa nalazi se kajak i kanu klub koji je ujedno i granica istočnog dela kompleksa. Ovde je parkiran brodić koji vozi u turistički obilazak reke Karaš.

### 4.2. Primenjeni materijali, mobilijar i osvetljenje

Izbor materijala za izgradnju, rekonstrukciju i dogradnju objekata napravljen je u skladu sa prostorom na kom se objekti nalaze, kao i njihovom namenom. To su uglavnom prirodni materijali poput drveta i kamena.

U enterijerima je uglavnom zastupljen nameštaj modernog stila, sa određenom dozom skandinavskog ili etno stila u vidu nekih detalja. Dominantne boje su bela, crna, siva i tekstura drveta koja daje toplinu. Materijali koji se javljaju su drvo, kamen, metal, medijapan, koža, štof... Materijalizacija u restoranu projektovana je po propisanim standardima, a to se najviše odnosi na kuhinju i nameštaj koji se nalazi u njoj [2]. Mobilijar u eksterijeru podrazumeva rasvetu, klupe za sedenje, kante za otpatke, žardinjere, držače za bicikle, opremu za dečije igralište i teretanu na otvorenom, štitive za pojedina stabla, rasklopive ležaljke za plažu, suncobrane i mnoge druge elemente koji će obezbediti ugodan boravak u prirodi.

Kada je reč o turističkom kompleksu, tu je zastupljeno nekoliko programa koji zahtevaju različite tretmane kada je osvetljenje u pitanju.

U bungalovima je zastupljeno ambijentalno i radno osvetljenje. Restoran zahteva primenu ozbiljnije rasvete koja se takođe može podeliti na ambijentalno i radno osvetljenje. Obzirom da se kafe bar nalazi na otvorenom prostoru ispod nadstrešnice, preko dana dobija dovoljnu količinu prirodne svetlosti. Kada padne mrak ovaj prostor ima akcentovano osvetljenje, sa pomoćnim radnim osvetljenjem u samom šanku. Što se tiče eksterijera, rasveta se prostire duž čitavog kompleksa. Reflektori su upereni u vodopad i sportske terene, a posebna pažnja posvećena je rasveti u parku skulptura.

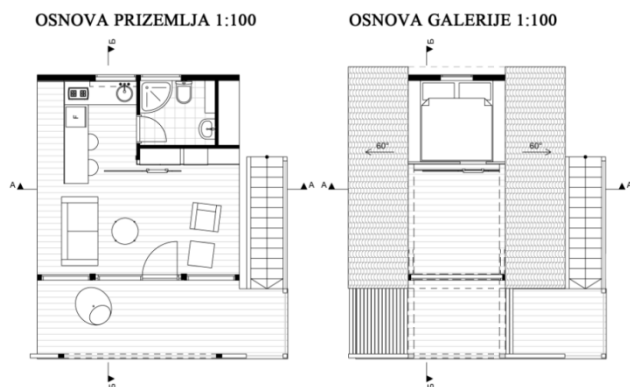
## 5. ARHITEKTONSKO REŠENJE BUNGALOVA

Spajanjem šatora, sojenice i brvnare i uzimanjem najistaknutijih karakteristika ove tri smeštajne jedinice dobijen je savremen izgled bungalova sa dubokom istorijskom podlogom.

### 5.1. Funkcionalna organizacija

Celom dužinom južne fasade proteže se terasa, a do nje se dolazi drvenim stepeništem. Natkrivena je drvenim tremom koji delimično propušta sunčeve zrake. U apartman se ulazi sa ove terase, kako bi druga strana ostala zatvorena i iskoristila se za postavljanje kuhinje i kupatila. Ceo zabatni zid na južnoj fasadi je zastakljen kako bi prostor dobio što više prirodne svetlosti i korisnicima pružio otvoren pogled ka reci. Drugi zid ima po jedan otvor u kuhinji i kupatilu zbog ventilacije i još par na galeriji iznad kreveta.

Ulazna prostorija u svom sastavu ima dnevni boravak i kuhinju u levom uglu, dok je kupatilo smešteno desno od kuhinje. Iznad kuhinje i kupatila nalazi se galerija do koje se dolazi preko merdevina iza kojih je napravljen plakar za odlaganje stvari. Na galeriji se nalazi veliki krevet za dve osobe obezbeđen ogradicom, a dvosed u dnevnom boravku se može razvući tako da na njemu mogu spavati još dve osobe. Ceo prostor organizovan je tako da pruži pogled ka reci.



Slika 4. Osnove bungalova

### 5.2. Predlog uređenja enterijera

U enterijerima je uglavnom zastupljen nameštaj modernog stila, sa određenom dozom skandinavskog ili etno stila u vidu nekih detalja. Dominantne boje su bela, crna, siva i tekstura drveta koja daje toplinu. Materijali koji se javljaju su drvo, kamen, metal, medijapan, koža, štof... Zastupljen je komadni nameštaj, ali i nameštaj po meri (slika 5).



Slika 5. Komadni nameštaj u apartmanu

## 6. ZAKLJUČAK

Nakon detaljne analize i vremena provedenog u proučavanju plaže Gat u Jasenovu, jasno je zašto je neophodno insistirati na uređenju prostora ovakvog tipa. Činjenica je da prostori poput ovog poseduju veliki potencijal i mogu značajno doprineti okolini i zajednici.

Projekat turističkog kompleksa „Karaš“ u Jasenovu je studentski istraživački rad tipologije koja zahteva mnogobrojne detaljne analize. Na osnovu istraživanja postojećeg stanja, došlo se do niza prednosti i nedostataka koje ova lokacija ima. Uzimajući u obzir činjenicu da su u pitanju nedovoljno poznata lokacija i atraktivna tipologija, potrebno je što pre pokrenuti inicijativu za preuređenje ovog prostora.

Projekat turističkog kompleksa pokušava na najbolji način da odgovori na uslove lokacije, podneblja, društva, korisnika, kao i na sve programske i funkcionalne zadatke. Priloženo rešenje treba da ponudi prikaz ovog prostora, kako bi on mogao da izgleda u budućnosti i da edukuje stanovništvo ovog naselja koje obično nije upućeno u mogućnosti i potencijal reke Karaš.

„Sreća – to je biti sa prirodom, gledati je i s njom govoriti.“ - L. N. Tolstoj

## 7. LITERATURA

- [1] Bogdan T. Stanojev: Jasenovu, Odbor za proučavanje sela SANU, 1996.
- [2] Ernest, N: Nojfert – arhitektonsko projektovanje, IK Građevinska knjiga, 2012.

### Kratka biografija:



**Jelena Motorov** rođena je u Vršcu 1994. god. Osnovne studije na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti „Arhitektura i urbanizam“ završila je 2017. god. kada je upisala Master studije – usmerenje „Dizajn enterijera“. Master rad odbranila je 2020. god.

**PRIMENA PROŠIRENE STVARNOSTI ZA UREĐIVANJE ENTERIJERA NA ANDROID MOBILNIM UREĐAJIMA****AUGMENTED REALITY FOR INTERIOR DESIGN ON ANDROID MOBILE DEVICES**David Danji, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ARHITEKTURA**

**Kratak sadržaj** – Ovaj rad opisuje teorijske osnove proširene stvarnosti kao i njenu primenu za uređivanje enterijera na Android mobilnim uređajima. Sa proširenom stvarnošću generišu se virtuelne elemente u stvarni svet pomoću digitalnih uređaja i time se dobija proširena slika stvarnog sveta. Cilj master rada je izrada aplikacije za Android mobilnu platformu koja pomoću kamere i proširene stvarnosti korisniku omogućuje dodavanje i vizualizaciju trodimenzionalnih modela arhitektonskih objekata u stvarni prostor. Aplikacija je izrađena pomoću programa Unity sa programskim dodacima Vuforia i ARCore.

**Ključne reči:** AR, proširena stvarnost, Unity, Vuforia, ARCore, Android, nameštaj, enterijer

**Abstract** – This paper describes the theoretical foundations of augmented reality and usage of augmented reality for interior design on Android mobile devices. With augmented reality, virtual elements are generated into the real world using digital devices and that represents an augmented image of the real world. The aim of the master's thesis is to create an application for the Android mobile platform that, using a camera and augmented reality, allows the user to add and visualize three-dimensional models of architectural objects in real space. The application was created using the Unity program with the Vuforia and ARCore plug-ins.

**Keywords:** AR, augmented reality, Unity, Vuforia, ARCore, Android, furniture, interior

**1. UVOD**

Proširena stvarnost (engl. *augmented reality*) je tehnologija koja dopunjuje fizički svet digitalnim elementima, koji ne postoje u stvarnom životu. Za razliku od virtuelne stvarnosti, koja stvara potpuno virtuelno okruženje, sa proširenom stvarnošću generišu se virtuelni elementi u stvarni svet pomoću digitalnih uređaja i time se dobija proširena slika stvarnog sveta [1].

Proširena stvarnost može biti prikazana pomoću raznih uređaja, kao što su pametne naočari ili mobilni uređaji. Upotrebljava se u raznim područjima: u obrazovanju, marketingu, turizmu, za vojne potrebe, za video igre, u medicini, arhitekturi itd. [2].

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Vesna Stojaković, vanr.prof.

Aplikacije proširene stvarnosti kreću se od jednostavnih poput tekstualna obaveštenja, do složenih kao što su uputstva tokom hirurške operacije.

Cilj master rada je izrada aplikacije za Android mobilnu platformu koja pomoću kamere i proširene stvarnosti korisniku omogućuje dodavanje i vizualizaciju 3D modela arhitektonskih objekata u stvarni prostor. Okruženje Unity sa dodacima kao što su Vuforia ili ARCore, omogućuje razvoj ovakve aplikacije. Glavni razlog razvoja ove aplikacije jeste, da korisnici vide da li se neki komad nameštaja uklapa u ostatak enterijera, pre kupovine i bez odlaska u prodavnicu.

**2. PROŠIRENA STVARNOST**

U proširenoj stvarnosti, koriste se senzori, algoritmi i orijentacije kamere za crtanje 3D digitalnih elemenata posmatranih iz vidnog polja kamere u stvarni svet. Važno je napomenuti da se proširena stvarnost odnosi na sva ljudska čula, pa tako digitalni elementi mogu biti u obliku teksta, slika, zvuka, video zapisa, 3D modela i slično.

**2.1. Uređaji za proširenu stvarnost**

Glavne komponente uređaja za proširenu stvarnost su: 1. Kamere i senzori – prikupljaju podatke o interakcijama korisnika i šalju ih na obradu. Kamere na uređajima skeniraju okolinu i pomoću tih informacija uređaj locira fizičke objekte i generiše 3D modele. 2. Sistemi za obradu podataka – uređaji proširene stvarnosti treba da funkcionišu kao računari, zbog toga je potrebno da poseduju komponente kao što su: procesori, grafičke kartice, RAM memorije, WiFi, GPS, itd. Navedene komponente obrađuju sve ulazne podatke. 3. Izlazni uređaji – odnosi se na uređaje poput ekrana i zvučnika koje prenose informacije korisniku. 4. Refleksija – neki uređaji proširene stvarnosti koriste ogledala koja pomažu ljudskim očima da vide virtuelne slike [2].

Mnogi moderni uređaji već podržavaju proširenu stvarnost, od pametnih telefona i tableta do uređaja poput *Google Glass*-a, *Microsoft HoloLens*-a. Danas najpopularniji uređaji za proširenu stvarnost su mobilni uređaji (pametni telefoni, tableti). Većina pametnih telefona i tableta poseduju sve potrebne komponente za proširenu stvarnost, kao što su kamera, ekran, procesor, grafička kartica, akcelometar, žiroskop, GPS i audio senzori. Kamera smeštena na zadnjoj strani mobilnih uređaja prenosi sliku na ekran sa prednje strane i indirektno prikazuje korisniku svet preko ekrana.

## 2.2. Tipovi proširene stvarnosti

Možemo razlikovati dva glavna tipa proširene stvarnosti: sa markerom i bez markera. Pored njih postoje još proširena stvarnost zasnovana na lokaciji i na projekciji. Glavni problem proširene stvarnosti jeste poravnanje i praćenje objekata, odnosno dobijanja položaja i orijentacije virtuelnog objekata u odnosu na položaj kamere u stvarnom vremenu.

Različite vrste markera proširene stvarnosti su slike koje kamera može prepoznati i koristiti sa aplikacijom kao mesto za postavljanje virtuelnog objekta, odnosno aplikacija pokušava da prepozna predefinisane markere na slici koju snima kamera. Zatim, kada ga prepozna, algoritam izračunava poziciju i orijentaciju kamere u odnosu na marker. Na kraju, digitalni element se postavlja na poziciju markera. Markeri mogu biti bilo koji 3D ili 2D objekti koji su dovoljno veliki, imaju dovoljno detalja i jak kontrast.

Metoda detekcije bez markera oslanja se na informacije prikupljene kamerom uređaja, akcelometrom, žiroskopom i magnetometrom, koji izračunavaju poziciju kamere i tako omogućavaju upotrebu svih delova fizičkog okruženja kao mesto za postavljanje virtuelnog objekta. Nakon detekcije korisnik može detaljnije iz različitih uglova da gleda virtuelni objekat. Velika prednost ove metode je ta što za detekciju nije potrebno koristiti unapred definisani fizički marker, detekcija se može izvršiti bilo gde i bilo kada.

## 2.3. Programski alati za proširenu stvarnost

Pošto je cilj rada da se napravi mobilna aplikacija koja omogućuje korisnicima vizualizaciju 3D modela arhitektonskih objekata u stvarni prostor, odabran je Android mobilni operativni sistem zbog široke primene.

Aplikacije za proširenu stvarnost prolaze kroz četiri glavne faze kako bi dopunile stvarni svet digitalnim elementima: 1. Snimanje okoline – ulazni uređaji za proširenu stvarnost snimaju sliku stvarnog okruženja, odnosno fizičkog sveta. 2. Obrada slike – uređaj proširene stvarnosti obrađuje sliku kako bi odredio položaj postavljanja digitalnog elementa, odnosno računarski generisanog sadržaja. 3. Zahtev za potrebnim sadržajem – nakon što uređaj proširene stvarnosti odredi gde bi se mogli postavljati digitalni elementi, traži se njihovo postavljanje. 4. Superimpozicija – kada uređaj preuzme potreban sadržaj formira se konačna slika koja se sastoji od slike iz stvarnog okruženja i dodatnog virtuelnog sadržaja [3]. Jedan od programa koji omogućuju razvoj aplikacija za proširenu stvarnost je Unity, koji sadrži veliki broj programskih dodataka kao što su Vuforia i ARCore.

Unity omogućava razvoj visokokvalitetne 2D, 3D, VR (virtuelna stvarnost) i AR (proširena stvarnost) igara, animiranih filmova, arhitektonskih vizualizacija i aplikacija koje se mogu primeniti na više uređaja, uključujući mobilne uređaje, igračke konzole, računare itd. [2]. Unity je prvenstveno izabran jer ima veliku podršku za integraciju alata za proširenu stvarnost, odnosno ima pristup svim sensorima koji su potrebni za razvoj AR aplikacija.

Vuforia Engine je alat za kreiranje aplikacija proširene stvarnosti. Ovaj alat prepoznaje markere u stvarnom vremenu, koji mogu biti slike ili objekti. Na osnovu markera detektuje ravne površine, gde će 3D model biti postavljen. Na početku, kamera će započeti snimanje i šalje podatke, odnosno slike uređaju. Zatim, Aplikacija na uređaju pretra-

žuje svaki piksel videa tražeći unapred definisani marker. Kada je marker detektovan, algoritmi će izračunati relativnu poziciju kamere u odnosu na marker. Nakon toga, iscrtava se virtuelni objekat na poziciju markera. Konačni prikaz se iscrtava na ekranu, a korisnik će na zaslonu videti kombinaciju digitalnog elementa i stvarnog sveta.

ARCore je alat za razvoj softvera koji koristi kameru koja se nalazi u mobilnom uređaju sa sensorima kako bi omogućio prikaz proširene stvarnosti. Glavni senzori koje ARCore koristi su akcelometar, žiroskop i magnetometar. Ovaj alat koristi tri ključne mogućnosti za integraciju virtuelnog sadržaja sa stvarnim svetom: 1. Kombinacijom praćenja interesnih tačaka i očitavanja sa inercijalnih senzora telefona, ARCore određuje položaj i orijentaciju uređaja u odnosu na fizički svet. Praćenje pokreta omogućuje korisniku da gleda objekte kroz ekran iz bilo kog ugla. 2. Razumevanje okoline – omogućuje mobilnom uređaju da detektuje veličinu i lokaciju horizontalnih i vertikalnih površina, poput zemlje ili zidova. 3. Procena svetlosti – omogućuje uređaju da procenjuje osvetljenje u stvarnom svetu i da prilagođava boju i intenzitet svetlosti virtuelnih objekata kako bi oni izgledali što realističnije [4].

## 2.4. Primena proširene stvarnosti u arhitekturi

Proširena stvarnost u arhitektonskim projektima omogućuje postavljanje 3D modela predloženog dizajna u postojeći prostor pomoću mobilnih uređaja. Korisnici koji koriste ovakve aplikacije imaju mogućnost da vide kako će neki njihov projekat (zgrada, enterijer, most) izgledati u stvarnosti, na tom mestu gde će se izraditi. Jedna od primene proširene stvarnosti u arhitekturi je dizajn enterijera. Najpoznatija aplikacija za dizajn enterijera jeste IKEA Place, koja omogućuje korisnicima da isprobaju kako bi neki nameštaj iz IKEA prodavnice izgledao u stvarnom prostoru, pre njegove kupovine, slika 1.. Ovako kupci mogu bolje proceniti, kako se određeni proizvod uklapa u njihov enterijer. Zahvaljujući ovoj aplikaciji IKEA je povećala prodaju za 35% [5].



Slika 1. Mobilna aplikacija IKEA Place [5]

## 3. IZRADA APLIKACIJE

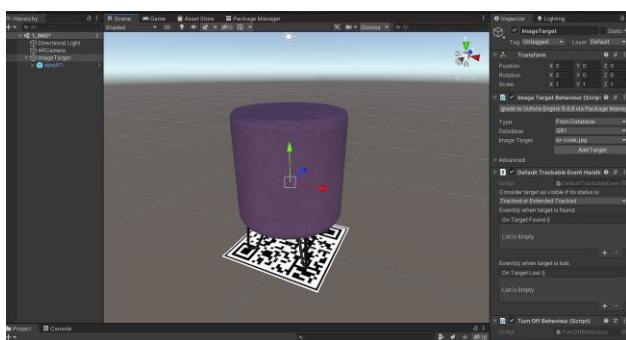
Za izradu aplikacije proširene stvarnosti za dizajn enterijera je korišćen programski alat Unity sa dodacima Vuforia i ARCore. Prvi korak jeste detekcija ravne površine i praćenje položaja virtuelnog objekta. Vuforia detektuje markere pomoću kamere, dok ARCore detektuje horizontalne i vertikalne površine pomoću senzora i kamere. Pošto se ovaj rad fokusira na Android uređaje, treba uzeti u obzir da samo određeni uređaji podržavaju ARCore. U radu se istražuje kakve su mogućnosti kada

korisnik želi da isproba kako bi neki nameštaj izgledao u enterijeru: kada mobilni uređaj podržava ARCore, a u drugom slučaju kada mobilni uređaj ne podržava takve senzore.

### 3.1. Rad sa programskim alatom Vuforia

Vuforia ima u ponudi nekoliko vrsta markera za prepoznavanje i praćenje, koje možemo koristiti u radu. U ovom radu su korišćena tri metoda za prepoznavanje markera: 2D markeri (slike), 3D markeri (objekti) i tzv. korisnički definisane slike (engl. *user defined*), gde 2D marker nije predefinisani, nego korisnik može pomoću kamere da definiše 2D marker u stvarnom vremenu.

Markeri mogu da budu bilo koji objekti, sa tim da je potrebno da na njima bude puno detalja i jak kontrast. U programu Unity potrebno je dodati AR kameru, koja je glavna komponenta Vuforia-e i podlogu koja omogućuje korišćenje određenog markera, slika 2. Na kraju, potrebno je učiti 3D model nameštaja na podlogu, kao „deta“.



Slika 2. Scena u Unity-u sa 2D markerom

### 3.2. Rad sa programskim alatom ARCore

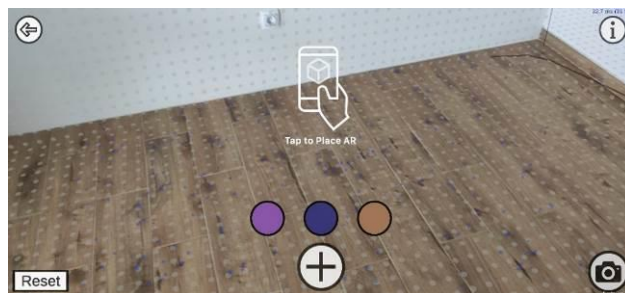
ARCore koristi objekte iz stvarnog sveta kao markere, odnosno pomoću senzora i kamere mobilnog uređaja detektuje horizontalne i vertikalne površine u stvarnom svetu. Korisnik u ovom slučaju prvo treba da skenira prostor sa laganim pomeranjem mobilnog uređaja. Svaka mala promena generiše novu tačku koju uređaj pamti. Pomoću skupa interesnih tačaka stvaraju se virtuelne mreže koje predstavljaju ravne površine.

Klikom na ovu mrežu učitava se 3D model nameštaja, tačno tamo gde je korisnik pritisnuo ekran na mobilnom uređaju. Nakon učitavanja korisnik može da pravi interakcije sa 3D modelom, da se približi 3D modelu i da ga gleda iz različitih uglova.

U programu Unity potrebno je dodati komponentu *AR Session* koja kontroliše ceo proces proširene stvarnosti na uređaju, komponentu *AR Session Origin* koja transformiše ravne površine i tačke interesa u njihov krajnji položaj, orijentaciju i veličinu u aplikaciji i komponentu *AR point cloud manager* koja generiše oblak tačaka, odnosno skup interesnih tačaka.

Skripta *AR Raycast Manager* detektuje gde je korisnik kliknuo na ekran uređaja, tako što se pušta nevidljiva linija (zrak), od kamere do ravne površine. Nakon toga potrebno je programirati skriptu koja generiše horizontalne i vertikalne površine, na osnovu oblaka tačaka.

Ravne površine u enterijeru, koje se mogu detektovati, najčešće su zidovi, podovi, stolovi itd. slika 3.



Slika 3. Prikaz virtuelnih mreža u aplikaciji

### 3.3. Vizualizacija virtuelnog nameštaja

Glavni cilj aplikacije proširene stvarnosti jeste koliko će realistično prikazivati virtuelne objekte u postojeće okruženje. Kvalitet prikaza slike je značajan u aplikacijama proširene stvarnosti za dizajniranje enterijera, kako bi korisnik imao osećaj da se virtuelni nameštaj nalazi u stvarnom svetu. Visok vizualni kvalitet može se postići PBR materijalima, osvetljenjem, senkama i okluzijom.

Materijali igraju ključnu ulogu u tome kako će neki objekat izgledati. Sa materijalima je moguće dobiti razne efekte poput reflektujuće ili hrapave površine na objektu. PBR (engl. *Physically Based Rendering*) je metoda senčenja i renderinga, koja pruža precizniji prikaz interakcije svetlosti sa površinom.

Virtuelne objekte je potrebno osvetliti u programu Unity. Bez svetla objekti bi bili crni. U Unity-u postoje 4 vrste svetla: *Directional*, *Spot*, *Point* i *Area*. U aplikaciji sa markerima osvetljenje je urađeno približno, kakvo bi to moglo da bude u enterijerima, dok ARCore pomoću skripte automatski prepoznaje kako je osvetljenje u enterijeru, koji sa određenim algoritmima podešava intenzitet i boju svetlosti.

Takođe, ARCore omogućava kreiranje HDR mape u stvarnom vremenu. Sa njom se dobijaju realistične refleksije, kao i informacije o glavnom izvoru svetla. Kako bi senke nameštaja bile prikazane, u Unity-u potrebno je dodati jednu ravan, ispod virtuelnog objekta sa šejderom koji omogućava da ravan bude nevidljiva, osim senke koja pada na tu ravan.

U aplikaciji sa markerima, senka će se uvek prikazati tačno ispod nameštaja, pod pravim uglom, dok u aplikaciji bez markera pravac senke će se uklapati sa ostalim senkama u enterijeru, jer pozicija glavnog svetla je poznata.

U proširenoj stvarnosti okluzija je, kada se nalazi neki predmet u stvarnom svetu između kamere i virtuelnog objekta, odnosno kada se deo virtuelnog objekta ne vidi, jer ga fizički objekat zaklanja.

Kod metode sa markerima ne postoji način da se uradi okluzija, jer Vuforia detektuje samo markere, i ne skenira prostor oko sebe, dok kod metode bez markera moguće je rešiti okluziju na osnovu detektovanih površina, pomoću šejdera, slika 4.

## 4. KORISNIČKI INTERFEJS

Korisnički interfejs u aplikacijama proširene stvarnosti zasnovan je na interakciji korisnika i uređaja sa ciljem poboljšanja ukupnog korisničkog iskustva i uživanja. Korisnički interfejs sadrži skup dugmića i instrukcija koje olakšavaju korisniku korišćenje aplikacije.



Slika 4. *Virtuelni nameštaj sa i bez okluzije*

Kod obe aplikacije urađen je isti korisnički interfejs, u kom se nalazi glavni meni sa dugmetom *Start*, koji pokreće aplikaciju, korisnička uputstva, biblioteka 3D nameštaja, dugme za snimanje ekrana, dugmići za menjanje boje nameštaja i drugi. Svako dugme je povezano sa određenom akcijom u Unity-u pomoću skripte. Aplikacija je dobila naziv „EnterijAR”.

## 5. TESTIRANJE I REZULTATI

Obe aplikacije (sa markerima i bez markera) su testirane na tri uređaja: Samsung Galaxy A50, Samsung Galaxy A40 i Xioami MI 9T. Testiranje aplikacije se vršilo u zatvorenom prostoru pri dnevnom i pri veštačkom svetlu. Takođe, aplikacija je testirana u u pejzažnim i portretnim prikazima. Prilikom testiranja, svaki uređaj je uspešno detektovao markere i ravne površine. Korisniku je omogućeno da pomera ili rotira virtualne nameštaje, da odabere nameštaj iz biblioteke i da mu menja boju.

Veliki problem kod obe aplikacije predstavlja pregrevavanje mobilnih uređaja tokom korišćenje aplikacije, kao i brzo trošenje baterije. Problem može predstavljati i autofokus kamere, zbog čega markeri i površine neće biti detektovani ili će ih aplikacija pogrešno detektovati. Isti problem se javlja prilikom nedostatka svetla u enterijeru, kao i kada su površine previše reflektivne, prozirnne ili nemaju puno detalja.



Slika 5. *Virtuelni nameštaj u enterijeru*

## 6. ZAKLJUČAK

Primena proširene stvarnosti u arhitekturi omogućuje arhitektama lakše prezentovanje i razvijanje projekata, sa čim mogu da uštede vreme i novac.

Kroz ovaj rad razvijena je aplikacija koja omogućuje korisnicima da isprobaju da li će neki komad nameštaja uklapati u njihov enterijer. Neke od prednosti ove aplikacije su: korisnik može da isproba nameštaj bez kupovine i bez odlaska do prodavnice čime može da uštedi vreme, eliminisanje grešaka pri kupovini kao i smanjenje povrata nameštaja. Aplikacija koja radi na osnovu markera dostupan je velikom broju korisnika, dok je aplikacija bez markera dostupna manjem broju korisnika, jer senzore za ARCore podržava manji broj mobilnih uređaja.

Prednost metode sa markerima je ta što se detekcija i postavljanje nameštaja odvija brzo, dok sa metodom bez markera se to odvija sporije. Međutim, za korišćenje aplikacije sa markerima potreban je fizički objekat, odnosno fizički marker za detekciju, kako bi korisnik isprobao neki nameštaj u enterijeru.

Aplikaciju bez markera korisnik može da koristi bilo gde i bilo kad, jer mu nije potreban fizički marker. Takođe, ova aplikacija ima mogućnost da procenjuje svetlost u enterijeru u kom se korisnik nalazi, što povećava kvalitet vizualizacije. Kod metode bez markera urađena je i okluzija.

U budućnosti, sa razvojem tehnologije može se očekivati da korisnik više neće moći da razlikuje objekte iz stvarnog sveta i objekte koji su dodati pomoću proširene stvarnosti.

## 7. LITERATURA

- [1] A kiterjesztett valóság lehetőség az oktatásban, <http://matchsz.inf.elte.hu/VVprojekt/MobilAReducation.pdf> (pristupljeno u oktobru 2020.)
- [2] What is Augmented Reality (AR) and How does it work, <https://thinkmobiles.com/blog/what-is-augmented-reality/> (pristupljeno u oktobru 2020.)
- [3] What Is Augmented Reality? – The Complete Guide, <https://cyberpulse.info/what-is-augmented-reality-the-complete-guide/> (pristupljeno u oktobru 2020.)
- [4] ARCore overview, <https://developers.google.com/ar/discover> (pristupljeno u oktobru 2020.)
- [5] Say hey to IKEA Place, <https://www.ikea.com/au/en/customer-service/mobile-apps/say-hey-to-ikea-place-pub1f8af050> (pristupljeno u oktobru 2020.)

### Kratka biografija:



**David Danji** rođen je 1995. godine u Novom Sadu. Srednju elektrotehničku školu „Mihajlo Pupin” završio je 2014. godine u Novom Sadu. Završio je osnovne akademske studije Animacija u inženjerstvu 2019. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Iste godine se upisao na master akademske studije Digitalne tehnike, dizajn i produkcija u arhitekturi i urbanizmu na istom fakultetu.

Kontakt: [daviddanji95@gmail.com](mailto:daviddanji95@gmail.com)

**STUDIJA PROŠIRENJA PROSTORNIH KAPACITETA ZA  
VISOKO OBRAZOVANJE U SUBOTICI****STUDY OF SPATIAL CAPACITY EXPANSION OF  
HIGHER EDUCATION IN SUBOTICA**Filip Andrić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ARHITEKTURA**

**Kratak sadržaj** – Tema ovog rada jeste istraživanje proširenja prostornih kapaciteta za visoko obrazovanje u Subotici.

**Ključne reči:** obrazovanje, školstvo, Subotica, trg, park, studentski kampus

**Abstract** – The topic of this paper is research of expansion of the capacity of higher education in Subotica.

**Keywords:** education, Subotica, square, park, student campus.

**1. UVOD**

Cilj ovog rada jeste da istraži i analizira istorijski, društveni i urbanistički kontekst obrazovanja u Subotici, kao i trenutne prostorne kapacitete visokog obrazovanja. Analizira se da li su postojeći kapaciteti zadovoljavajući i da li je neophodno proširivanje istih.

U prvom delu rada sakupljena je i obrađena građa s ciljem razumevanja istorijskog i urbanističkog konteksta. Metodologija analiziranja podataka, pored istorijskog konteksta, obuhvatala je i analizu studija slučaja gradova sa razvijenim visokim obrazovanjem (univerzitetski gradovi), studija slučaja postojećih objekata obrazovanja, kao i analizu istorijskog razvoja zgrada obrazovanja.

Drugi deo rada odnosi se na analizu postojećih lokacija pogodnih za kreiranje urbanističkih celina i predlog njihove prenamene i organizovanja u kvalitetne celine namenjene primarno obrazovanju, ali i drugim programima za zabavu, kulturu i sport.

**2. STUDIJA SLUČAJA PROŠIRENJA  
PROSTORNIH KAPACITETA VISOKOG  
OBRAZOVANJA U SUBOTICI**

Kada bismo vrhunac razvoja jednog grada mogli da definišemo kroz jedan program, svakako bi najznačajniji bio visoko obrazovanje. Ono omogućava veću autonomiju poput administrativne, ekonomske ali i sociološke i kulturne.

Istražićemo pozitivne uticaje razvijenog visokog obrazovanja, kao i nedostatke na primeru Subotice. Biće sagledano proširivanje prostornih kapaciteta visokog obrazovanja u Subotici.

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila prof. dr Milica Vračarić, vanr. prof.

**2.1. Prostorni kontekst grada Subotice**

Predmet ovog istraživanja, grad Subotica, nalazi se na krajnjem severu Srbije, pokrajine Vojvodine i političko geografske regije Bačka. Ona je drugi grad po veličini u Vojvodini i važan industrijski, poljoprivredni, kulturni i obrazovni centar. U gradu se nalazi nekoliko objekata visokog obrazovanja koji pripadaju Univerzitetu u Novom Sadu. Najznačajnije institucije visokog obrazovanja u gradu su Ekonomski i Građevinski fakultet, Viša tehnička škola, Viša učiteljska škola na mađarskom jeziku, kao i Viša škola strukovnih studija za vaspitače.

Iako grad poseduje ove institucije visokog obrazovanja, vidljiv je trend odlaženja mladih iz grada. Da bismo razumeli problem odlaženja mladih, treba sagledati sve kontekste grada.

**2.2. Istorijski kontekst razvoja Subotice**

Postoje materijalni podaci, u vidu arheoloških nalazišta, da je ova teritorija naseljavana pre više od tri hiljade godine, međutim, prva pisana dokumentacija u kojoj se spominje ime naseobine je iz 1391. godine, u pismu župana županije Bodrog. Posle Mohačke bitke završava se doba Subotice pod vladavinom Ugarske krune, grad osvajaju Osmanlije [1]. U periodu sukoba Ugarske i Osmanlija na ovoj teritoriji nije bilo uslova da se razvija visoko obrazovanje.

Dvadesetih godina XVIII veka najzad dolazi do kraja rata između ova dva carstva na području Subotice te kreće ubrzani rast broja stanovnika. Grad 1742. godine dobija privilegiju od Marije Terezije i postaje „slobodna komorska varoš” (titula koja je koštala 150 grla). Ovim ukazom, grad dobija brojne slobode među kojima i one uposvetnoj upravi. Kao rezultat toga prva srednja škola otvara se u gradu 1747. godine. Subotica 1795. godine konačno dobija gimnaziju [2].

Zbog odanosti graničara Subotice carici, 1779. godine varoš postaje „Slobodan kraljevski grad”. Ovaj status je gradu dao veću autonomiju, mogućnost samostalnog odlučivanja i organizovanja grada od Beča i Budimpešte, što će dovesti do planskog urbanističkog razvoja grada [3]. U drugoj polovini XIX veka Subotica postaje železničko čvorište, što dodatno ubrzava razvoj grada i otvaranja brojnih škola osnovnog i srednjeg obrazovanja. Međutim, prva škola visokog obrazovanja, Pravni fakultet, biće otvorena u Kraljevini Srba, Hrvata i Slovenaca, 1921. godine.

Posle rata u Subotici se osnivaju Građevinski fakultet 1974. godine, Ekonomski fakultet, Viša tehnička škola, Viša učiteljska škola na mađarskom jeziku, Viša strukovna škola za obrazovanje vaspitača i trenera. Postojala je ideja da se prostorni kapaciteti za visoko obrazovanje prošire u okviru Građevinskog fakulteta izgradnjom administrativne zgrade, međutim, zbog ekonomske krize krajem osamdesetih godina, ratova devedesetih i tranzicije radovi na proširivanju se odlažu.

### 2.3. Istorijski i urbanistički razvoj visokog obrazovanja i univerzitetskih gradova

Prve složene institucije obrazovanja, nalik univerzitetima, su nastale u Aziji i Africi u ranom srednjem veku. Kao najznačajniji treba izdvojiti Univerzitet Al-karouin u gradu Fes u Maroku koji je osnovan 859. godine [4]. Prvi univerziteti u Evropi nastaju uz podršku katoličke crkve, poput univerziteta u Parizu, univerziteta u Bolonji i univerziteta u Oksfordu.

Kasnije, univerzitate osnivaju monarsi. Primeri takvih univerziteta su Karlov univerzitet u Pragu kojeg osniva Karl IV, kralj Rimsko-nemačkog carstva i Bohemije. Ovo je prvi univerzitet osnovan u srednjoj Evropi.

Razvojem nauka u ranom modernom dobu dolazi do rasta broja univerziteta u Evropi. Ukupno 29 univerziteta je osnovano do XV veka. U samo tom veku biće osnovano još 28, a 18 od 1500. do 1625. godine. Do kraja XVIII veka osnovano je ukupno 143 univerziteta u Evropi [5]. U periodu nacionalnog buđenja i preporoda, upravljanje univerzitetima preuzimaju države. Dolazi do restrukturiranja obrazovnih programa, ali i stručnih kadrova, predavača, profesora. Univerziteti počinju da oslikavaju intelektualnu moć države i njenog naroda. Obrazovne institucije se sele u monumentalne zgrade.

Značajnu ulogu u razvoju univerziteta ima jačanje građanskog društva i odvajanjem uticaja crkve kroz ideju humanizma. Čovek postaje centar svega, ponovo se proučavaju antički tekstovi, koje je crkva do tada zabranjivala. Profesori univerziteta, koji su se vodili tim idejama su Martin Luter i Galileo Galilej. Filozofija humanizma preusmerava istraživanje univerziteta na razumevanje prirode, društvenih nauka, čoveka.

Liberalizam u XVIII veku postavlja temelje savremenih univerziteta. Na tim temeljima osnivaju se Univerzitet Humbolt u Berlinu, Kings Koledž u Londonu. Uticaj crkve je u potpunosti ukinut. Industrijska revolucija stvara novu vrstu univerziteta, tehnološki univerzitet. Univerzitet Starklajd je jedan od prvih takvih univerziteta.

Postoje različite podele univerziteta, ali nama najzanimljivija za bolje razumevanje visokog obrazovanja u Subotici je način organizovanja univerziteta u okviru grada. Poput savremenih univerziteta u Evropi, razbijanjem institucija obrazovanja na male urbanističke celine, umesto koncentracijom svih institucija u velike kampuse, omogućava stvaranje manjih, urbanističkih celina.

Ovakav model je primenjiv na Suboticu zbog postojanja malih, nedefinisanih urbanističkih celina na teritoriji grada u relativnoj blizini prometnih ulica, pešačkih poteza, centra grada.

### 2.4 Studije slučaja razvoja visokoobrazovnih institucija na primerima univerziteta država okruženja

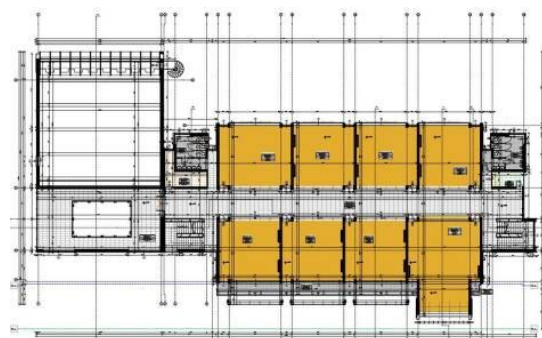
Da bismo mogli da odredimo adekvatne prostorne kapacitete, neophodno je uporediti univerzitetske gradove u okruženju, slične veličine, sa Suboticom. Analiziranjem Osijeka u Hrvatskoj dolazimo do zaključka da grad sa 108.048 stanovnika ima 18.004 studenata. U Mađarskoj, gradovi slične veličine su Njiređhaza sa 15.000 studenata i Kečkemet sa 6.510 studenata. U odnosu na sve nabrojane gradove slične veličine, Subotica ima najmanje studenata, oko 6000. Evidentan je nesrazmeran broj studenata sa brojem stanovnika. To je jedan od razloga zašto mladi iz grada odlaze da se školuju u državama okruženja ili u većim gradovima Srbije.

### 3. ANALIZA ARHITEKTURE VISOKOG ŠKOLSTVA U GRADU SUBOTICA

U ovom delu rada istražićemo trenutne prostorne kapacitete Subotice, njihove kvalitete, potencijale.

Subotica poseduje veliko kulturno nasleđe iz perioda Austro-Ugarskog carstva. Svakako najreprezentativniji su objekti srednje tehničke i srednje hemijske škole. Upoređivanjem osnova, primetno je da su konstrukcije objekata projektovane po istom principu. Glavni noseći zid je uvek između hodnika i učionica, na taj način stvorene su dve celine, komunikacije i učionice. Pregradni zidovi nisu noseći tako da postoji mogućnost njihovog pomeranja i menjanje kapaciteta učionica. Primetno je postojanje centralnog rizalita, kojem se pristupa u centralni hol sa monumentalnim stepeništem. Ti delovi imaju arhitektonsku vrednost zbog svoje bogate plastične dekoracije enterijera. Na krajevima krila su smeštene vertikalne komunikacije, koje zadovoljavaju osnovne zahteve protivpožarne zaštite.

Kod objekata iz perioda Socijalističke Federativne Republike Jugoslavije, kao što je Građevinski fakultet, primetno je prisustvo veće kreativnosti u organizovanju samog objekta (Slika 1). Kada se gleda osnova, čita se koncept segmentalnog organskog rasta zgrade, poput domina koji se međusobno nadograđuju [6]. Ovo je primer kako koncept omogućava fleksibilnost u daljem proširivanju prostornih kapaciteta objekta.



Slika 1. Osnova Građevinskog fakulteta [6]

Grad ima dugu istoriju razvoja versatilnih objekata školstva. Poseduje veliko nasleđe objekata obrazovanja iz perioda pre moderne, ali i objekte obrazovanja iz vremena Jugoslavije. Grad nije kasnio za savremenim trendovima u projektovanju školske zgrade.

Rezultat toga su zgrade koje se dan danas koriste i koje imaju mogućnost lake promene kapaciteta, dogradnje ili nadgradnje.

#### 4. ANALIZA POSTOJEĆIH PROSTORNIH KAPACITETA

Ukupno 6000 studenata pohađa nabrojane institucije visokog obrazovanja. Grad poseduje dva doma za smeštaj studenata sa ukupno 700 kreveta. Kao referentan grad za upoređivanje izabraćemo Osijek jer ima najbliži broj stanovnika. Subotica bi trebala da poveća prostorne kapacitete za visoko obrazovanje za 200% da bi imala sličan broj studenata kao Osijek. Međutim, taj broj je preambiciozan za bližu budućnost, zato biramo povećanje na 12.000 studenata, odnosno za 100%. Za period od 20 godina to povećanje deluje dostižno.

#### 5. URBANISTIČKO REŠENJE

Povećanje broja studenata podrazumeva i povećanje broja kapaciteta za učionički prostor, povećanjabroja zaposlenih u administraciji, broja kreveta u domovima. U gradu postoji veliki broj parcela, napuštenih kompleksa, adekvatnih za izgradnju, dogradnju, prenamenu u visokoobrazovni prostor. Međutim, mali broj lokacija je dovoljno velik da se na njima izgradi dovoljan broj objekata neophodan da se postigne ciljani rast svih kapaciteta. Takođe, mali broj lokacija se nalazi u prometnim ulicama dobro povezanim sa centrom grada. Postoje tri lokacije koje imaju izuzetno velike kapacitete da zadovolje ove zahteve, ali i da ponude mnogo više u vidu dodatnih sadržaja za različite ciljane grupe.

Kao idealnu lokaciju za mali studentski kampus biramo lokaciju prve kasarne na Palićkom putu. Zbog blizine granice sa Republikom Mađarskom, kasarna je napuštena i predstavlja veliki potencijal za razvoj javnog sadržaja i prostora. Zbog svoje pozicije na prometnoj saobraćajnici koja povezuje centar grada sa autoputem, idealna je lokacija za izgradnju domova za studente. Parcela je velike površine i iz tog razloga se deli na dva dela slične veličine. Na zapadnom delu pozicioniraće se novoprojektovani studentski domovi, šetališta, pjacete, dok je na istočnom delu parcele predviđen veliki studentski park sa kulturnim i sportskim sadržajima. Prometna saobraćajnica koja je vrlina ove lokacije je i njena mana – bučnost saobraćaja.

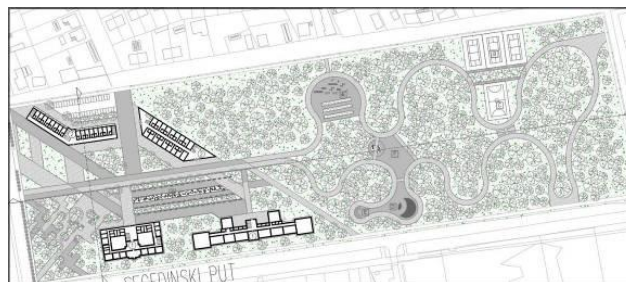
Iz tog razloga domovi se pozicioniraju unutar parcele. Novoprojektovani park predstavlja zaštitu od buke iz pravca istoka, dok će ulogu zaštite od buke iz pravca juga imati postojeći objekti kasarne kao i novi drvodredi. Dva objekta kasarne, koja su i zaštićena nepokretna kulturna dobra, prenamenjaju se u objekte namenjene obrazovanju. Prostor između postojećih i novoprojektovanih objekata treba projektovati kao prostor namenjen za studente, sa šetalištima, drvodredima, vodenim površinama.

Prostor treba da služi efikasnoj komunikaciji između institucija obrazovanja kao i prostor za odmor. Na osi parcele formira se veliko šetalište, koje ide paralelno sa Palićkim putem i spaja objekte sa parkom.

Na šetalište se povezuju mali pešački potezi, koji se organski nadovezuju sa susednim blokovima i ulicama. Severno od studentskih domova predviđen je parking za

automobile. Park treba da ponudi studentima prostor za zabavu, prostore namenjene kulturi kao i prostore za rekreaciju. Staze parka se račvaju u dva kraka u odnosu na pomenutu veliku pešačku osu. Predviđeno je da se sferičnimkretanjima staza naprave raznovrsne mikroceline različitih namena. Na južnom kraku predviđen je amfiteatar i paviljon koji bi bili namenjeni kulturi i zabavi. Oni su pozicionirani na pjaceti koja je popločana i predstavlja otvoreni prostor za različite namene.

Ova pjaceta se nadovezuje na veći trg u parku koji predstavlja njegovo centralno čvorište. Zbog veće udaljenosti od prometne saobraćajnice, severno se nalazi deo parka namenjen sportu. Postoji nekoliko teniskih terena, košarkaški teren, tereni za boćanje i teretana na otvorenom. Predviđeno je da ovaj kampus poseduje sve neophodne elemente za kvalitetan i zdrav život studenta (Slika 2).



Slika 2. Situacija studentskog kampusa

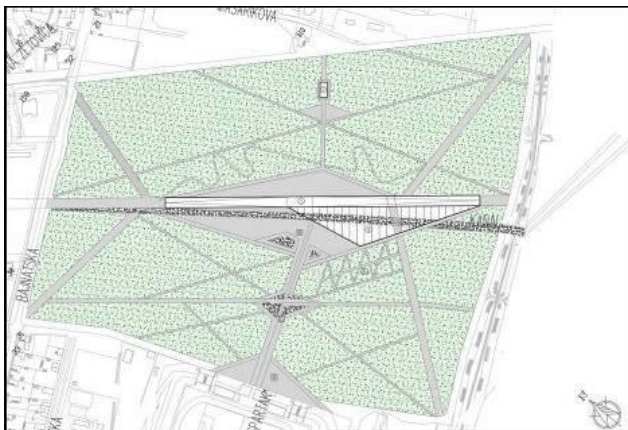
Druga lokacija pogodna za širenje prostornih kapaciteta za visoko obrazovanje u Subotici je veliki broj parcela izgradnog stadiona. Ova lokacija se nalazi na glavnoj pešačkoj osi grada koja spaja gradski park Dudova šuma sa centrom grada. Ovo je ideja inž. Koste Petrovića iz 1930. godine da dva velika parka predstavljaju krajnje tačke velikog pešačkog poteza u čijem centru se nalazi centar grada. To je jedan od razloga zašto je ova lokacija ostala polu-napuštena toliko dugo. Zato je lokacija odlično povezana sa centrom grada, sa prometnim saobraćajnicama, a opet izolovana iz pravca istoka, zapada i juga.

Na osi parka pozicionirao bi se veliki objekat namenjen obrazovanju. Objekat bi bio oblikovan na način da ponudi nešto novo i interesantno građanima ovog ravničarskog grada. Objekat bi se prostirao u pravcu jug-sever i na njegov krov bi se penjalo preko dve rampe malog nagiba adekvatnog za osobe sa invaliditetom, bicikliste, starije sugrađane. Grad bi dobio novi vidikovac i novi urbanistički reper. Na zapadnoj strani objekta bi bi pozicioniran veliki staklenac botaničke bašte.

Na taj način bi zapadna strana objekta gledala na botaničku baštu, dok bi istočna strana gledala ka parku. Botanička bašta i arboretum koji bi se nalazio zapadno od staklenca bili bi u funkciji visokog obrazovanja smeštenog u objektu. Sa zapadne strane park bi se preko šetališta spajao sa postojećim gradskim stadionom. Na taj način park bi imao i sportske sadržaje. Sa istočne strane bi se pozicionirala mala studentska biblioteka. Objekat je zamišljen kao samostojeći, transparentni kubus koji preko svoje transparentne fasade čitaonice komunicira sa parkom.

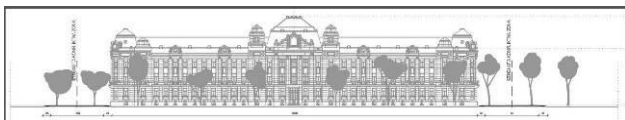
Park bi se sastojao od velikog broja staza koje su kreirane na osnovu najefikasnijeg kretanja pešaka po parcelama.

Ovim projektom u potpunosti bi se poštovala ideja inž Koste Petrovića o kreiranju velike pešačke arterije koja povezuje pluća grada, dva velika parka (Slika 3).

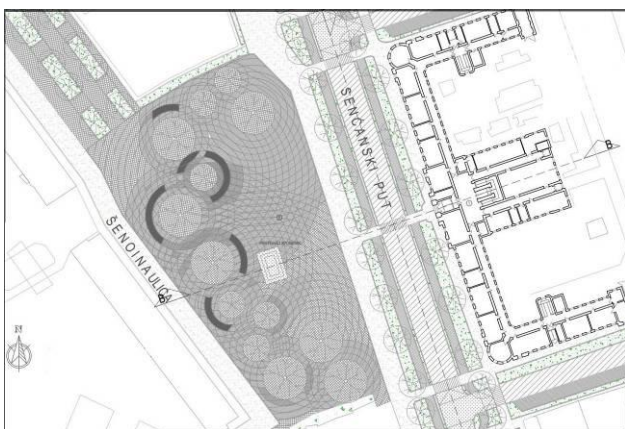


Slika 3. Situacija parka

Treća lokacija je trg ispred srednje tehničke škole u centru grada. Ovo je jedina lokacija koja nije u potpunosti zapuštena i koja vrši funkciju trga, iako neadekvatno. Postojeći trg je tretiran kao međublokovski prostor stambenog bloka, te iz tog razloga deluje zapušteno i loše organizovano, što je velika šteta jer je on pozicioniran direktno naspram monumentalnog zdanja srednje tehničke škole. Ovaj prostor poseduje potencijal da bude jedan od identiteta grada. Zgrada škole se prenamenjuje u administrativnu zgradu sa obrazovanjem. Izazov na ovoj lokaciji je usporiti saobraćaj između zgrade i trga i na taj način spojiti ih u jednu funkcionalnu celinu. Postavljanjem uzdignute konfliktne zone ispred zgrade srednje tehničke škole usporava se saobraćaj između zgrade i trga. Takođe, zadatak je da se zadrži postojeće drveće koje poseduje velike prostorne kvalitete. Trg treba nameniti studentima (Slike 4 i 5).



Slika 4. Izgled zapadne fasade srednje tehničke škole



Slika 5. Situacija trga

## 6. ZAKLJUČAK

Proširivanje prostornih kapaciteta za visoko obrazovanje u Subotici je prilika da se unapredi kvalitet života. Ovakav projekat bi imao direktne ali i indirektne uticaje na povećanje kvaliteta života u gradu. Direktni uticaj je povećavanje broja obrazovanih građanija. Grad bi postao atraktivniji za ulaganja u nove firme koje zahtevaju visokoobrazovanu radnu snagu, stvarali bi se novi poslovi, samim tim uticaj na ekonomiju grada bi bio značajan.

Sa druge strane, indirektni uticaji bi se takođe osetili. Pored razvijanja samog grada, ovakav projekat bi doneo kvalitetniji život svim građanima, nevezano koje su starosne dobi ili stepena obrazovanja. Ulaganjem u velike javne površine, stvaranjem novih obrazovnih, kulturnih, sportskih sadržaja, novih struktura poput vidikovca, botaničke bašte, institucija kao što je biblioteka, dovelo bi do veće raznolikosti u gradu i njegove povećane atraktivnosti za život.

## 7. LITERATURA

- [1] Njegovan Drago, "Prisjedinjavanje Vojvodine Srbiji", Novi Sad, 1898
- [2] Ivić Aleksa, "Istorija Srba u Vojvodini", Novi Sad, 1929
- [3] Kata Cvijin, "Istorijska arhitektura i urbanizam 19. veka u Subotici", Subotica, 1975
- [4] Verger Džek, "Istorija univerziteta u Evropi", Kembriđ, 2003
- [5] P. F. Grendel, "Univerziteti renesanse i reformacije", Oksford, 2004
- [6] Milan Dragojlović, "Projekat izvedenog stanja", Subotica, 2013

### Kratka biografija:



**Filip Andrić** rođen je u Subotici 1991. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitekture odbranio je 2020.god. kontakt: andric.fili.rs@gmail.com

**ENTERIJER SUŠI BARA U NOVOM SADU – ISTRAŽIVANJE PRIMJENE MOBILIJARA OD BETONA****INTERIOR OF SUSHI BAR IN NOVI SAD - RESEARCH OF CONCRETE FURNITURE**Mladenka Čajević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***ARHITEKTURA I URBANIZAM**

**Kratak sadržaj** – Cilj ovog projekta jeste postizanje najboljeg enterijerskog rješenja suši bara sa akcentom na mobilijar. Kroz istraživanje betona kao materijala, dobijene su njegove ključne osobine i proučene su njegove mogućnosti prilagođavanja enterijeru. Takođe, veliki fokus je stavljen na funkcionalnost datog rješenja, kao i ambijentalnost. Nisu upotrijebljena obilježja Japanske kulture, ali se kroz raznovrsnost materijala i čiste linije u prostoru oslikavaju karakteristike ove azijske hrane.

**Ključne reči:** Beton, Enterijer, Namještaj, Dizajn, Restoran, Kombinovanje

**Abstract** – The goal of this project is to achieve the best interior solution for a sushi bar with an emphasis on furniture. Through the research of concrete as a material, its key properties were derived, and its possibilities of adapting to the interior were studied. Also, great emphasis is placed on the functionality of the given solution, as well as the ambiance. No features of Japanese culture have been used, but the characteristics of this Asian food are reflected through the variety of materials and clean lines in the space.

**Keywords:** Concrete, Interior, Furniture, Design, Restaurant, Combination

**1. UVOD****1.1. Predmet istraživanja**

Tema ovog master rada jeste enterijersko rješenje restorana u okviru jednog od veoma važnih objekata u Novom Sadu. Detalje o temi, proces rada i sve smjernice koje su dovele do enterijerskog rješenja bara predstavljene su kroz ovo istraživanje.

U okviru ovog rada su spojene dvije teme, tačnije lična ljubav prema betonu i želja da se enterijer suši bara dizajnira na najbolji mogući način. Sva relativna mišljenja koja su doprinijela idejnom rješenju biće prikazana kroz tekstualni dio.

**1.2. Cilj rada**

Projekat je namjenjen stvaranju novih elemenata mobilijara i estetskih dodataka za domove i javne objekte. Ti

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila prof. dr Ivana Miškeljin.

elementi treba da budu primjer daljih intervencija i uvođenja novih i nesvakidašnjih materijala u prostore gdje se do tada nisu koristili. Takođe, sva istraživanja u ovom projektu su iskorištena za izradu idejnog rješenja suši bara, što je zapravo i tema rada.

**2. BETON****2.1. Opšti podaci o betonu**

Beton je građevinski materijal koji se dobija mješanjem nekog veziva (cementa, bitumena, asfalta, sadre...), agregata (pijeska, šljunka, tucanika...) i vode. Postoji više vrsta betona, a najčešće se klasifikuje prema gustoći gotove smjese ili prema vrsti veziva. Najčešće je u upotrebi beton s cementnim vezivom. Betonska mješavina miješa se u betonskoj mješalici. Mješavina se priprema na gradilištu ili, danas češće, u tvornicama betona (betonara), odakle se doprema vozilima na potrebne lokacije [1].

**2.2. Potencijali i ograničenja betona**

Velika je prednost betona što se u svježem stanju lako i po volji može oblikovati i taj oblik trajno zadržati nakon stvrdnjavanja. Odlikuje se i velikom čvrstoćom na pritisak (10 do 60 N/mm<sup>2</sup>), ali mu je čvrstoća na zatezanje dosta manja. Manja čvrstoća na zatezanje nadoknađuje se ojačavanjem betona u zategnutim zonama pomoću čelične armature (armirani beton).

Čvrstoća betona označava se klasom (markom) betona. To je srednja vrijednost čvrstoće na pritisak betona starog 28 dana, mjerena na kocki sa stranicama debljine 20 cm. Iako dosta dobro odolijeva atmosferskim uticajima, beton je zbog bazičnog sastava cementa neotporan prema kiselinama [1].

**3. STUDIJA SLUČAJA**

Kako bi mogli sagledati temu iz različitih uglova i dobiti najbolji i najprihvatljiviji zaključak odrađena je studija slučaja. Studija obuhvata nekoliko primjera iz grada, države i svijeta, u našem slučaju su to 3 predmetna komada, na osnovu čijih podataka i saznanja smo dobili uvid u neke osnovne tehničke, estetske i funkcionalne osobine mobilijara od betona.

**3.1. Gábor Kasza – Sekhina**

Interesantan primjer koji je obrađen u nastavku je nešto potpuno novo u svijetu dizajna, što nam daje nadu da vjerujemo da inovacije ipak i dalje postoje. Mađarski dizajnerski studio Sekhina predstavio je niz prekidača i

utičnica izrađenih od betona kao alternativu plastici (Slika br. 1). Osnivač Sekhine, Gábor Kasza napravio je betonske prekidače i utičnice nakon što na tržištu nije uspio pronaći nijedan sličan proizvod izrađen od takvih materijala [2].



Slika br. 1 – prekidač od betona

### 3.2. SLABS by design – Obi Dining Table

Studio SLABS by design se godinama ozbiljno bavi dizajniranjem i proizvodnjom namještaja od betona, prije svega u kombinaciji sa prirodnim drvetom. Godišnje prikazuju po nekoliko novih modela koji su dosta dobro prihvaćeni na tržištu. Ovaj studio nudi svojim mušterijama da uz njihove sugestije dizajniraju svoj komad namještaja, odrede strukturu betona, dimenzije koje su im potrebne i oblik koji im odgovara [3].

### 3.3. Fernando Mastrangelo – “FMS”

Fernando Mastrangelo dizajnirao je za sajam Art Genève 2016. klupu kao dio “FMS” kolekcije. Betonska klupa graniči između umjetnosti i modernog namještaja za svakodnevnu upotrebu (Slika 2). Sa jedne strane savršeno obrađena betonska površina, dok se na drugoj strani klupe nalazi djelimično obrađen beton, nalik na komad stijene. Ovakav namještaj može se vrlo dobro iskoristiti za uređenje enterijera ili za uređenje vrta, a svojom obradom prikazuje koliko je beton prilagodljiv i raznovrstan [4].



Slika br. 2 - prikaz betonske klupe “FMS”

## 4. MOBILIJAR OD BETONA

Pojam „betonski namještaj“ često podsjeća na nešta izuzetno teško, hladno, pogodno samo za sjedenje u parkovima i na autobuskim stajalištima. Ali dizajneri već duže vrijeme shvataju da namještaj od betona može biti

jednako moderan, elegantan, gotovo kao lagan i daleko trajniji od ostalih materijala.

Iako ne toliko zastupljen ipak se primjeti dosta veće prisustvo ovog materijala na nekim elementima u enterijeru za razliku od prije nekoliko godina. Sve je počelo sa zidovima koji su često u javnim objektima, prije svega zbog uštede, ostavljani ne obrađeni i sa vidnom grubom teksturom betona. To vremenom prerasta u dosta ozbiljniju i elegantniju priču gdje dizajneri, školovani ili samouki na tom parčetu zida otkrivaju mogućnost raznih kombinacija završnih obrada.

Iz obične, nekada nedopustive grube konstrukcijske slike sada nastaje novi trend. Polako i drugi elementi enterijera primaju tu notu sivila i stvaraju se i drugi elementi od betona.

Prije svega u ugostiteljskim objektima ovu „modu“ možemo vidjeti na nekim komadima namještaja ili detaljima enterijera. Takođe, pod pojmom „namještaj“ ne ubrajamo samo stolice i stolove, tu idemo korak dalje i dizajniramo rasvjetna tijela, žardinjere, satove, ramove slika, ... (Slika br. 3)



Slika br. 3 – betonski sat

### 4.1. Dobijeni efekti i estetika

Materijali s izraženom strukturom, prostoru daju dodatnu dubinu. Tako i beton svojom grubom strukturom stvara vizuelni interes. Međutim, svaki beton nije jednak. Neke vrste imaju izraženiju i grublju strukturu, dok druge vrste imaju zanimljive diskoloracije.

Struktura betona se najjednostavnije može naglasiti stvaranjem kontrasta. Tako beton najviše dolazi do izražaja kad je suprotstavljen nekom prirodnom materijalu, kao što je drvo. Kontrast se može stvoriti i ostankom boja u prostoru koje najbolje odgovaraju nijansama betona.

Čvrstoća i čiste linije betona dobro se razlikuju od mekog namještaja.

Beton takođe može poprimiti gotovo bilo koji oblik, boju, više različitih tekstura i mnoštvo različitih otisaka. To je jedan od najsvestranijih materijala za namještaj, s njegovom kombinacijom snage i slobode izgleda. Završna obrada može da bude mat ili sjajna, industrijski ili zabavan i umjetnički.

## 5. LOKACIJA I POSTOJEĆE STANJE

Nekada je „Stoteks“ bila najveća robna kuća u Novom Sadu i Vojvodini, a već tada se smatrala jednom od najljepših trgovačkih kuća u nekadašnjoj Jugoslaviji. Projektovao ju je arhitekta Milan Mihelič, 1972. godine u modernističkom stilu sa jasnim arhitektonskim obilježjima ideologije tog vremena. U to vrijeme smatrana je za najbolje slovenačko arhitektonsko djelo modernog doba. Robna kuća otvorena je zvanično 1984. godine, a od tada je više puta mijenjala ime. Danas se zove, tržni centar Bazaar, a od otvaranja do 1994. godine nosila je naziv „Novi Sad“.

Zanimljiv podatak vezan za temu rada jeste da je fasada objekta trebala biti od betona, ali u zadnjem momentu je investitor dao prijedlog arhitekti da to ipak budu kamene ploče, što je Milan Mihelič prihvatio. Lokal koji se obrađuje u ovoj temi se nalazi u prizemlju ranije navedenog tržnog centara, desno pored južnog ulaza u objekat i nosi zvaničnu oznaku P3.3..

Trenutno je prostor pod zakupom Sephora trgovine za kozmetiku i njegu kože. Oblik samog prostora je dosta neobičan, iako je u osnovi pravougaonik podijeljen je na dvije cjeline zbog pokretnih stepenica koje jednim dijelom prolaze kroz njega.

Ukupna površina lokala je oko 224,24m<sup>2</sup>, a spratna visina je 5m. Visina se zavisno od namjene prostora koriguje spuštenim plafonima, a pregradni zidovi su nezavisni od konstrukcije pa se mogu izmiještati ili uklapati prema potrebi zakupoprimalac.

## 6. PISMENA ANKETA

Za svrhu rada sprovedena je anketa od 01.09.2020. godine do 30.09.2020. Anketu su popunjavala punoljetna lica različitih godina, interesovanja i životnih iskustava.

Prije svega je kroz ovo malo istraživanje potvrđeno da svi imaju isto mišljenje o betonu kao hladnom materijalu.

Dosta razočaravajući podatak jeste da su veoma rijetko ispitanici vidali i/ili koristili mobilijar od betona. A oni koji jesu navode da su to prije svega najklasičnije klupe u parkovima i na trgovima, koje pretežno izbjegavaju da koriste zbog hladnog osjećaja.

Sa druge strane veoma osvježavajući rezultat ankete jeste da veliki broj ispitanika smatra da se beton može koristiti više u enterijeru, da bi rado koristili takve prostore i da su otvoreni da eksperimentišu i borave u takvim ambijentima. Veliki broj ispitanika je imao i jasan stav što se tiče vrste lokala gdje se beton može/treba upotrijebiti. Prije svega to su suši bar, pasta bar i picerija.

## 7. IDEJNO RJEŠENJE

### 7.1. Prostorna organizacija

Pokušavajući osmisliti najidealnije rješenje za ovaj prostor dolazilo je do različitih podjela cjeline. Olakšicu predstavljaju već zadati parametri na koje nismo mogli uticati, oblik prostora u osnovi, stakleni portali i ulaz u lokal koji je morao biti sa zapadne strane.

Prvi korak projektovanja je bila podjela prostora u dvije zone:

1. Zona za pripremu hrane i osoblje
2. Zona za korisnike usluga bara

Nakon toga je slijedila podjela zona na prostorije koje je svaka od njih morala da sadrži.

*Zona za pripremu hrane i osoblje:*

1. Kuhinja
2. Rashladna komora
3. Ostava za namjernice
4. Ženska svlačionica
5. Muška svlačionica
6. Ulaz za zaposlene

*Zona za korisnike usluga bara:*

1. Bar
2. Šank
3. Toaleti za goste sa ostavom

### 7.2. Koncept i obrazloženje ideje

Koncept samog projekta je bio odmah jasan, uvesti beton u enterijer i osmisliti inventar koji će u isto vrijeme biti nevakidašnji, funkcionalan i koji će zadovoljavati potrebe bara (Slika br. 4).

*Materijalizacija.* Nakon riješene funkcije slijedi zanimljiviji dio projektovanja, a to je svakako dizajn prostora. Kao što je kroz rad već naglašeno, glavni materijal koji ćemo koristiti za uređenje enterijera je beton. U istraživanju je zaključak jasan, drvo i beton su najidealnija kombinacija, ali mi idemo korak dalje, kao što je japanska kuhinja raznovrsna, tako ćemo i mi u enterijeru pomoću raznovrsnih materijala indirektno naglasiti tu karakteristiku ove hrane.

Pored betona u različitim načinima primjene i izvedbe, u enterijeru ćemo koristiti i puno orahovo drvo. Sama struktura oraha i prirodna boja su prijatan prizor za oko posmatrača, što smo mi i iskoristili. Pored navedena dva materijala, na nekim od konstruktivnih "elementa" korišćena je opeka. A sve veze, neophodne oslonce i detalje je planirano da se urade od metala, bilo to da su profili, cijevi, flahovi, zavisno od funkcije prilagođeni su prostoru.



Slika 4 – 3D prikaz

Boja oraha će dominirati u prostoru, a zajedno sa tapaciranim elementima obloženim pravom smeđom kožom je zaokružena ova priča.

*Ambijenti.* U prostoru će ostati vidne instalacije pri plafonu, a na samom plafonu će biti završna obrada od grubo našpricanog razrijeđenog betona. Kako bi se na indirektni način razbio prostor kao cjelina, poigraćemo se psihom posmatrača. Određeni ambijenti su dobijeni postavljanjem visećih plafona od iverala i punog drveta, i armaturnih ploča na nekim dijelovima bara (Slika 5). Tako su bez postavljanja pregrada na elegantan način dobijene manje cjeline u prostoru koje su opet objedinjene.

*Rasvjeta.* Akcenat je stavljen i na rasvjetu. Različitim tehnikama osvjetljenja istaknuti su određeni dijelovi bara. Pored direktnog osvjetljenja sa plafona, dosta su korištene visilice koje su postavljane iznad svakog stola, samim tim se dodatno naglasila intima određenih mjesta.

Zidovi su na nekim dijelovima samo omaltani, dok je na velikom dijelu postavljena tapeta. Tapeta sa slikom šume bambusa u prigušeno zelenoj nijansi je jedino obilježje koje nas može asociirati na daleki istok.

Beton kao materijal je korišten na nekim elementima mobilijara, može se primjetiti na zidovima kao završna obrada, kao oslonac na centralnom stolu, kao ploča na zasebnim stolovima i kao poseban detalj isturene obloge zida.

Prostor pruža raznovrsnost po svim aspektima. Sjedenje na barskim stolicama za šankom ili u mirnijem dijelu bara, klasično sjedenje za 2, 3 ili 4 osobe, ili druženje za centralnim stolom koje može da dovede i do novih poznanstava ili neobaveznog razgovora sa osobom koja slučajno sjed do vas.



Slika 5 - 3D prikaz

## 8. ZAKLJUČAK

Na kraju ovog istraživačkog i projektantskog rada, potrebno je reći da postoji još mnogo toga što se može izvući iz betona kao materijala. Ima dosta toga vrijednog što možemo da stvorimo i damo to kao doprinos našem društvu i našoj sredini. Ovo znanje može u mnogome da posluži i van ove sfere uslužnih objekata.

Istraživanje prikazano ovim radom je samo dio onoga šta od betona možemo stvoriti. Svakako da je suši bar nešta novo u gradu Novom Sadu, ali takođe smatram da su građani kao i turisti našeg grada otvoreni za nove eksperimente i avanture sa ovom vrstom azijske hrane.

## 9. LITERATURA

[1] Ivan Tomić, Betonske konstrukcije, Školska knjiga Zagreb, 1988

[2] <https://www.mojstan.net/namjestaj-dekoracije/betonski-prekidaci-i-uticnice/>

[3] <https://www.handkrafted.com/slabsbydesign/1042438/slabs-by-design-obi-dining-table>

[4] <https://www.mojstan.net/namjestaj-dekoracije/betonska-klupa-za-interijer-i-eksterijer/>

### Kratka biografija:



**Mladenka Čajević** rođena je u Palama 1993. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitektura i urbanizam – Projektovanje enterijera 3 odbranila je 2020. godine.

**NOVI SAD 2030: URBANISTIČKA STUDIJA I METODOLOGIJA  
RAZVOJA BICIKLISTIČKOG SAOBRAĆAJA****NOVI SAD 2030: URBAN STUDY AND METHODOLOGY OF  
BICYCLE TRAFFIC DEVELOPMENT**Svetlana Blagojević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ARHITEKTURA**

**Kratak sadržaj** - Urbanistička strategija zasnovana je na analizi postojećeg stanja, razvoju i implementiranju novih prostora za biciklistički saobraćaj u Novom Sadu. Cilj je formiranje kvalitetne biciklističke infrastrukture sa svim neophodnim parametrima za njeno funkcionisanje i definisanje značaja razvoja bicikla kao prevoznog sredstva u urbanoj sredini.

**Ključne reči:** Urbanizam, biciklistički grad, biciklistička infrastruktura, Novi Sad

**Abstract** – Urban strategy is based on the analysis of current condition, development, and implementation of the new bicycle traffic in Novi Sad. The goal is to form a quality cycling infrastructure which consists of all necessary parameters for its functioning, and to define the importance of development of a bicycle as a means of transport in the urban environment.

**Key words:** Urbanism, cycling city, cycling infrastructure, Novi Sad

**1. UVOD**

Bicikl, kao prevozno sredstvo u obliku i konceptu kakvog ga mi danas poznajemo, menjao je svoj dizajn kroz istoriju i prilagođavao se vremenu. Pojavljuje se u XIX veku, dok je do njegovog procvata došlo u XX veku. Trenutno ih u svetu ima oko milijardu. Zbog jeftine izrade i dostupnosti može se reći da je to danas najrasprostranjenije prevozno sredstvo.

U poređenju sa javnim gradskim prevozom, bicikl je ekološki ispravno i održivo prevozno sredstvo, zbog čega njegova primena raste širom sveta i mnoge države ulažu u razvoj biciklističke infrastrukture. Vožnja biciklom pruža značajne koristi za ekonomiju i životnu sredinu (*Slika br.1*).

**1.1. Predmet i problem istraživanja**

Analizirano područje je grad Novi Sad, koji zauzima površinu od 702,7 km<sup>2</sup>. Najveći je grad Autonomne Pokrajine Vojvodine i drugi najveći grad Srbije. Kada je naša zemlja u pitanju, zaključak je da nismo još prepoznali prednosti biciklističkog saobraćaja što rezultira nedovoljno zastupljenom i razvijenom biciklističkom infrastrukturom.

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Milica Vračarić, vanr. prof.



Slika 1: Amsterdam [1]

**1.2. Ciljevi istraživanja**

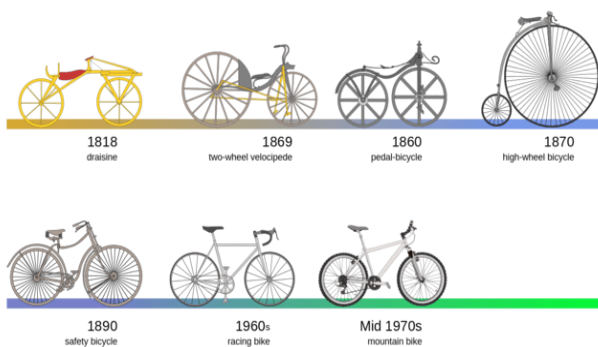
Cilj rada jeste da se prikaže sa kakvim se problemima biciklističke infrastrukture suočava grad Novi Sad i kroz kakve bi sve faze i transformacije prošao do 2030 godine. Sagledavanjem trenutnog stanja biciklističkog saobraćaja u Novom Sadu, kako njegovih mana tako i prednosti, dat je predlog za interpolaciju biciklističkog saobraćaja u postojeću matricu grada.

Sve intervencije imaju za svrhu omogućavanje adekvatnog funkcionisanja biciklističkog saobraćaja, ali i njegovog promovisanja, što bi rezultiralo zdravijim okruženjem zbog povećane fizičke aktivnosti stanovnika i zbog manje količine smoga u vazduhu.

**2. RAZVOJ BICIKLA**

Otkriće bicikla nije vezano za određeno vreme kao ni za konkretnog izumitelja. Kroz istoriju je prošao kroz mnoge faze. Razvoj je počeo od prvog bicikla na odgurivanje nogama tzv. „Draisane“ modela preko „Velosipeda“, poznatog bicikla sa velikim prednjim a malim zadnjim točkom tzv. „Penny Farhing“ modela i mnogih drugih da bi smo došli do standardnog modela kojeg danas poznajemo.

Osnovni koncept bicikla se do danas nije mnogo promenio, ali zahvaljujući napretku tehnologije bicikl je danas sigurniji za upravljanje jer se za izradu ovog prevoznog sredstva koriste kvalitetni materijali (*Slika br.2*) [2].



Slika 2: Razvoj bicikla [3]

### 3. PREDNOSTI I NEDOSTACI VOŽNJE BICIKLOM

Brojne su prednosti bicikla kao prevoznog sredstva u odnosu na automobil. Zbog jeftine izrade i njegove dostupnosti sve više ljudi se okreće korišćenju bicikla i zato je on danas najrasprostranjenije prevozno sredstvo. U razvijenim zemljama čitavog sveta, koje su prepoznale kvalitet njegovog korišćenja, vožnja bicikla je sve učestalija i postaje njihova svakodnevnica. Bicikl je fleksibilan način prevoza „od vrata do vrata“, pristupačan i jednostavan za korišćenje i dostupan u bilo koje doba dana. Prednost biciklizma je što njime mogu da se bave svi, nezavisno od starosnog doba. Pored ličnih ima i društvene prednosti. Bicikl pruža veliku slobodu vozačima da izaberu rutu kojom žele da se kreću, a ujedno mogu da sagledaju grad iz drugogugla.

U mnogim gradovima Evrope, iz gore navedenih razloga, gradske vlasti se uspešno zalažu za razvijanje biciklističkog saobraćaja i korišćenja bicikla kao osnovnog vida prevoza u cilju održivog prometa. Prednosti korišćenja bicikla su brojne: odlično je za zdravlje, umanjuje zagađenost, manje je saobraćajnih gužvi, a sam bicikl ima veliku dostupnost, jeftin je i jednostavan za održavanje.

Međutim, pored niza prednosti postoje i nedostaci, to su: nemogućnost zaštite od vremenskih uslova, duže vreme putovanja, ograničenost u prevozu robe, veći rizik od udesa, ograničena upotreba bicikla zbog nedovoljno izgrađene i neadekvatne biciklističke infrastrukture. Činjenica da je ovaj način prevoza zdrav i ekološki prihvatljiv jesu njegovi najvažniji atributi.

### 4. BICIKLISTIČKA INFRASTRUKTURA

Biciklistička infrastruktura je povezan sistem saobraćajnica po kojoj se biciklisti kreću, pa je važno da ona bude adekvatno projektovana. Prilikom projektovanja moraju biti zadovoljeni svi neophodni uslovi za njeno pravilno i bezbedno funkcionisanje.

Biciklističku infrastrukturu čine saobraćajnice, signalizacija, parkinzi. U mnogim gradovima biciklistička infrastruktura se sastoji od nepovezanih delova staza, a razvoj takvog saobraćaja podrazumeva prilagođavanje ulica i drugih parametara na način koji će biti pogodan za biciklizam. Takođe, pri rešavanju treba obratiti pažnju na dimenzije staza, ulica, bicikla, kao i na kombinovanje biciklističkih putovanja sa javnim prevozom. Najvažniji elementi koji

moraju da se zadovolje prilikom projektovanja su bezbednost, povezanost, direktnost, udobnost i atraktivnost [4].

#### 4.1 Bicikl kao parametar u planiranju i projektovanju

Prilikom planiranja biciklističke infrastrukture mora se pridržavati nekih osnovnih pravila i dimenzija kojima se definiše potreban prostor za bicikliste. Kao merodavno vozilo za dimenzionisanje primenjuje se bicikl. Minimalan prečnik okretanja za bicikliste iznosi 3m [4].

#### 4.2 Biciklističke trake

Biciklističke trake se projektuju kao sastavni deo protočnog kolovoza na saobraćajnicama manjeg značaja radi bezbednosti biciklista. Projektuju se u ravni kolovoza, a preporučeno je da se izdvajaju pomoću signalizacije, materijala kolovoza ili boje. Pravilno isprojektovana površina doprinosi bezbednosti, slobodi kretanja, ugodnosti. Trake u naselju su jednosmerne i dvosmerne, a izvan naselja se ne preporučuju iz bezbednosnih razloga.

Minimalna širina biciklističke trake je 1m, a optimalna 1,6m. Optimalna udaljenost biciklističke trake od kratkih prepreka (stubovi za rasvetu, saobraćajni znaci) i dugačkih prepreka (podvožnjaci, zidovi od objekata) iznosi 0,25m. Biciklistička traka po pravilu je namenjena jednosmernom kretanju biciklista i izvodi se uz desni rub kolovoza [4].

#### 4.3 Biciklističke staze

Samostalni putevi su namenjeni isključivo za kretanje bicikala. Biciklističke staze su pogodnije za naseljena mesta, dok se njihova izgradnja izvan naselja ne preporučuje. Prilikom projektovanja moraju se definisati svi elementi situacionog i nivelacionog plana. Njihovom izgradnjom postiže se veća bezbednost biciklista, bolji komfor, lakše kretanje. Staze mogu formirati i izdvojenu mrežu biciklističkih puteva ukoliko prolaze kroz slobodne parkovske površine ili otvorene urbanističke blokove. Mešovite staze za bicikliste i pešake se ne preporučuju i treba ih koristiti samo ukoliko nema dovoljno mesta za njihovo samostalno izvođenje.

Jednosmerna dvostrana staza minimalna širina je 1,5m, a optimalna 2m, dok je za dvosmernu jednostranu minimalna širina 2m, a optimalna 2,5m. Takođe, bitno je voditi računa o njihovim ukrštanjima sa drugim saobraćajnim površinama, jer se većina udesa u kojima učestvuju biciklisti dogodi na raskrsnicama [4].

#### 4.4 Parkirališta za bicikle

U neposrednoj blizini javnih, poslovnih, industrijskih i sličnih objekata, naročito u gradovima gde se intenzivno odvija biciklistički saobraćaj, potrebno je obezbediti parkirališta za bicikle. Mogu biti javnog ili zatvorenog tipa. Treba da omoguće sigurno odlaganje bicikla, da ne ometaju druge učesnike u saobraćaju kao i da imaju zaštitu od vremenskih uslova.

Uslovi kojih se treba pridržavati prilikom projektovanja parkirališta su: najmanje 50% površine parkinga treba da je natkriveno, udaljenost parkinga od krajnjeg odredišta nije više od 250m [4].

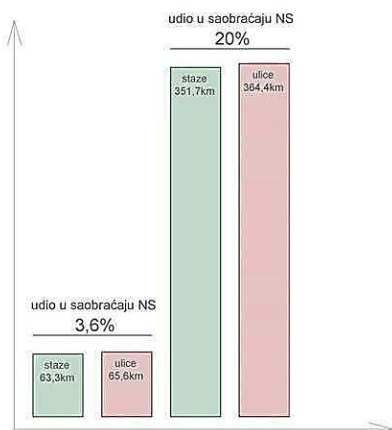
#### 4.5 Pešačko-biciklističke staze

Pešačko-biciklističke staze dimenzionišu se na osnovu analiza propusne moći, a za mogućnost mimoilaženja se primenjuju minimum dva osnovna modula. Pešačko-

biciklistička staza je prometna površina namenjena za kretanje biciklista i pešaka, izgrađena odvojeno od kolovoza i označena odgovarajućom prometnom signalizacijom [4].

## 5. TRENUTNO STANJE BIKIKLISTIČKOG SAOBRAĆAJA U NOVOM SADU

Trenutno stanje biciklističkog saobraćaja u Novom Sadu je sledeće: udeo biciklističkog saobraćaja u vidovnoj raspodeli je 3,6%, što čini 63,3 km staza i 65,6 km saobraćajnica, a zadatak projektantskog dela rada je da se do 2030. godine udeo poveća do 20%, što čini 351,7km staza i 364,4km saobraćajnica (Slika br.3)[5].



Slika 3: Dijagram trenutnog i planiranog udela biciklističkog saobraćaja u Novom Sadu

Iako postoje velike pogodnosti za njegov razvoj, bicikl, kao prevozno sredstvo je veoma malo zastupljen u Novom Sadu. Postojeća biciklistička infrastruktura se isključivo odnosi na biciklističke staze. Problemi koji su uočeni tokom sagledavanja i analiziranja trenutnog stanja su sledeći: smanjena bezbednost biciklista na frekventnim saobraćajnicama, loše stanje biciklističkih staza na pojedinim delovima mreže, nepostojanje biciklističkih saobraćajnica na mostovima, neadekvatno korišćenje staza i saobraćajnica usled parkiranih vozila na mestima predviđenim za vožnju biciklista, buka, problem krađe bicikala.

Sve su ovo problemi sa kojima se suočava grad Novi Sad, a čini se da se ni ne ulažu veliki naponi da se ovi problemi reše. Cilj je prepoznati vrednosti bicikla kao prevoznog sredstva, ulagati u promovisanje biciklističkog saobraćaja kako bi se stanovnicima podigla svest o korišćenju ovog vida prevoza i ulagati sredstva u izgradnju biciklističke infrastrukture. Biciklistima je potrebno obezbediti kratke, privlačne, udobne i bezbedne pravce unutar grada.

## 6. URBANISTIČKO REŠENJE

Izgradnja saobraćaja je podeljena u tri faze iz više razloga. Prvenstveno zbog finansijskog dela projekta, veličine površine koja je obuhvaćena projektom, obima radova koji su predviđeni, ali i da bi se lakše sagledalo postepeno menjanje u gradu i da bi se korisnici lakše prilagodili promenama obuhvaćenim projektnim rešenjem.

I FAZA (2020-2024) – predviđena je izgradnja parkova na 8 lokacija u gradu i da se izgradi 72,4km staza (20,57%) i 46,6 km saobraćajnica (12,8%).

II FAZA (2024-2027) - predviđena je izgradnja parkova na još 12 lokacija u gradu i da se izgradi 94,5km staza (52,27%) i 126,5km saobraćajnica (52,5%).

III FAZA (2027-2030) – predviđena je izgradnja parkova na još 4 lokacije i da se izgradi 184,8km staza (26,88%) i 191,3km saobraćajnica (34,7%).

Projektom je predviđeno da se do 2030. godine izgradi 25 parkova različitih veličina koji su opremljeni biciklističkim saobraćajem. Rasprostranjeni su na celom području grada Novog Sada, povezani sa ukupno 716,1 km saobraćajnica adekvatno projektovanih i pozicioniranih na mapi grada sa svim potrebnim pratećim mobilijarom. Vođeno je računa o uvođenju zelenila i osvetljenja kao zaštiti korisnika, o smanjenju kolskog saobraćaja gde god je to bilo moguće, uvođenju podzemnih garaža u neposrednoj blizini ulice ukoliko je parking ukinut kao i projektovanju dovoljne i bezbedne širine svih ulica.

Tamo gde su ulice bile uske uvedena je po jedna traka, gde je bilo moguće dve trake za bicikliste, a gde je postojala mogućnost da se ulica zatvori za kolski saobraćaj ona je u potpunosti predviđena za bicikliste i pešake. Poenta ovih transformacija je da se ulice na najbolji mogući način isprojektuju za sve korisnike i da svaka promena ima smisla.

### 6.1 Biciklistički parkovi

Biciklistički parkovi su glavni fokus ovog projekta. Svaki sadržaj parka je individualan, zavisno od potreba lokacije i stanovništva. Parkovi su postavljeni u domenu od po 6km na mestima gde su objekti predviđeni za rušenje ili gde postoji slobodna parcela. Svakom parku je dodeljena veličina, tako da postoje mali, srednji i veliki park, zavisno od lokacije i uslova na njoj.

Svi parkovi imaju osnovne sadržaje kao što su: otvorena i zatvorena garaža, servis za popravku i punkt za turiste, a u svakom parku će se dodatno razviti neki od sadržaja koji će biti usklađeni sa situacijom i potrebama lokacije. Najmanje lokacije sadržaće osnovne programe: otvorenu i zatvorenu garažu, servis za popravku i iznajmljivanje bicikala za turiste, a od dodatnih sadržaja kafe-bar. Parkovi srednjih veličina pored osnovnih sadržaja imaju punkt za iznajmljivanje bicikala. Veliki parkovi će od dodatnih sadržaja imati mini adrenalinski park, fabriku za dizajn bicikla u sklopu kog se nalazi i mini muzej (Slika br. 4).



Slika 4: Prikaz idejnog rešenja velikog parka

## 6.2 Turizam

Svaki sadržaj parka je individualan, zavisno od potreba lokacije i stanovništva, ali jedan sadržaj je isti za sve, i to je punkt za turiste. Svi koji su zainteresovani za obilazak grada imaju mogućnost da u svakom biciklističkom parku iznajme turistički bicikl. Ovaj bicikl turistu navodi od jedne do druge znamenitosti uz istovremeno informisanje o njenoj istoriji i značaju. Tok iznajmljivanja bicikla za turiste je sledeći (Slika br.5):

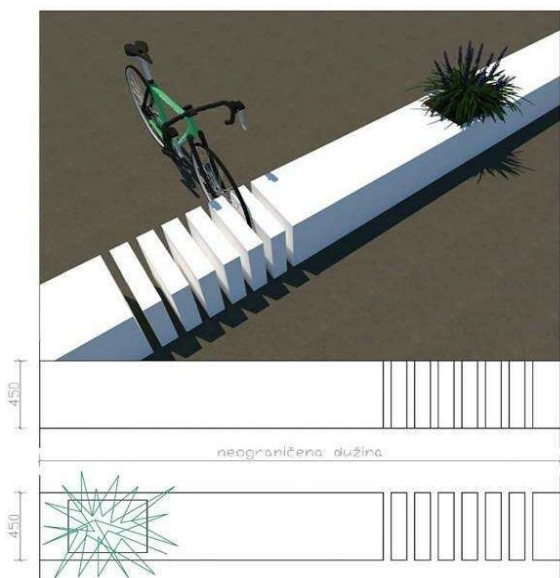
1. Prva stvar jeste iznajmljivanje bicikla u jednoj od radnji u biciklističkim parkovima
2. Nakon što turista iznajmi bicikl, dobija karticu pomoću koje se bicikl može pokrenuti, a koja takođe služi za plaćanje po kilometraži koja se pređe u toku dana.
3. Kada se bicikl pokrene, sledi uživanje u razgledanju grada i obilaženje znamenitosti (pri obilasku pomaže aplikacija i koja će navoditi turistu od tačke A do tačke B)
4. Nakon turističke ture, turista se vraća na krajnju tačku, tj. u bilo koju radnju u koju će vratiti iznajmljeni bicikl



Slika 5: Način iznajmljivanja bicikla

## 6.3 Mobilijar

Što se tiče dizajna mobilijara, vođeno je računa o svim korisnicima. Postoje kombinacije različitih materijala (čelik, staklo, beton i drvo) i funkcija, oznaka i uputa u prostoru. Vođeno je računa da postoje i multifunkcionalni sadržaji kao što su betonske klupe u kombinaciji sa parkingom, oznakazaparking, klupe sa nadstrešnicama i parkingom (Slika br.6).



Slika 6: Klupa u kombinaciji sa parkingom

## 7. ZAKLJUČAK

Kroz projekat je vođeno računa da se obuhvate svi aspekti biciklističkog saobraćaja, od većih površina i elemenata kao što je organizacija i poboljšanje biciklističkih staza, do ambijentalnih detalja i mobilijara. Strategija pri

postavljanju biciklističkih staza jeste da se svi delovi grada povežu kako bi se omogućilo nesmetano kretanje biciklista. Strategija je bazirana na biciklističkim parkovima koji su i fokus ovog projekta. To su uređeni prostori posebno namenjeni za bicikliste koji će sadržati sve neophodne elemente za održavanje bicikla što će povećati bezbednost biciklista tokom vožnje u gradu. Izgradnja je podeljena u tri faze za period od 2020. do 2030. godine kako bi se korisnici lakše prilagodili promenama i da bi se bolje sagledala situacija razvoja biciklističkog saobraćaja u Novom Sadu. Ideja je bila da svi korisnici brzo i lako mogu da dođu do objekata bitnih namena, ali i do zanimljivih turističkih lokacija.

Ulice su transformisane tako da se ispune svi aspekti za bezbedno funkcionisanje saobraćaja u gradu. Poenta svih transformacija je da se ulice na najbolji mogući način isprojektuju za sve korisnike i da svaka promena ima smisla. Aspekti izgradnje biciklističkih površina i razvoja biciklističkog prometa su višestruki.

Vožnja biciklom doprinosi opštem poboljšanju kvaliteta života u gradovima, jer prvenstveno ne zagađuje okolinu, ne stvara buku, nema potrebe za traženjem parking mesta. Predloženi su osnovni uslovi i parametri koji su neophodni prilikom planiranja i projektovanja biciklističke infrastrukture. Da bi se postiglo unapređenje biciklističkog saobraćaja potrebna je dobra biciklistička strategija. Predložene su mere za povećanje sigurnosti, podizanje svesti o ovom načinu prevoza, kao i strateško planiranje biciklističkog prometa.

## 8. LITERATURA

- [1] <http://traverseearth.com/amsterdam-bicycles-and-canal/> (pristupljeno u septembru 2020.)
- [2] [http://www.na2kotaca.net/wp-content/uploads/2014/12/biciklisti%C4%8Dki\\_priru%C4%8Dnik\\_HBS\\_izdanje.pdf](http://www.na2kotaca.net/wp-content/uploads/2014/12/biciklisti%C4%8Dki_priru%C4%8Dnik_HBS_izdanje.pdf) (pristupljeno u septembru 2020.)
- [3] <https://sites.google.com/site/biciklizagreb/bicikl-kroz-povijest> (pristupljeno u oktobru 2020.)
- [4] [https://www.putevi-srbije.rs/images/pdf/harmonizacija/prirucnik\\_-\\_za\\_projektovanje\\_puteva/SRDM5-6-biciklisticke-povrsine\(120505-srb-konacna\).pdf](https://www.putevi-srbije.rs/images/pdf/harmonizacija/prirucnik_-_za_projektovanje_puteva/SRDM5-6-biciklisticke-povrsine(120505-srb-konacna).pdf) (pristupljeno u septembru 2020.)
- [5] <http://www.nsurbanizam.rs/sites/default/files/-1770%20Saobracajna%20studija-NOSTRAM-.pdf> (pristupljeno u oktobru 2020.)

### Kratka biografija:



**Svetlana Blagojević** rođena je u Čačku 1995. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitektura i urbanizam – Strategije i metode u arhitektonskom i urbanističkom projektovanju odbranila je 2020. godine.

**IDEJNO REŠENJE ADAPTIVNE FASADE RADNIČKOG UNIVERZITETA  
U NOVOM SADU****CONCEPTUAL DESIGN OF THE ADAPTIVE FACADE OF THE RADNIČKI  
UNIVERSITY IN NOVI SAD**

Boško Ilić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast - ARHITEKTURA**

**Kratak sadržaj** – Cilj rada jeste projektovanje idejnog rešenja adaptivne fasade na primeru zgrade Radničkog univerziteta u Novom Sadu. Fasada pored ispunjenja estetskih kriterijuma treba biti u potpunosti podređena korisniku i njegovim potrebama, a jedan od glavnih problema koji je potrebno rešiti jeste mogućnost automatizovanog otvaranja velikog broja konfigurisanih panela u skladu sa intenzitetom prirodnog osvetljenja.

**Ključne reči:** *Arhitektura, adaptivnost, fasada, sistem*

**Abstract** – *The goal of the paper is to create a conceptual design of an adaptive facade on the example of the building of the Radnički University in Novi Sad. In addition to aesthetics, the facade should be completely subordinated to the user and his needs, and one of the main problems to be solved is the possibility of automatically opening a large number of configured panels in accordance with the intensity of natural light.*

**Keywords:** *Architecture, adaptability, facade, system*

**1. UVOD**

Osnovni zadatak arhitekture jeste da život korisnika prostora učini komfornijim. Do danas, postignut je izuzetan napredak u razvijanju objekata i kuća, čije funkcije više nisu samo zaštita od okruženja, već i smanjenje troškova, energije, materijala, prirodnih resursa i zagađenja. Najbliži dodir sa okruženjem i „oklop“ svake kuće jeste upravo njena fasada. Fasada je oduvek predstavljala odnos između enterijera i eksterijera. Prvi vizuelni kontakt sa objektom jeste sa njegovom fasadom i ona, osim same zaštite, umnogome određuje osećaj prijatnosti ljudi u tom objektu.

Tradicionalno građene zgrade najčešće imaju statične fasade i zbog toga ne mogu da prate ekološke standarde koji se stalno menjaju. Nisu sposobne da se prilagode i reaguju na promene spoljašnjih uticaja kojima su izložene tokom svog životnog veka.

Pomoću dinamičkih fasada, zgrade imaju mogućnost da reaguju na spoljašnje uticaje sa poboljšanom energetsom efikasnošću. Fasade koje reaguju na spoljašnje uticaje, smatraju se primarnom opnom zgrade. Objekti će u budućnosti, uz pomoć tehnike i informacionih tehnologija biti u stanju da odluče koje radnje treba da izvrše kako bi se prilagodili spoljnim uticajima i okruženju.

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Bojan Tepavčević.**

**1.1. Predmet i cilj istraživanja**

Predmet istraživanja ovog rada su primena principa adaptivnosti u projektovanju fasada.

Cilj istraživanja rada je da se istraže mogućnosti primene adaptivnih fasada u arhitekturi i predloži idejno rešenje adaptivne fasade za objekat Radničkog univerziteta u Novom Sadu.

Adaptivne fasade su fasade koje su specijalno dizajnirane da budu prilagodljive (okolini, stanovnicima, predmetima u njima), bilo da se promena izvršava automatski ili pomoću ljudske intervencije. Izmena se može vršiti na više načina i često uključuje digitalnu tehnologiju (senzore, aktuator, daljinske upravljače, komunikacionu tehnologiju). Prilagodljive fasade mogu poboljšati energetska efikasnost i ekonomičnost zgrade, kroz sposobnost da promene svoje ponašanje u realnom vremenu, u skladu sa unutrašnjim i spoljnim parametrima, pomoću materijala, komponenata i sistema.

Adaptacija može biti:

1. Pasivna - gde organizam menja svoja funkcionalna svojstva shodno promenama u životnoj okolini
2. Aktivna - gde organizam napušta neodgovarajuću okolinu i naseljava onu koja mu odgovara

Prvi deo ovog studijskog rada obuhvatiće istraživanja koja pokazuju razvoj adaptivnih fasada i kako se one danas mogu prilagoditi okruženju, ostvarujući svoju estetsku ulogu i istovremeno doprinoseći energetske efikasnosti samog objekta koji je jedan od prioriteta u procesu projektovanja. Kroz primere je prikazano kako se najbolja energetska efikasnost objekta može postići fasadom koja je adaptivna, odnosno prilagodljiva klimatskim promenama.

Drugi deo bavi se stvaranjem ovakve fasade pomoću koda, u programu Rhino i Grasshopper, i primenom izučeni principa na konkretan primer zgrade Radničkog univerziteta koji se nalazi u Novom Sadu.

**1.2. Razvoj adaptivne fasade**

Glavno polazište istraživanja jeste razvoj fasada kroz vreme, nastanak adaptivnih fasada i njihovo značenje.

Iako se ideja o adaptivnoj arhitekturi javila još šezdesetih godina kod arhigrama, tehnološki razvoj uticao je da se u poslednjoj deceniji pojave prvi izgrađeni objekti koji imaju mogućnost da se prilagode vremenu, dinamici života i trenutnim uslovima. Gradacijski razvoj adaptivne arhitekture počinje sa prvim prilagodljivim objektima na kojima su se sve promene funkcije izvršavale posredstvom rotacije i translacije pregrada između prostorija.

Pokretački sistemi u današnjim objektima sa velikim brojem senzora i aktuatora, većinu odluka o svojoj promeni mogu doneti bez direktne naredbe korisnika. Odgovor arhitekture i struke na tempo razvoja tehnologija koje pokreću adaptivnu arhitekturu nije dovoljno brz. Postoje veće mogućnosti iskorišćenja velikih napredaka u poljima veštačke inteligencije, tehnologije i razvoja inovativnih materijala.

Današnje fasade su pretežno pasivni sistemi i uglavnom su iscrpljene sa energetskog stanovišta. Oni se ne mogu prilagoditi promenljivim uslovima okoline u vezi sa dnevnim i godišnjim ciklusima, niti promenljivim zahtevima korisnika. Multifunkcionalne, prilagodljive i dinamične fasade mogu se smatrati sledećom velikom prekretnicom u tehnologiji fasada. Prilagodljivi omotači zgrada mogu da komuniciraju sa okolinom i korisnikom reagujući na spoljni izlaz i prilagođavajući njihovo ponašanje i funkcionalnost u skladu sa tim: omotač zgrade izoluje samo kada je to potrebno, proizvodi energiju kada je to moguće i osenčava ili provetrava kada unutrašnja udobnost to zahteva.

Nekoliko različitih vrsta koncepata adaptivnog omotača je razvijeno, a u bliskoj budućnosti očekuje se porast novih inovativnih rešenja. U adaptivne omotače spadaju sledeće fasade: *kinetičke fasade, aktivne fasade, biomimetičke ili bio inspirisane fasade, transformabilne fasade, interaktivne fasade, reaktivne fasade, inteligentne fasade, pametne fasade...*

Pregled niza adaptivnih fasada pokazuje da se arhitektonska istraživanja dinamičkih omotača kreću ka inovativnim rešenjima. Iskorišćavajući mogućnost integracije IT sistema, mehaničkih pokretača i inovativnih materijala. Ova tehnološka rešenja su u stanju da transformišu omotač od statičkog elementa u dinamički element, sposoban za brzu i efikasnu promenu oblika u odnosu na određene funkcionalne, statičke i fizičke zahteve. Adaptivne fasade se stoga mogu smatrati poslednjim ciljem savremenih arhitektonskih i tehnoloških istraživanja.

## 2. STUDIJA SLUČAJA

### 2.1. Al Bahar Towers

U daljem tekstu analiziran je jedan od najboljih primera kinetičkih fasada, a to su 150 metara visoke kule Al Bahar (Slika 1) u Abu Dabiju.



Slika 1: Al Bahar kule, mašrabija paneli

Među mnogobrojnim performansama dizajna, zgrada se ističe svojim tečnim oblikom (strukturuom inspirisanom spiralnom kašikom za med) i svojim automatizovanim dinamičnim solarnim panelima. Fasadni sistem kinetički odgovara na kretanje sunca i daje zgradi njen prepoznatljiv

identitet. Dizajn je izvučen iz svog konteksta, uzimajući u obzir životnu sredinu, tradiciju i tehnologiju.

Kako u Abu Dabiju prevladavaju ekstremni vremenski uslovi, krenuvši od veoma niskih zimskih temperatura tokom noći koje padaju do 0°C do dnevnih letnjih temperatura koje dostižu i do 50°C, pa do pešćanih oluja, Aedas Architect's su osmislili fasadu koja reaguje na spoljne uticaje sunca i vetra, a za njen dizajn su koristili izgled mašrabija. Prednosti ovog sistema su odlična interpretacija tradicionalnog sistema za zasenjivanje i modularan sistem prilagodljiv dvostruko zakrivljenim fasadama. Potencijalni nedostaci su cena izrade panela (svaki poseduje aktuator), kompleksnost geometrije, i samo održavanje. Omotač zgrade je napravljen od staklenog zida zavese (otpornog na vremenske prilike) i mašrabija dinamičnog solarnog panela.

Prednosti koje pruža ovaj inovativni fasadni sistem su sledeći:

- 50% uštede energije samo u kancelarijama, i do 20% za celu zgradu
- 20% smanjenja emisije ugljenika na nivou objekta i do 50% samo u kancelarijama
- 15% smanjenja veličine elektrane i kapitalnih troškova
- 20% smanjenja materijala i ukupne težine zbog visokofluidnog, racionalnog i optimizovanog dizajna

Za kontrolisanje komponenti sistema korišćena je renomirana Siemensova platforma u kombinaciji sa HMI (Human/Machine Interface). Umetnut je unapred podešeni program koji simulira kretanje Sunca i raspoređuje mašrabija jedinice prema odgovarajućim konfiguracijama skupljanja. HMI dozvoljava manuelne intervencije operatera u slučaju vanrednog stanja.

Sistem je dizajniran da izdrži sledeće:

- Visoku izloženost UV zracima i atmosfersku temperaturu koja dostiže do 49°C
- Vlažnost koja dostiže 100% tokom leta
- Koroziju – jer zgrada gleda na more i izložena je velikim količinama peska i prašine
- Velike nalete vetra i brzinu vetra, do ±3.5 kPa i 240 km/h
- Udare i abraziju nastale čišćenjem/održavanjem i usled izloženosti pešćanim olujama
- Požar u trajanju od 2 sata za glavni potporni okvir, budući da se sastoji od komponenti jakog čelika

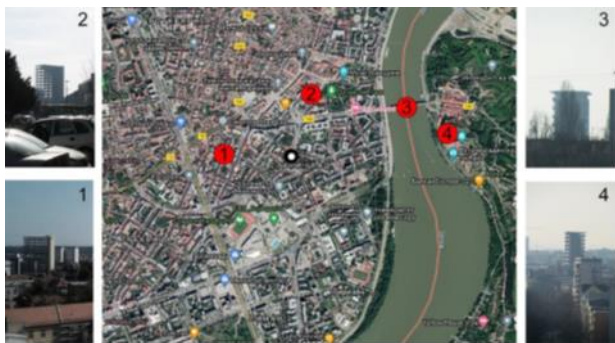
## 3. REŠENJE ADAPTIVNE FASADE

Za bilo koji proces projektovanja treba se osvrnuti na više projektantskih kriterijuma za koje je potrebno koristiti integrisani pristup, gde se o svim tim aspektima i kriterijumima misli na samom početku rada. Kako bi se lakše manipuliralo količinom podataka, oni se interpretiraju kroz parametre povezane u okviru modelovanja, što daje brze prikaze varijacija u realnom vremenu.

Primenom Rhinoceros i Grasshopper paketa omogućena je kontrola ovih podataka, a da se u isto vreme zadrže principi osnovnog koncepta. Za potrebe dizajna ove fasade neophodno je proći kroz nekoliko faza koje uključuju analizu lokacije, generisanje koncepta, kao i simulaciju kretanja.

### 3.1. Analiza lokacije

Radnički univerzitet nalazi se u ekskluzivnoj gradskoj zoni Novog Sada, u ulici Vojvođanskih brigada. Lokacija je veoma povoljna jer se objekat nalazi na početku manje ulice koja izlazi na Stražilovsku, jednu od frekventnijih ulica koje vode do samog centra grada. Značajni kompleksi koji se nalaze u širem okruženju su Skupština AP Vojvodine, studentski grad, Sportski i poslovni centar „Vojvodina”, kao i centar grada (Slika 2).



Slika 2. Mapa šireg okruženja sa pogledima na reper

Ovaj objekat stradao je u požaru 2000. godine, te je od njega ostao samo skeletni sistem. U njegovom okruženju izdignuto je nekoliko modernih objekata u koje se ova zgrada više ne uklapa, te je bilo neophodno osmisliti fasadu koja će joj dati identitet i koja će biti prepoznatljiva iz udaljenijih delova grada.

Adaptivna fasada je najbolji izbor za ovaj objekat, uzimajući u obzir njegovu visinu, skeletni sistem, lokaciju i okruženje. Spoljašnji faktori i klimatske karakteristike ovog podneblja uslovljavaju upotrebu ovakvog tipa dinamičke fasade, koja pored osnovne funkcije zasenčenja objekta istovremeno omogućava otvoren pogled na prelepe vizure grada.

Na odabranoj lokaciji je trebalo voditi računa o užem i širem kontekstu okruženja, izgledu buduće fasade u odnosu na dati prostor i kontekst, orijentaciji postavljanja fasadnih panela u odnosu na kretanje sunca, gde su oni potrebni, a gde nisu.

### 3.2. Ideja i koncept rešenja zgrade

Rešenje pokretne fasade bazirano je na pokretnim elementima. Kule Al Bahar bile su glavna referenca na osnovu koje je razrađivano rešenje fasade Radničkog univerziteta, a islamski ornament mašrabija je osnovni koncept formiranja fasade. Dinamična mašrabija inspirisana je prošlošću i prilagodljivim prirodnim sistemima - koncept presavijanja i rasklapanja koji prati kretanje sunca (Slika 3).



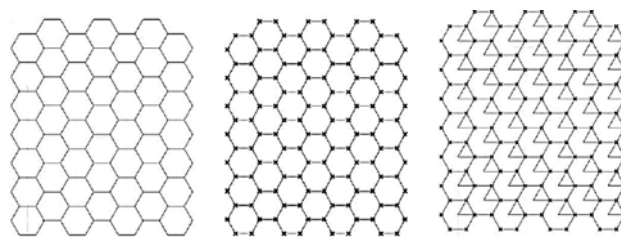
Slika 3. Koncept dizajna fasade

Adaptivna fasada u ovom slučaju predstavlja dupli omotač oko objekta, koji sa građevinske strane gledišta služi kao termoizolacija, kako u letnjem, tako i u zimskom periodu. To podrazumeva manje troškove na utrošak energije, bilo da je u pitanju klimatizacija ili grejanje. Loša strana ovakve fasade su poteškoće pri održavanju i potrošnja električne energije na pomeranje panela, koja se može umanjiti postavljanjem solarnih panela na krovu objekta. Konstrukcija, mehanizam i materijalizacija fasade najslabije su Al Bahar fasadi.

### 3.3. Formiranje fasade primenom paketa Rhinoceros i Grasshopper

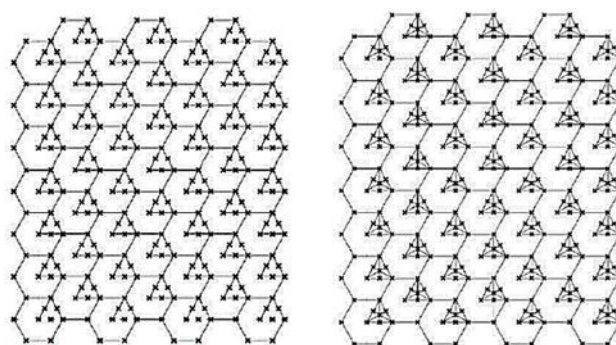
Prvi korak u formiranju dinamičke fasade se bazirao na definisanju i generisanju oblika fasade od niza zadatih tačaka u prostoru koje prate geometriju samog objekta.

Da bi se mašrabija jedinice mogle primeniti na željenu geometriju, bilo je neophodno podeliti prethodno definisanu površinu fasade na šestougone panele. U Grasshopper kodu je ostavljena je mogućnost kontrole dimenzija panela. Pomenuti heksagoni se rastavljaju na tačke i delove. Nakon toga nalazi se centralna tačka svakog heksagona, i dolazi se do zaključka da šest jednakostraničnih trouglova formira osnovnu jedinicu za rad (Slika 4).



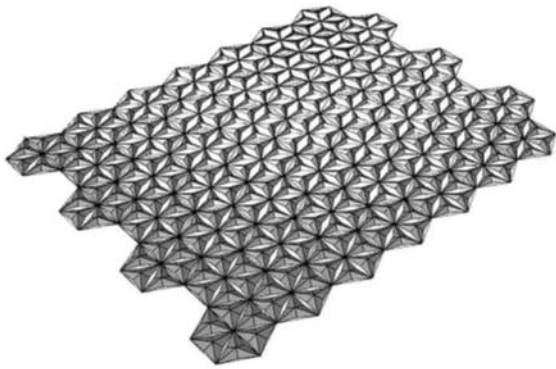
Slika 4. Formiranje osnovnog koda za nastavak izrade fasade

Uzet je centar svakog trougla i iz jednog većeg trougla stvaraju se tri manja. Onda se taj trougao deli na još dva spajanjem centra sa sredinom svake strane kako bi se formirala mesta gde se panel savija (Slika 5).



Slika 5. Naredni korak u izradi fasade

Pošto je otvaranje fasade moguće automatski i mehanički, mogu se dobiti različiti šabloni otvora na fasadi što bi je činilo posebnom i unikatnom. U Grasshopper-u je putem koda zadato pomeranje centralnih tačaka panela izvan osnovne geometrije fasade u cilju definisanja ispupčenja. Spajanjem prethodno generisanih tačaka (centralnih i prevojnih), po utvrđenom pravilu, omogućeno je formiranje panela koji imaju oblik i funkciju mašrabija jedinice (Sl. 6).



Slika 6. Konačno rešenje fasadne površine

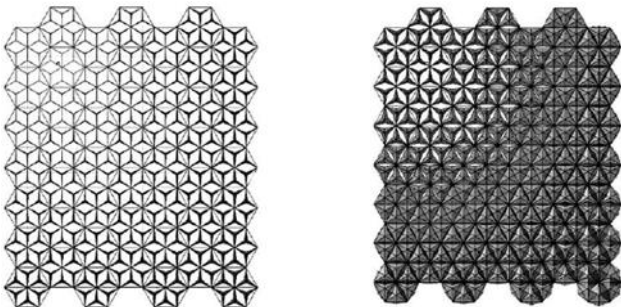
### 3.4. Algoritam promene konfiguracije fasade

Promene konfiguracije fasade moguće su korigovanjem koda u Grasshopper-u:

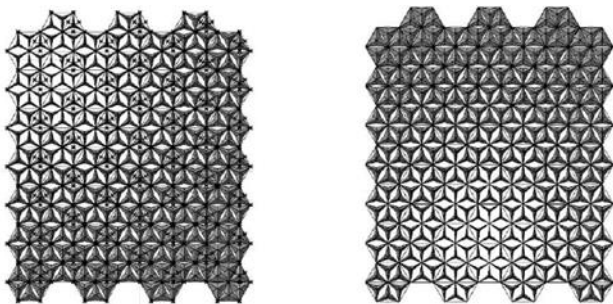
- promena dubine ispupčenja panela na fasadi (Slika 7)
- promena broja otvorenih panela na fasadi (Slika 8)
- promena pozicije otvorenih panela na fasadi (Slika 9)



Slika 7. Promena dubine ispupčenja panela na fasadi



Slika 8. Promena broja otvorenih panela na fasadi



Slika 9. Promena pozicije otvorenih panela na fasadi

## 4. ZAKLJUČAK

Cilj rada je bio da se oživi zastarela građevina koja se nalazi u samom centru grada. Renoviranje ovog objekta predstavlja veliki iskorak u napredovanju same lokacije i grada Novog Sada.

U radu su predstavljena istraživanja adaptivnih fasada, razrada ideje adaptivne fasade i 3d prikaz konačnog rešenja fasadne površine (Slika 10).

Kroz primere studije slučaja istražene su mogućnosti, dobre osobine i nedostaci adaptivnih fasada koje su sve više prisutne u arhitektonskoj praksi.

Osmišljen je sistem koji se može u potpunosti podrediti korisniku i okolini. Upravljački sistem, uz pomoć napredne kompjuterske tehnologije i senzora, može samostalno da donosi odluke. Takođe, upravljačka jedinica ima sposobnost da preduzima radnje vezane za ispunjavanje zahteva korisnika kojima je u potpunosti podređen.

Ideja ovog rada bila je primena adaptivnih fasadnih sistema koji su bazirani na konceptu mašrabija jedinice na fasadi Radičkog univerziteta u Novom Sadu. Ovaj objekat posle dugog niza godina neodržavanja i zapuštenosti zaslužuje da dobije novu namenu i moderan i privlačan nov izgled.

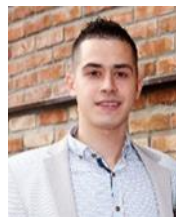


Slika 10. Dnevni i noćni prikaz objekta (3ds Max + Vray)

## 5. LITERATURA

- [1] Konstantoglou, M, and A. Tsangrassoulis. "Dynamic operation of daylighting and shading systems: A literature review" *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 60 (2016)
- [2] Kostantoglou, M., A. Kontadakis, and A. Tsangrassoulis. "Dynamic building skins: performance criteria integration" In *PLEA2013—29th conference, sustainable architecture for a renewable future*, Munich, Germany (2013)
- [3] Holger Schnädelbach DipArch MArch PhD - University of Nottingham "Adaptive Architecture – A Conceptual Framework" Nottingham (2010)
- [4] C.M.J.L. Lelieveld, Msc.A.I.M. Voorbij, Msc.Ph.D.W.A. Poelman, Msc.Ph.D. "Adaptable Architecture" The Netherlands (2011)
- [5] Kolarević, Branko. "Simplexity (and Complicity) in Architecture" *eCAADe 2016, 34th Annual Conference in Oulu, Finland* (2016)
- [6] Gombrich, Ernst Hans. "The sense of order: a study in the psychology of decorative art" (1979)

### Kratka biografija:



**Boško Ilić** rođen je u Novom Sadu 1994. god. Osnovne studije na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti „Arhitektura i urbanizam“ završio je 2017. god. kada je upisao Master studije – usmerenje „Digitalne tehnike, dizajn i produkcija u arhitekturi i urbanizmu“. Master rad odbranio je 2020.god.

**PRISTUPAČNOST JAVNIH PROSTORA NA PRIMERU UNIVERZITETSKOG  
KAMPUSA U NOVOM SADU****ACCESSIBILITY OF PUBLIC SPACES THROUGH THE EXAMPLE OF THE  
UNIVERSITY CAMPUS IN NOVI SAD**

Sara Stanić, Ljiljana Vukajlov, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – ARHITEKTURA I URBANIZAM**

**Kratak sadržaj** – *Pristupačni javni prostori predstavljaju osnovu stvaranja zdravog društvenog sistema. Primenom principa univerzalnog dizajna na javnim površinama ostvaruje se integracija svih grupa građana u društvo i na taj način se izbegava diskriminacija istih. Predmet istraživanja smešten je u kontekst savremenog čoveka i promena koje su se događale u svim aspektima života ostavljajući značajan uticaj na svakodnevno funkcionisanje stanovnika. Rad se fokusira na adaptaciju urbanističkih elemenata obuhvatajući različite potrebe, mogućnosti i navike modernog čoveka, u cilju obezbeđivanja uslova za stvaranje inkluzivnog društva bez diskriminacija.*

**Ključne reči:** *Pristupačnost javnih površina, univerzalni dizajn, inkluzija*

**Abstract** – *Accessible public spaces are the axis of creating a healthy social system. By applying the principles of the universal design in public areas, the integration of all groups of citizens into society is achieved avoiding discrimination on any level. The subject of the research is placed in the context of a modern man and the changes that have taken place in all aspects of life, leaving a significant impact on the daily functioning of the population. The thesis focuses on the adaptation of urban elements, encompassing the different needs, possibilities and habits of a modern man, in order to provide conditions for the creation of an inclusive society without discrimination.*

**Keywords:** *Accessibility of public spaces, universal design, inclusive society*

**1. UVOD**

Pristupačnost je koncept prema kom se proizvod, izgrađena sredina, usluga i informacija definišu tako da ih samostalno i u potpunosti može koristiti svaka osoba. Ovakav koncept podržava raznovrsnost i podstiče društvenu jednakost. Pristupačan dizajn omogućava svim stanovnicima učešće u društvenom, kulturnom i javnom životu. Motiv istraživanja pristupačnosti javnih prostora odražava težnju za optimizacijom urbanih područja u smislu iskorištavanja maksimalnog prostornog potencijala

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Ljiljana Vukajlov, red. prof.**

i omogućavanja svim stanovnicima uživanje u korišćenju istih. Cilj rada jeste da ukaže na potrebu implementacije principa pristupačnosti na javnim površinama i predloži mogućnosti rešavanja problema. Predmet istraživanja smešten je u kontekst savremenog društva koje je u konstantnom razvoju i čije se potrebe, navike i načini funkcionisanja stalno menjaju.

Izgrađena okolina bi trebalo da prati razvoj stanovništva i da se formira tako da zadovoljava potrebe modernog društva. Istraživanje utvrđuje nivo pristupačnosti univerzitetskog kampusa u Novom Sadu i razvijenost principa univerzalnog dizajna na javnim površinama.

U prvoj fazi istraživanja, rad se oslanja na istorijske činjenice i njihovu komparaciju sa savremenim podacima u oblastima demografije, nauke i tehnologije, dok u daljoj analizi prevladaju metode terenskog istraživanja, prikupljanja beleški i fotodokumentacije kao i proučavanje literature i zakonskih okvira u svetu i kod nas.

Krajnji rezultati rada teže da ukažu na načine na koje primenom principa univerzalnog dizajna gradovi postaju funkcionalniji, jednostavniji i lakši za upotrebu. Razvoj pristupačnih javnih prostora jeste uslov za formiranje inkluzivnog društva bez diskriminacija, što je u 21. veku jedna od zastupljenijih društvenih tema. Stoga, istraživanje ovog tipa je od velikog značaja za sva urbana područja koja teže unapređenju i podizanju kvaliteta života.

**2. ISTORIJSKI OKVIR RAZVOJA  
PRISTUPAČNOSTI**

Dvadeseti vek doneo je značajne socijalne promene podržavajući ljudska i građanska prava. Prvi talas tih promena podrazumevao je promociju i integrisanje inkluzije u svakodnevni socijalni život, kao i sprečavanje diskriminacije na svim poljima. Paralelno sa tim, demografski podaci su se menjali i sve više pažnje je posvećivano istraživanjima strukture svetske populacije. Globalni razvoj svih industrijskih i privrednih grana uz društvene promene doprineo je razvoju ideje o pristupačnoj sredini, kao i o inkluzivnom društvu bez diskriminacija.

**2.1. Uslovljenost razvoja pristupačnosti u izgrađenoj sredini**

Današnja demografska slika sveta se korenito promenila u odnosu na onu od pre nekoliko decenija, kada je izgrađen veći deo gradskog prostora. Oko 15% svetske populacije, odnosno bilion ljudi, živi sa nekim oblikom invaliditeta, od kojih 2-4% ima značajne poteškoće prilikom

samostalnog funkcionisanja. Globalna prevalencija invaliditeta danas, veća je od prethodnih procena Svetske zdravstvene organizacije, koje datiraju iz 1970-ih i sadrže brojku od oko 10%. Ova globalna procena osoba sa invaliditetom u porastu je zbog starenja stanovništva, kao i znatnog poboljšanja u metodologijama koje se koriste prilikom operacija, lečenja i rehabilitacija, a čiji je primarni cilj spasavanje života.

## **2.2 Razvoj pristupačnosti u izgrađenoj sredini**

Usled sprovođenja novih zakonskih regulativa i pravilnika o obaveznoj pristupačnosti i društvu bez diskriminacija, primetan je i sve više prisutan pritisak na arhitektonsko-urbanističku industriju kako bi se stvorili pristupačni, funkcionalni proizvodi, prostori i okruženje. U prvoj polovini 20. veka, dizajneri, arhitekta i urbanisti oformili su „dizajn bez barijera” kao reakciju na zahteve drugačijeg društveno-odgovornog oblikovanja.

Ovakav koncept nalagao je uklanjanje prostornih i fizičkih barijera osobama sa invaliditetom u objektima i na javnim površinama [1]. Sledeći talas inovacija u inkluzivnom dizajnu pojavio se kao koncept 70-ih godina dvadesetog veka čija inicijativa je bila generalna inkorporacija pristupačnih rešenja u dizajn svih elemenata prostora i u oblikovanje okoline. Ono što je vodeća ideja danas jeste da sam dizajn ne razdvaja korisnike na dve ili više grupa. „Univerzalni dizajn” kao krajnji rezultat razvoja pristupačnosti nalaže da svaki segment naše okoline bude dostupan svakom korisniku bez obzira na njegove fizičke i intelektualne mogućnosti.

## **2.3. Zakonska regulativa obezbeđivanja pristupačnosti u izgrađenoj sredini**

U zavisnosti od stepena razvijenosti država širom sveta, svest i promocija inkluzije događala se u različitim vremenskim periodima i na različite načine. U Srbiji je 2006. godine donet Zakon o zabrani diskriminacije osoba sa invaliditetom, čime je stečen osnovni preduslov uređenja i adaptacije okoline u skladu sa principima univerzalnog dizajna [2].

Konvencija Ujedinjenih nacija o pravima osoba sa invaliditetom, koju je Srbija ratifikovala 2009. godine, ukazuje na to šta države mogu i treba da urade, kako bi osobama sa invaliditetom obezbedile da imaju i uživaju ista prava kao i svi drugi. Obaveza svake države je da obezbedi jednak tretman za osobe sa invaliditetom, uslove da mogu da vode samostalan i zdrav život, da im pruža podršku u raznim oblastima i aspektima života, u skladu sa njihovim mogućnostima, odnosno da razvija socijalne usluge njima namenjene.

## **3. UNIVERZALNI DIZAJN**

### **3.1. Definicija univerzalnog dizajna**

Univerzalni dizajn označava pojam koji podrazumeva konfiguraciju okoline i dizajn svih elemenata iste, tako da su u potpunosti pristupačani, razumljivi i čitljivi od strane svih ljudi, bez obzira na njihove godine, veličinu, sposobnost kretanja ili bilo koju vrstu invaliditeta.

Čitavo okruženje, uključujući sve urbanističke elemente, izgrađene objekte i elemente enterijera, trebalo bi da bude oblikovano tako da ispunjava potrebe svih ljudi koji žele da budu korisnici istog. Univerzalni dizajn nije namenjen selektivnoj primeni zarad benefita manjinskih grupa ljudi,

već predstavlja opšti i osnovni uslov dobrog i kvalitetnog dizajna. Zato je njegove principe neophodno ispoštovati u svim oblastima života i na svim prostornim nivoima.

### **3.2. Principi univerzalnog dizajna**

Koncept univerzalnog dizajna stvorio je arhitekta i industrijski dizajner Ronald Mejs 1997. godine. Univerzalni dizajn bazira se na sedam osnovnih principa koji podrazumevaju: nepristrasnu primenu, upotrebnu fleksibilnost, jednostavnu i intuitivnu upotrebu, uočljivost informacija, toleranciju greške, nizak stepen fizičkog napora i pristupačan i ergonomske ispravan prostor. [3]

### **3.3 Ciljevi primene principa univerzalnog dizajna**

Potpuno pristupačna okolina je cilj kojem teži ceo svet. Alatima univerzalnog dizajna i promocijom istog u različitim strukovnim poljima moguće je stvoriti sredinu bez barijera, koja svim stanovnicima omogućava jednako kvalitetno iskustvo korišćenja. Pristupačnost je osnovni preduslov za jednako učešće i participaciju osoba sa invaliditetom u društvu. Bez nje nema ravnopravnosti, inkluzivnog obrazovanja, zapošljavanja, samostalnog života ili kretanja, odnosno poštovanja osnovnih ljudskih prava.

## **4. PRIMERI PRIMENE PRINCIPA UNIVERZALNOG DIZAJNA NA JAVNIM PROSTORIMA U SVETU**

### **4.1. Ulica – park Bel, Sijetl, SAD (Bell Street Park, Seattle, USA)**

Ovaj projekat predstavlja hibrid parkovskih aktivnosti i sastavnih saobraćajnih elemenata ulice. Stanovnicima Sijetla pruža prostore za socijalizaciju i razgovor u prijatnim zelenim ambijentima, dok omogućava i prolazak javnog gradskog prevoza, automobila, biciklista i vozila hitnih službi. Suptilno topografsko odstupanje od standardnih raskrsnica koje je postignuto podizanjem nivoa kolovoza na nivo trotoara, rezultiralo je u kontinualan prostor bez barijera i bankina. Materijali u parteru podsećaju na parkovsko popločanje čime je postignuta atmosfera pogodnija i bezbednija za pešake, s obzirom da je na taj način usporen saobraćaj.

### **4.2. Park Tongva, Santa Monika, Kalifornija (Tongva park, Santa Monica, California)**

Transformacijom parkinga u bujni pejzaž organiskih brdovitih formi, livada i vrtova, stanovnici Santa Monike su dobili jednu od kvalitetnijih destinacija u gradu. Područja parka namenjena socijalizaciji na izuzetno visokom nivou doprinose socijalnoj održivosti projekta. Dizajniran je u uskoj saradnji sa gradskom vlašću i zajednicom te su kreirani prostori za odmor i kontemplaciju, veliki prostor za okupljanje građana i inkluzivno igralište za sve uzraste i sposobnosti. Projekat se posebno bazira na promociji zdravog života, fizičke aktivnosti podstičući korisnike na vožnju bicikla i šetnje po blagim nagibima parka.

### **4.3. Stajalište javnog gradskog prevoza, Portland, Oregon, SAD (Public transport stop, Portland, Oregon, USA)**

Kako se gradski život na ulicama Portlanda razvijao bilo je neophodno rekonstruisati i gradska stajališta i trans-

portne linije kako bi se uklapale u celokupno okruženje. Studije koje su prethodile ovom projektu, ukazale su na razne načine na koje građani čekaju prevoz – stojeći, se-deći, naslonjeni na element stajališta ili šetajući okolo [4]. Izradom tramvajskog stajališta sa laganom konstrukcijom, otvorenom sa prednje i zadnje strane, visoko osvetljenom i obeleženom audio i vizuelnim znakovima ispunjene su sve mere koje su u svrsi zadovoljstva građana.

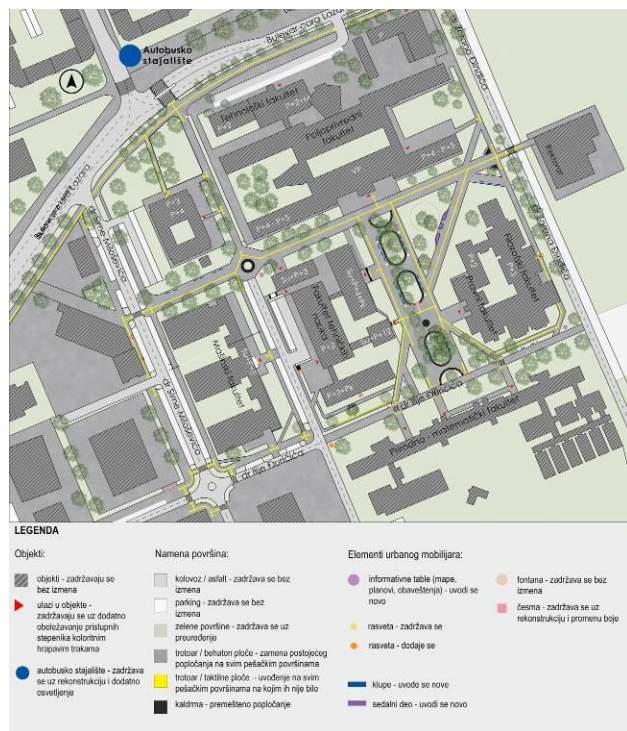
## 5. PROJEKAT PREUREĐENJA UNIVERZITETSKOG KAMPUSA U NOVOM SADU

### 5.1. Analiza uslova pristupačnosti univerzitetskog kampusa

Istraživanje stepena pristupačnosti univerzitetskog kampusa u Novom Sadu sastoji se iz nekoliko segmenata. Prilikom obilaska terena rađena je prva faza analize elementa pristupačnosti i izrada fotodokumentacije postojećeg stanja. Drugi segment istraživanja podrazumeva komparaciju trenutne situacije kampusa sa standardima univerzalnog dizajna, kao i sa realizovanim primerima širom sveta. Nakon toga usledila je selekcija projektantskih rešenja koje je moguće smestiti u odabran kontekst i njihova adaptacija postojećim konfiguracijama kampusa. Predmet istraživanja obuhvata pristupne ulice i prilaze kampusu, ulaze u pešačke zone kampusa, parterno uređenje, dimenzije urbanističkih elemenata, organizaciju i strukturu kampusa, opremljenost urbanim mobilijarom i ulaze u objekte koji se nalaze u okviru samog kampusa.

### 5.2. Predlog uređenja univerzitetskog kampusa prema principima univerzalnog dizajna

Na lokaciji univerzitetskog kampusa neophodno je kreirati jedinstven prostor koji je lak za snalaženje i dostupan svim građanima, slika 1.



Slika 1. Prikaz novoprojektovanog stanja univerzitetskog kampusa

Prema projektu je parterno uređenje formirano tako da bude bezbedno, komforno i lako čitljivo.

Kako visoko-obrazovne ustanove koje se nalaze u okviru kampusa koriste sve društvene grupe neophodno je adaptirati prostor prema principima univerzalnog dizajna, kako bi se izbegla diskriminacija određenih građana, a samim tim i kršenje osnovnog prava na rad i obrazovanje. Na širokim stazama kampusa koje čine pešačku zonu predviđeno je postavljanje staza vodilja - staze sastavljene od ploča sa paralelnim rebrima, koje prate čitav tok ulice. Staze vodilje se prekidaju poljima upozorenja na onim mestima na kojima postoji mogućnost skretanja ka drugim ulicama, površinama ili ka ulazima u objekte. Glavni pešački pravci unutar kampusa su zadržani jer zajedno čine logičan sistem kretanja.

Dva široka podužna pravca presečena su dijagonalnim stazama i na taj način je kreirana mreža staza kojom su povezani svi objekti kampusa. Vizure kampusa su jasne, a prostor je saglediv iz svih uglova. Na taj način korisnici lako prepoznaju različite ambijente, događanja, lakše predviđaju gužve i bez napora mogu da se kreću kroz prostor.

Prema projektu je predviđena rekonstrukcija dela ulice dr Ilije Đuričića tako da se nivo kolovoza podigne na nivo trotoara ukidajući bankine i bilo koji drugi vid denivelacije terena, slika 2. Na taj način se ovaj deo ulice pretvara u zonu kombinovanog saobraćaja što pešake stavlja u primarne korisnike, a automobile u sekundarne. Cilj rekonstrukcije ovog dela ulice jeste da vizuelno poveže deo oko Prirodno-matematičkog fakulteta sa Trgom Dositeja Obradovića i na taj način formira veću kontinualnu celinu bez barijera. Ovim se u velikoj meri pospešuje kvalitet čitavog prostora.



Slika 2. Poprečni profil Ulice dr Ilije Đuričića

## 6. ZAKLJUČAK

Pristupačnost javnih prostora i institucija je od izuzetnog značaja za društvo u kulturnom, ekonomskom i etičkom smislu. Implementacijom standarda pristupačnosti ostvaruje se integracija svih grupa građana u društvene aktivnosti. S obzirom da su pravnim državnim aktima definisana pravila koja zabranjuju diskriminaciju na svim osnovama, urbanistički pristupačni prostori moraju postati standard.

Gradska konfiguracija ne sme predstavljati prepreku u ostvarivanju zakonskih načela i ljudskih prava. Implementacijom osnovnih elemenata pristupačnosti kao što su: horizontalna taktalna signalizacija, ispravno popločanje, rampe, rukohvati i ergonomski pravilno oblikovani urbani mobilijar, prostor univerzitetskog kampusa dobija na ambijentalnom, prostornom i društvenom značaju.

Rekonstrukcijom ovakvog prostora prema principima univerzalnog dizajna bi se značajno podigao kvalitet i standard urbanog područja Novog Sada. Na taj način bi građani spoznali vrednosti pristupačne sredine, a globalna svest o inkluziji, univerzalnom dizajnu i pristupačnosti bi bila mnogo proširenija. Univerzalni dizajn služi svim stanovnicima ove planete, olakšava kretanje, razumevanje i čitanje informacija oko nas, ublažava stres i podiže nivo zadovoljstva ljudi.

## 7. LITERATURA

[1] <http://universaldesign.ie/What-is-Universal-Design/History-of-UD/> (pristupljeno u septembru 2020. godine)

[2] <http://noois.rs/dokumenta-publikacije/113-usvojeni-zakoni/176-zakon-o-sprecavanju-diskriminacije-osoba-sa-invaliditetom> (pristupljeno u septembru 2020. godine)

[3] [https://projects.ncsu.edu/ncsu/design/cud/about\\_ud/udprinciplestext.htm](https://projects.ncsu.edu/ncsu/design/cud/about_ud/udprinciplestext.htm) (pristupljeno u oktobru 2020. godine)

[4] [https://www.asla.org/2018awards/455654-Tongva\\_Park\\_And\\_Ken\\_Genser.html](https://www.asla.org/2018awards/455654-Tongva_Park_And_Ken_Genser.html) (pristupljeno u oktobru 2020. godine)

### Kratka biografija:



**Sara Stanić** rođena je u Novom Sadu 1995. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitektura i urbanizam odbranila je 2020. godine

**PRISTUP PROJEKTOVANJU ENTERIJERA STAMBENOG OBJEKTA U SAVREMENOM DRUŠTVENOM KONTEKSTU****APPROACH TO INTERIOR DESIGN OF A RESIDENTIAL BUILDING IN A CONTEMPORARY SOCIAL CONTEXT**

Tamara Kecman, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast- ARHITEKTURA I URBANIZAM**

**Kratak sadržaj** – Ovaj rad prikazuje projekat enterijera stambenog objekta tačno definisanih korisnika prostora u kontekstu savremenog društva. Lokacija objekta smeštena je u prirodnom okruženju na planini Tari u mestu Klačnik.

**Ključne reči:** *Enterijer, stambeni objekat*

**Abstract** – This paper presents the design of a residential building which corresponds to selected residents in the contemporary social context. The building is situated in a natural surrounding environment, on Tara mountain, the village of Klačnik.

**Keywords:** *Interior design, residential building*

**1. UVOD**

Inspirisano neprekidnim promenama našeg društva, problematika ovog istraživanja kreće se u domenu povezanosti prostora i društva, posebno u odnosu na egzistencijalni prostor, stambenu jedinicu. Preispitivanje postojećih i postavljanje novih obrazaca stanovanja savremenog načina života predstavlja osnovnu tematiku ovog istraživanja. Pažnja će biti usmerena istraživanjem unutrašnjeg prostora jasno definisanih korisnika prostora. Spajanje programa privatnog i poslovnog je koncept koji se sve češće primenjuje, omogućen današnjom internet erom, rezultirajući atipičnim rešenjima privatnih domova. Prostor današnjeg svakodnevnog života sve više se odvija na prelazu privatne i radne sfere, tačnije radno postaje i privatno.

Odnos između ove dve sfere je neiscrpna tema sa neograničenim mogućnostima iznalaženja kvalitetnih prostornih rešenja zavisno od afiniteta korisnika za koju se projektuje i konteksta u kome nastaje. S tim u vezi, baviću se konkretnim primerom zadate ciljne grupe i lokacije u kojoj će prostor biti smešten.

Cilj istraživanja je utvrđivanje kvaliteta i karakteristika prostora koji nastaju u fizičkim okvirima jednopodružičnog stanovanja u uslovima gde korisnici prostora definišu funkcionalne tokove. Istraživanje razmatra stanovanje u okviru društvenih, kulturoloških i političkih specifičnosti svakog pojedinca savremenog života.

Cilj rada jeste definisanje savremenog tipa stambene jedinice koji odgovara na realne, a promenljive potrebe

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Marko Todorov.**

savremenog čoveka, pri tome ne zanemarujući individualnost svakog korisnika.

Istraživanje sa jedne strane treba da odgovori na ključna pitanja vezana za stambenu jedinicu: Kome je namenjena? Koje su realne potrebe korisnika? Da li se one menjaju kroz vreme? Koji deo svakodnevnice je isključivo privatna, a koje prostore su korisnici spremni da dele? a sa druge strane da kroz davanje odgovora na pitanje definiše prostorne kvalitete koji stambenu jedinicu čine adaptibilnom na promenljive zahteve savremenog načina života svakog korisnika ponaosob, kao i na promenljive zahteve jednog korisnika kroz vreme.

**2. ISTRAŽIVANJE PROSTORA ZA STANOVANJE U KONTEKSTU SAVREMENOG SVETA****2.1. Individualnost kao koncept savremenog društva**

Kako bi se savremeni gradovi u nekoj meri odbranili od negativnih uticaja koje plasira potrošačka ideologija, neophodno je ponovno promišljanje prostora i njegovih funkcija. Kada je reč o unutrašnjem prostoru, prvenstveno je potrebno korigovati shvatanje potrebe za diverzitetom među vrstama unutrašnjih prostora, po pitanju gabarita, funkcije, konteksta i možda najvažnije njegovih korisnika. Kako se ne bi upalo u zamku generalizovanja, pre svega treba izbegavati generalizovanje korisnika istih. Akcenat pri promišljanju bilo novih prostora ili adaptacije postojećih, jeste na tome da oni treba da služe određenoj grupi ljudi. Tehnička sredstva komunikacije su nas oslobodila gotovo svih neposrednih ljudskih kontakata [1], s tim u vezi, prostor koji pruža fizički okvir ljudskoj egzistenciji se u svom fundamentalnom obliku izmenio. Problem savremenog društva se u svojoj biti svodi na problem očuvanja sopstvenog identiteta.

Dok je u prošlosti bilo najznačajnije uklopiti se u zajednički društveni ideal, sada postaje sve značajnije da se nečija kulturološka, društvena i etnička individualnost prepoznaju i afirmišu, tražeći prostor svoje manifestacije. Osnovno pitanje arhitektonske prakse postaje pitanje uloge stambenog prostora u komforu automatizovanog društva, odnosno: kako trajnost građevine i efemernost svakodnevnog života koreliraju.

Ukoliko posmatramo javne prostore kao nosioce socijalnih vrednosti [2] i kao rezultat diskursivnih režima, prostore privatne sfere možemo da posmatramo kao mesta prebivališta, mesta prisvajanja, prostore koji nastaju uz svakodnevno delovanje pojedinca i predstavljaju njegov

odraz [3]. Privatni kao i radni prostor treba da izaziva osećaj pripadnosti, mesto sa kojim se identifikujemo.

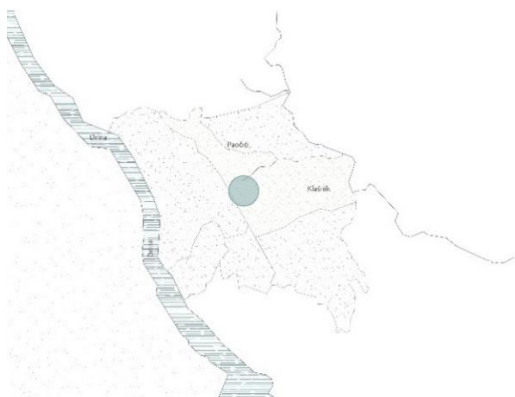
Kao bitne tačke istraživanja savremenog prostora u ovom radu se obrađuju sledeće teze:

1. Individualnost kao koncept savremenog društva
2. Poštovanje različitosti kao koncept savremenog društva
3. Personifikacija prostora
4. Fleksibilnost kao jedan od bitnih faktora savremenog društva (laka i brza prilagodljivost promenama)
5. Ciljna grupa/korisnici prostora
6. Metode studije slučaja

### 3. PRISTUP PROJEKTOVANJU SAVREMENIH PROSTORA ZA ŽIVOT KROZ KONKRETAN ZADATAK

#### 3.1. Definisane projektnog zadatka

Projektni zadatak: Preispitivanje i postavljanje novih obrazaca stanovanja savremenog načina života - u zadatom volumenu 8x8x8m objekta za mladi bračni par na lokaciji planine Tara, u predelu Klačnik (Slika 1.), uz reku Drinu. Preispitati i isprojektovati unutrašnji prostor.



Slika 1. Lokacija projektovanog objekta (šira situacija)

#### 3.2. Personalizacija korisnika

Analizom afiniteta, navika i potreba korisnika, njihovog ličnog stila i senzibiliteta stvorena je autentična slika koncepta prostornog oblikovanja.

Zadatak je ovom konkretnom prostoru dati karakteristike njegovih korisnika, kako bi se specifični osobitiji povezali sa prostorom, odnosno kako bi se prostor personifikovao.

#### 3.3. Participacija korisnika prostora - prepoznavanje konkretnih potreba i želja korisnika, definisanje potencijala datog prostora kao i iskorišćavanje potencijala konteksta objekta

Nakon što se istražio kontekst i što su se utvrdili profili korisnika prostora i njihove potrebe u skladu s kojima projektujemo, pristupilo se konceptualizaciji idejnog rešenja. Stvorio se ambijent koji se razvija i prilagođava

svojim korisnicima, umesto da ima zacrtan i uniformisan način upotrebe i doživljavanja.

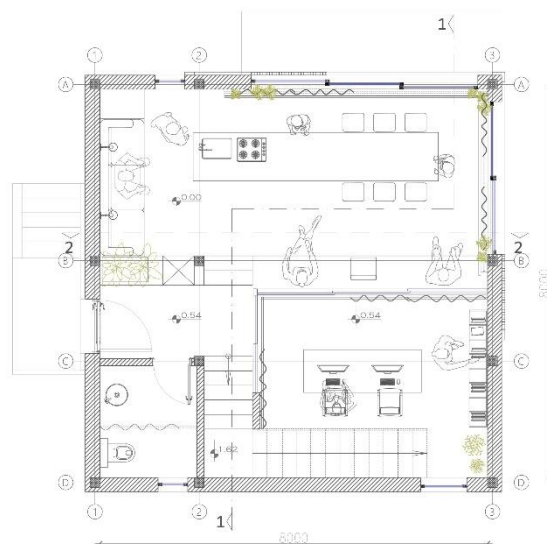
## 4. OPIS PROJEKTOG REŠENJA

### 4.1. Figurisanje programa u datom prostoru

Program unutrašnjeg prostora ovog konkretnog zadatka koncipiran je kao program homeoffice-a, kako bi zadovoljio sve potrebne reference korisnika prostora. Kontekst lokacije doprinosi dodatnom kvalitetu programa toliko da korisnici u prostoru tokom rada ili obavljanja dnevnih aktivnosti imaju uhvaćene kadrirane vizure prirode.

### 4.2. Organizacija prostora projektnog zadatka

Prostor enterijera celog objekta podeljen je u dve velike prostorne celine: prizemlje (Slika 2.), gde je smešten sadržaj prostora za druženje, pripremu hrane, obedovanje (Slika 3.) i rad (Slika 4.) dok je na spratu (Slika 5.) prostor za odmor, relaksaciju, smeštaj stvari (slika 6.), kupatilo (Slika 7.) i mogućnost obavljanja drugih aktivnosti kao što su čitanje, joga, slušanje vinila i slično (Slika 8.)



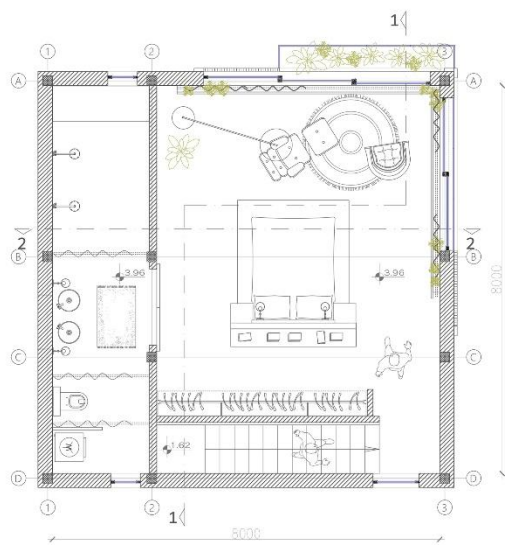
Slika 2. Osnova prizemlja



Slika 3. Vizualizacija prizemlja



Slika 4. Vizualizacija prizemlja



Slika 5. Osnova sprata



Slika 6. Vizualizacija sprata

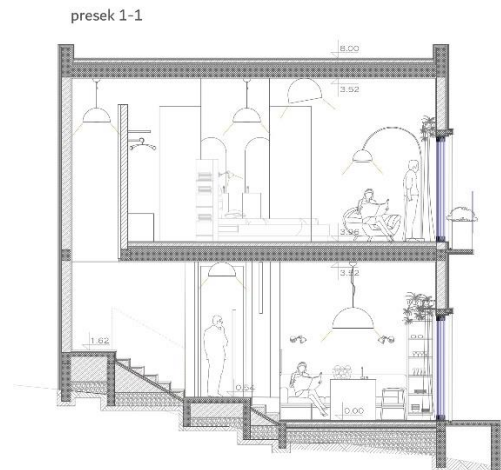
Prostor prizemnog dela podeljen je u dva nivoa (Slika 9.) kako bi objekat pratio nivo terena. Visinska razlika savladana je u dva segmenta, prvi je stepenicima, a drugi visinom od 54cm iskorišćena u funkcionalnom smislu kao prostorni element za srednje sedenje kao integralni deo elementa. Na ovaj način stvara se i struktura koja ima ulogu i u definisanju granica manjih prostornih celina.



Slika 7. Vizualizacija sprata



Slika 8. Vizualizacija sprata



Slika 9. Karakterističan presek

## 5. REZULTATI

Prikazan projekat generiše objekat organizovan u nekoliko prostornih celina, tako da svaka oblikuje specifičan program ali i mogućnost njegove transformacije u jednu veću zajedničku celinu u zavisnosti od željene aktivnosti i događaja u samom prostoru. Male celine sa specifičnim programima projektovane su tako da po potrebi postaju

izvanredno privatne, a po potrebi se preko pokretnih pregrada (staklenih zidova i draperija) otvaraju ka događajima i ljudima sa kojima korisnici biraju da dele prostor. Stanovnik tako „oprema“ svoj stambeni prostor spram svojih ličnih potreba i životnih navika.

Pokretnim elementima prostora ostavlja se korisniku mogućnost stvaranja različitih atmosfera prostora. Tako prostor postaje krajnje personalizovan, i kroz odabir oblika, veličine, funkcije, količine osvetljenosti, boje, teksture i materijala priča priču o tome ko su korisnici prostora.

Stvoren je multifunkcionalni prostor fleksibilnog karaktera čime je otvorena mogućnost za stvaranje različitih događaja u prostoru kako bi sve želje i potrebe korisnika prostora bile zadovoljene.

## 6. ZAKLJUČAK

Prezentovan rad predlaže novi pristup i shvatanje odnosa korisnika i prostora izrođenog iz novog načina koje nameće era u kojoj živimo, novog tipa stambene jedinice koji nije šablon, već visoko fleksibilan mehanizam, koji trenutno odgovara na promenjene socijalne i kulturološke uslove i prilagođen je afinitetu, ličnom stilu i potrebama specifičnih korisnika prostora.

Na konkretnom primeru predstavljen je prostor u potpunosti prilagođen svakodnevnom funkcionisanju savremenog korisnika prostora.

Prostor dobija lični karakter njegovih korisnika implementiranjem personifikacije korisnika u njega samog. Novi sistem stanovanja poštuje različitost, autentičnost, želje i potrebe svakog pojedinačnog korisnika, i prilagođava se promenama. Novi tip kulture življenja, demonstrira prostorni, funkcionalni i socijalni diverzitet.

## 7. LITERATURA

- [1] Norberg-Šulc, Kristijan; *Egzistencija, prostor i arhitektura*, 63.
- [2] Maraš, Igor; *Transformacije gradskog bloka tranzicioni prostori u XX i početkom XXI veka – ideali i ideje o gradu*, 11.
- [3] Maraš, Igor; *Transformacije gradskog bloka tranzicioni prostori u XX i početkom XXI veka – ideali i ideje o gradu*, 100.

### Kratka biografija:



**Tamara Kecman** rođena je u Bihaću 1990. god. Osnovne studije na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitektura i urbanizam završila je 2017. god. Trenutno student master studija na smeru Dizajn enterijera.



**RAZVOJ SAKRALNE ISLAMSKE ARHITEKTURE I PRIMENA SAVREMENOG  
ARHITEKTONSKOG STVARALAŠTVA NA PRIMERU DŽAMIJE U PRIBOJU**

**DEVELOPMENT OF SACRED ISLAMIC ARCHITECTURE AND APPLICATION OF  
CONTEMPORARY ARCHITECTURAL CREATION ON THE EXAMPLE OF A  
MOSQUE IN PRIBOJ**

Edis Džanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – ARHITEKTURA**

**Kratak sadržaj** – Predmet rada predstavlja istraživanje, proučavanje i analiziranje činilaca jedinstva i kontinuiteta u sakralnoj arhitekturi islama i pitanje njihove egzistencije kroz prostor i vreme islamske civilizacije. Analiza džamije, njenog porekla, nastanka i razvoja, kao i hronoloških, geopolitičkih i umetničko-stilskih karakteristika nameće se kao potreba sa ciljem upoznavanja sa uzrocima jedinstva. Razumevanje uzroka jedinstva i kontinuiteta u sadašnjem trenutku nalazi svoj krajnji cilj u pravilnom pristupu procesu izgradnje i obnove islamske sakralne arhitekture, u prvom redu džamije, ali i kreaciji novih džamija. Cilj rada jeste na primeru savremene džamije dati odgovor na pitanje u čemu se može prepoznati jedinstvo između nje i one koja je sagrađena pre hiljadu godina.

**Ključne reči:** Džamija, islamska arhitektura, monumentalnost

**Abstract** – As a final project is proposed a sacral architectural object in Priboj. In the research part, project is examined with ways of functioning of the basic parts and the setting of the mosque. The advantages of this type of construction and examples of its functioning are presented. A method of application through a modern method of construction has been proposed. Detailed case study of the project itself.

**Keywords:** Mosque, Islamic architecture, monumentality

**1. UVOD**

Džamija predstavlja centralnu i sveobuhvatnu temu islamske arhitekture i umetnosti. Od pojave islama pa sve do danas, kod muslimana je podizanje džamije u životu zajednice imperativ. Prvobitno to je mesto zajedničkog obraćanja jednakih pred Bogom, mesto susretanja vernika, ali i Božija kuća [1].

Savremena džamija predstavlja specifičan izraz muslimanskih društava koji se javlja počevši od sredine 20. veka. Njen arhitektonski izraz proizilazi iz društvenih, kulturnih i materijalnih prilika sredine u kojoj se ispoljava. Po svojoj suštini i karakteru, za razliku od drugih tipova savremenih građevina, džamija sa sobom nosi duhovnu i tradicijsku pozadinu i sadrži izraženu

simboličku poruku. Dok je monumentalna džamija u prošlosti bila izraz elite islamskog društva, današnja džamija oslikava različite kategorije i slojeve, od pojedinca do same države. Njena funkcija danas je znatno izmenjena u odnosu na istorijske tipove džamija i promenljiva je u skladu sa specifičnostima vremena i okruženja. Pod pojmom savremene džamije generalno se smatra svaka džamija nastala u sadašnjem vremenu, ali u užem smislu savremenost se ogleda u oblikovanju, funkcionalnosti, konstrukcijama i materijalizaciji.

**1.1. Predmet i problematika istraživanja**

Predmet rada predstavlja istraživanje, proučavanje i definisanje projektovanja džamija. Džamija je jedini istorijski tip islamske građevine koji je zadržao svoju ulogu u modernom muslimanskom okruženju. Iako se njena funkcija u prošlosti razlikovala od današnjih potreba i uslova, njen simbolički značaj u muslimanskoj zajednici jednako je važan i danas. Od posebnog interesa za razumevanje specifičnosti u nastanku i razvoju arhitekture džamije klasičnog perioda i džamije savremenog doba jesu različiti društveno-ekonomski i materijalni uslovi. Dok je arhitektura prošlosti bila rezultat manuelne estetike graditelja, umetnika i zanatlija, vođenih jedinstvenim estetskim principima i tradicijom, danas preovlađuje produkcijska estetika zasnovana na univerzalnom sistemu klijenata, arhitekata i izvođača. Predmet rada je zapravo analiza činilaca jedinstva i kontinuiteta u sakralnoj arhitekturi islama i pitanje njihove egzistencije kroz prostor i vreme islamske civilizacije. Analiza džamije, njenog porekla, nastanka i razvoja, kao i hronoloških, geopolitičkih i umetničko-stilskih karakteristika nameće se kao potreba sa ciljem upoznavanja sa uzrocima jedinstva. Razumevanje uzroka jedinstva i kontinuiteta u sadašnjem trenutku nalazi svoj krajnji cilj u pravilnom pristupu procesu izgradnje i obnove islamske sakralne arhitekture, u prvom redu džamije, ali i kreaciji novih džamija.

Cilj rada je na primeru savremene džamije dati odgovor na pitanje u čemu se može prepoznati jedinstvo između nje i one koja je sagrađena pre hiljadu godina

**1.2. Metode istraživanja**

Prvi i najbitniji metod bio bi istorijski metod u kome se bavimo prikupljanjem arhivske građe i analizom istorijskog i društvenog konteksta u kome su džamije ranije rađene. Istraživanje u duhovnom kontekstu gde džamija predstavlja kristalizaciju islama na površini

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Anica Draganić.**

zemlje koja je u celini mesto molitve. Posebnost islamske sakralne arhitekture ogleda se u polarizaciji prostora kroz prisustvo Kabe prema kojoj se okreću sve džamije na zemlji. Osnovna duhovno-religijska odrednica od primarnog značaja za formiranje džamijskog prostora je islamska objava. Druga bitna komponenta jeste kolektivna molitva kao osnovna funkcija džamije. Od posebnog značaja su i pojam i značenje džamije kroz Kur'an i hadis, kao i značaj tri najvrednija sveta mesta u islamu, časnog hrama u Meki (Kaba), zatim Poslanikove džamije u Medini i Hrama u Jerusalimu [1,2]

### 1.3. Opšte karakteristike osnovnih funkcionalnih oblika džamije

Savremeni funkcionalni koncept džamije se ogleda u izboru i načinu povezivanja pojedinih prostora u jedinstvenu i svrshodnu celinu. Povezivanje prostora podrazumeva projektovanje logičnih, jednostavnih i što kraćih hodnih linija, kako pre tako i nakon molitve.

Svaki tip džamije sadrži pripadajući oblik predprostora, odnosno manjeg ili većeg hola čiju veličinu, oblik i sadržaj treba uskladiti prema veličini prostora za molitvu. Osnovna funkcija ovakvog prostora kod savremenih džamija jeste veza odnosno prelaz između eksterijera i harema, odnosno molitvenog hla. On treba da omogući jednostavan ulazak i izlazak, skidanje i odlaganje, odnosno uzimanje obuće i obuvanje. U sastavu ulaza odnosno hola obezbeđuje se prostor za police za obuću veličine  $\geq 0,015$  m<sup>2</sup> po osobi, i to prema punom kapacitetu. Visina najviše police ne treba biti veća od 180 cm. Kod ulaznog predprostora treba razlikovati čisti od nečistog poda i u tom smislu treba voditi računa o jednostavnim ulaznim i izlaznim hodnim linijama, koje su kod većih džamija obavezno razdvojene na muške i ženske [3,4].

## 2. LOKACIJA: istorijska i sociološka vrednost konteksta

U periodu od 1898. do 1913. godine, počinje izgradnja većih novih brodova po sistematskom planu. Predviđena lokacija novoprojektovanog sakralnog objekta je gradski trg grada Priboja. Priboj se nalazi na jugozapadu republike Srbije, na tromeđi republike Srpske, Crne Gore i Srbije. Priboj pripada Zlatiborskom okrugu, nalazi se na reci Lim iznad koje se dižu brda i planine. Ne postoje tačni podaci o nastanku grada, ali se smatra da su ga podigli srednjovekovni srpski feudalci kao četvorougaozni zidani grad jagat na planini Bić.

Sama lokacija je po mnogo čemu značajna. Zbog svoje bogate istorije, kulture i nasleđa datu celinu čini jedinstveni prostor sačinjen od različitih kultura. Spoj različitih religija, običaja i navika formira duh datog mesta.

U neposrednom okruženju, nalazi se Srpska pravoslavna crkva Vaskrsenja Hristovog. Zbog mentaliteta samog naroda, koji se decenijama međusobno poštuje, ova lokacija simbolično predstavlja miran odnos stanovnika u samom gradu i suživot različitosti. Naseljen pretežno starosedeoćima, ovaj deo grada i dalje oslikava život u Priboju kakav je nekada bio, ne samo arhitekturom višeporodičnog stanovanja i slikom starih naselja, već i celokupnim duhom koji naselje neosporno prenosi na svakog ko iz nekog razloga boravi u njemu.

Konstatovanjem ovako snažnog karaktera prostora, konceptualizacija celokupnog projekta morala je da se zasniva na poštovanju ne samo fizičkog, već i istorijskog, kulturnog i socijalnog konteksta bez narušavanja njegovog duha (genius loci) i privrženog odnosa koji njegovi stanovnici imaju prema njemu. Ideja je stvoriti islamski sakralni objekat u blizini kao odgovor na dešavanja kroz istoriju.



### 2.3. Projektni zadatak i konceptualizacija rešenja

Dizajn džamije u savremenoj projektantskoj praksi podrazumeva niz funkcionalnih, oblikovnih i estetskih zadataka na koje treba dati svestrano prihvatljivo rešenje. Projektovanje džamije zahteva funkcionalna rešenja u skladu sa zahtevima današnjeg vremena, ali oblikovanje religijskog prostora zahteva još i upečatljiv izraz. Vrednost rešenja ogleda se u izboru i načinu povezivanja formi, konstrukcije i pojedinih elemenata u skladnu celinu, kao i to koja su estetska merila primenjena u oblikovnom pristupu.

Konceptualizacija i razvoj projekta nisu imali nikakve ograničavajuće faktore, osim donekle ograničavajuće lokacije. Ona je bila jedini input, pored informacija o onome šta ovaj program nosi sa sobom u sadržajnom smislu. Konceptualno rešenje zasnovano je na ideji da se ispoštuje želja stanovnika da se ne narušava postojeće urbano tkivo. Ovako radikalni zahtev, u kontekstu gde ne postoji slobodna površina na kojoj bi se intervenisalo bez dodira sa ostatkom naselja, zahteva još radikalnije mere. Ako se ne uništavaju postojeći objekti, niti se menjaju trenutne funkcije unutar njih, a pritom se ne menja ni parcelacija, u ograničenom okviru preostaje samo da se projektuje na slobodnoj javnoj površini.

## 3. PRIKAZ FUNKCIONALNOG REŠENJA SAVREMENO KONCIPIRANE DŽAMIJE

### 3.1. Prostorni i vremenski kontekst

U savremenoj gradnji upravo forme i rešenja konstrukcija mogu dati pečat arhitekturi džamija. Bez obzira na koncept i veličinu prostora, konstrukcije zahtevaju logičnost, jasnoću, izražajnost. U vremenu modernih dostignuća u oblasti konstrukcija i materijala, arhitekta bi trebalo da primene konstruktivna rešenja koja će odgovarati savremenom izrazu, ali i smislu islamskog religijskog prostora u celini [5,6].

Uvažavajući poreklo džamije, njenu suštinu i tradicionalnu ulogu, savremena arhitektonska shvatanja i vrednosti, može se reći da je savremeni arhitektonski jezik najprimereniji način izražavanja kulturnog identiteta muslimanskih društava današnjice i kontinuiteta islamske religijske arhitekture. Savremeni jezik predstavlja logičan korak, jer pokazuje vrednosti i dostignuća moderne epohe.

Savremeni arhitektonski pristup podrazumeva primenu aktuelnih funkcionalnih, oblikovnih, konstruktivnih, tehnoloških i izražajnih principa i rešenja. Ovakvim pristupom, uz neophodno uvažavanje univerzalnih islamskih vrednosti i principa, moguće je postići arhitektonski izraz koji jasno oslikava vreme u kojem je džamija nastala.

Važno je i to da forme i dekoracije prolosti, bilo da su verno kopirane ili delimično i slobodno izvedene, nikada ne mogu ostvariti onakav značaj i smisao kakv imaju kod istorijskih džamija. Arhitektonske vrednosti džamija prošlosti jedino mogu biti poštovane i očuvane, ukoliko se u sadašnjem dizajnu primene savremeno oblikovne i konstruktivne metode, uz prisustvo svih onih trajnih vrednosti islamskog shvatanja sredine.

Dizajn savremene džamije podrazumeva funkcionalne formulacije prostora prema datim uslovima i zahtevima sredine, uspostavljanje skladnih odnosa sa okolinom, moderno oblikovanje karakterističnih elemenata džamije kao i primenu odgovarajućih tehničko-tehnoloških rešenja. Takođe, u stvaranju novog izraza arhitekture treba da imaju na umu i adekvatnu simboličku poruku koja će biti jasna u svom okruženju, sadašnjim, ali i budućim generacijama.



Slika 1. Novoprojektovana džamija

### 3.2. Opšte karakteristike

Kao islamski najelegantnija građevina, i izraz kolektivnog identiteta predstavljena je džamija ukupne površine 3597 m<sup>2</sup>. i kapaciteta 500 vernika. Džamija je zamišljena tako da ne bude samo mesto okupljanja vernika, već i lokalni centar za islamske aktivnosti. Nalazi se na urbanoj

lokaciji površine od 80 ara. Dizajn džamije je moderan, ali uključuje i tradicionalne elemente islamskog dizajna. Cilj arhitektonskog projekta savremene džamije je prikazati islam kao progresivnu religiju, sa odrazom jednostavnosti savremene arhitekture.



Slika 2. Funkcionalna šema islamskog kompleksa

Oblici koji se ističu pri prvom pogledu na ovu džamiju su minaret i kupola. Osmanski uticaj visokog minareta u obliku „olovke“ široko je prihvaćen, jer se zapravo dobro uklapa u modernu građevinsku tehnologiju i čista je moderna geometrijska forma. Minaret ove džamije, iako sasvim moderan, znatno je bliži uobičajenom shvatanju ovog simboličkog elementa. Znajući da u okruženju visokih stambenih zgrada visina minareta ne igra nikakvu ulogu. Oblik i proporcije minareta su stavljeni u kontekst džamije i najbliže izgrađenih objekata. To ponekad predstavlja problem kod gradnje džamije u gusto naseljenim sredinama. Arhitektura džamije ima veću vrednost ukoliko je saglediva iz različitih perspektiva. Centralna kupola ima modernističku sliku i odražava težnje vernika koji uglavnom sebe smatraju „modernim muslimanima“.

## 4. NOVOPROJEKTOVANO STANJE

### 4.1. Misija i ciljevi projekta

Uvažavajući poreklo džamije, njenu suštinu i tradicionalnu ulogu, savremena arhitektonska shvatanja i vrednosti, može se reći da je savremeni arhitektonski jezik najprimereniji način izražavanja kulturnog identiteta muslimanskih društava današnjice i kontinuiteta islamske religijske arhitekture. Savremeni jezik predstavlja logičan korak, jer pokazuje vrednosti i dostignuća moderne epohe. Savremeni arhitektonski pristup podrazumeva primenu aktuelnih funkcionalnih, oblikovnih, konstruktivnih, tehnoloških i izražajnih principa i rešenja. Ovakvim pristupom, uz neophodno uvažavanje univerzalnih islamskih vrednosti i principa, moguće je postići arhitektonski izraz koji jasno oslikava vreme u kojem je džamija nastala. Važno je i to da forme i dekoracije prolosti, bilo da su verno kopirane ili delimično i slobodno izvedene, nikada ne mogu ostvariti onakav značaj i smisao kakv imaju kod istorijskih

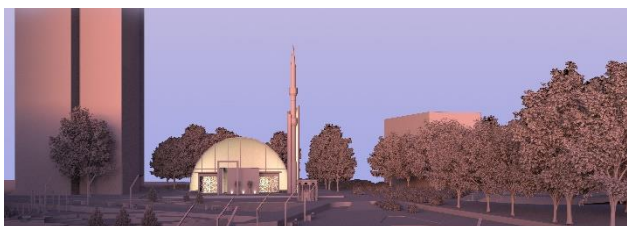
džamija. Arhitektonske vrednosti džamija prošlosti jedino mogu biti poštovane i očuvane, ukoliko se u sadašnjem dizajnu primene savremeno oblikovne i konstruktivne metode, uz prisustvo svih onih trajnih vrednosti islamskog shvatanja sredine. Dizajn savremene džamije podrazumeva funkcionalne formulacije prostora prema datim uslovima i zahtevima sredine, uspostavljanje skladnih odnosa sa okolinom, moderno oblikovanje karakterističnih elemenata džamije kao i primenu odgovarajućih tehničko-tehnoloških rešenja. Takođe, u stvaranju novog izraza arhitekture treba da imaju na umu i adekvatnu simboličku poruku koja će biti jasna u svom okruženju, sadašnjim, ali i budućim generacijama.

#### 4.2. Konstrukcija i oblikovanje

Prostor zahteva veliku površinu, prilagodljivost i dobru osvetljenost. Kako bi se uspostavio slobodan, fluidan prostor podložan frekventnim izmenama, neophodno ga je očistiti od viška elemenata konstrukcije i pregrada. Upravo zbog toga primenjen je ovakav konstruktivan sklop. U ovom projektu primenjen je mešoviti konstruktivni sistem. U određenim segmentima gde su manji rasponi i gde uslovi to dozvoljavaju primenjeni su masivni noseći armiranobetonski zidovi. U delu sa kupolom primenjena je čelična konstrukcija. Čelični rešetkasti sistem omogućava premoščavanje velikih raspona, bez uzurpiranja unutrašnjosti objekta. Oblikovanje novozamišljene strukture usledilo je kao odgovor na funkcionalnu raspodelu unutar sistema. Nepravilan oblik objekta uslovljen je prvenstveno konceptom i načinom upotrebe tradicionalnih sistema u savremenom kontekstu. U njemu su strateški razmeštane programske celine. Usledilo je pronalaženje arhitektonskog jezika koji saraduje sa svim potrebama unutar nje.

#### 4.3. Arhitektonski detalji i materijalizacija

Materijalizacija je svedena na tri osnovna materijala, a njihova uloga je veoma jasno podeljena: čelik za konstruktivni sistem, staklo i beton kao dominantni materijali zgrade koji su primenjeni za pregradne panele, spoljašnost objekta i pokrivanje određenih segmenata. Kao sporedne dodatne materijale korišćeni su granit i mermer za završnu obradu i dekoraciju. U geometrijskom smislu džamija podrazumeva prostor čija aksijalna osa leži u pravcu Meke (kibla). Normalno na glavnu osu uspostavljen je pravac prema kojem se licem okreću vernici. Formiranje skupa u pravilnim redovima, njihovo fokusiranje što je moguće bliže kibli i mihrabu kao i čujnost predvodnika molitve, predstavljaju osnovne činioce oblikovanja islamskog molitvenog prostora koji tako poprima pravougaoni oblik, širine znatno naglašene u odnosu na dubinu i visinu. Naglašenost širine u odnosu na druge dve dimenzije stavljaju u prvi plan bitnu karakteristiku džamije, njenu horizontalnost.



Slika 3. Vizualizacija objekta

## 5. ZAKLJUČAK

Islamska umetnost predstavlja izraz umetničke delatnosti različitih naroda kod kojih islam uređuje duhovni, intelektualni, politički i društveni život i različite sfere delatnosti. Savremena tehnologija treba da bude u službi izraza i specifičnosti pojedinačnih uslova mesta. Džamija kreirana na iskrenom odnosu naspram prošlih vrednosti kao i mogućnosti i dostignuća sadašnjosti i budućnosti, zadržaće jedinstvo izraza i ostati bliska duhu islama. Cilj je bio da se ne stvori strog prostorni raspored koji diktira i ograničava mogućnosti upotrebe prostora, već samo prostorni okvir za mnogobrojne intervencije koje će generisati dešavanja i buduće funkcije objekta. Konstatovanjem ovako snažnog karaktera prostora, konceptualizacija celokupnog projekta morala je da se zasniva na poštovanju ne samo fizičkog, već i istorijskog, kulturnog i socijalnog konteksta bez narušavanja njegovog duha (genius loci) i privrženog odnosa koji njegovi stanovnici imaju prema njemu.

## 6. LITERATURA

- [1] Karić, E. 1995. Prevod Kur'ana, Sarajevo Serageldin, I. Steele J. 1996. Architecture of the Contemporary Mosque, London
- [2] Serageldin, I. 1986. Architecture and Society, In: Architectural Transformation in the Islamic World, Singapore
- [3] Serageldin, I. Architecture and Behaviour: The Built Environment of Muslims, Arch. & Comport. 1 Arch. & Behav., Vol. 1 I, no 3-4, p. 193 – 206.
- [4] Ardhiati, Y. 2013. The new architecture of mosque design to express the modernity of Moslems, Global Advanced Research Journal of Arts and Humanities (GARJAH) Vol. 2(4) pp. 075-078, September 2013, Faculty of Fine Art and Design, Trisakti University of Jakarta
- [5] Khan, H. 2008. Contemporary Mosque Architecture, Space & Architecture, Isim Review 21/ Spring 2008, Roger Williams University, Bristol
- [6] Rahman, M. M. 2015. Islamic Architecture and Arch, International of Built Environment and Sustainability, Faculty of Built Environment, University of Technology, Malaysia.

### Kratka biografija:



**Edis Džanović** rođen je u Priboju 1990. godine. Osnovne akademske studije završio je 2018. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, na kom brani i master rad 2020. godine iz studijskog programa Arhitektura - oblast Dizajn enterijera.

**REALISTIČAN PRIKAZ STRUKTURE PLETENIH TKANINA****REALISTIC REPRESENTATION OF WOVEN FABRICS**Smiljana Marić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ARHITEKTURA**

**Kratak sadržaj** – U ovom radu je analiziran problem kreiranja pletenih struktura za potrebe arhitektonske vizualizacije modernog enterijera, gde se često pojavljuju tradicionalno ispletene tkanine kao dodatni elementi koji komplementarno upotpunjuju scenu. Istraživanjem su obuhvaćene različite metode za kreiranje geometrije, potencijalna rešenja, kao i nedostaci svake metode zasebno, kako bi se primenom alatki u programu za 3D modelovanje – Blenderu, dobio realističan prikaz strukture pletene tkanine, uz racionalan odnos utrošenog vremena i vizuelnog kvaliteta krajnjeg rezultata.

**Ključne reči:** Blender, arhitektonska vizualizacija, realističan prikaz strukture pletenih tkanina

**Abstract** – This paper analyzes the problem of creating woven structures for the needs of architectural visualization of modern interiors, where traditionally woven fabrics often appear as an additional element that complements the scene. The research includes various methods for creating geometry, potential solutions, as well as the disadvantages of each method separately, in order to obtain a realistic representation of woven structure by applying tools in 3D modeling program – Blender, with a rational ratio between the time spent and the visual quality of the final result.

**Keywords:** Blender, architecture visualization, realistic representation of woven fabrics

**1. UVOD**

Uprkos bogatoj istoriji računarske grafike, precizno modelovanje tkanina ostaje izazovno zbog toga što su strukturalno i optički veoma složene, a simulacija predstavlja jedan od najkompleksnijih aspekata računarske grafike. U zavisnosti od predmeta sa kojim je u koliziji, tkanina zauzima drugačiji prostorni položaj, koji bi bilo previše zahtevno modelovati za svaki pojedinačan slučaj.

Struktura pletenih materijala se razlikuje od ostalih tkanina po svojim karakterističnim obtascima pletenja, koji mogu biti raznovrsni, a njihova debljina zahteva modelovanje, pri čemu scena biva opterećena velikim brojem poligona, a simulacija pada tkanine znatno otežana.

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Vesna Stojaković, vanr. prof.

**2. BLENDER**

Blender je besplatan 3D softver otvorenog koda koji se koristi za kreiranje animiranih filmova, vizuelnih efekata, 3D modela, interaktivnih 3D aplikacija i video igara. Ovaj program nudi širok spektar osnovnih alata, uključujući modelovanje, UV razmotavanje, teksturisiranje, animaciju, renderovanje i mnoge vrste simulacija.

Besplatan (slobodan) softver u ovom smislu je softver koji se može slobodno koristiti, kopirati, modifikovati, distribuirati, bez ikakvih ograničenja, za razliku od većine komercijalnih softverskih paketa, što omogućava veliku slobodu krajnjem korisniku.

**3. PRINCIP ISTRAŽIVANJA**

Princip istraživanja se svodi na analizu geometrijske konfiguracije pletene tkanine i upotrebu različitih metoda u programu za 3D modelovanje – Blenderu, kako bi se došlo do rendera na kojima je tkanina prikazana slično kao na referentnim fotografijama, a da pri tom odnos vizuelnog kvaliteta i opterećenosti scene bude racionalan.

Prvi pristup se zasniva na mapiranju tkanine, korišćenjem odgovarajućih tekstura, dok se drugi pristup zasniva na modelovanju trodimenzionalne geometrije. Oba pristupa će biti predstavljena na modelu tkanine koji jednim delom naleže na ravnu površ, a drugim delom slobodno pada preko ivice predmeta, kako bi se istražila mogućnost prikazivanja tkanina sa pregibima, kao i za koji plan na sceni je moguće dobiti realističan prikaz strukture pletene tkanine.

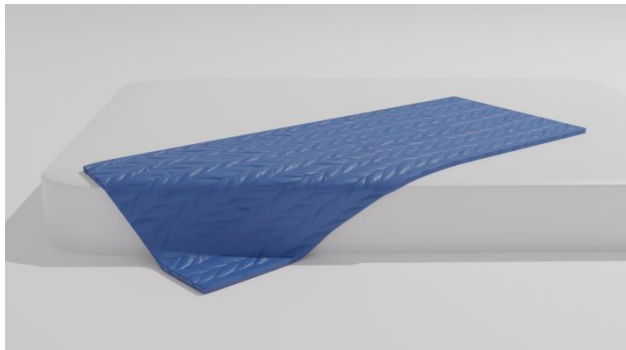
**4. TEKSTURISANJE BITMAP MAPAMA**

Teksturiranje upotrebom mapa se prvobitno odnosilo samo na difuzno teksturiranje - metod koji je jednostavno preslikavao piksele teksture na razvijenu površ nekog oblika ili poligona. Poslednjih decenija, pojava *multi-pass rendering-a*, *multitexturing-a*, *mipmapping-a* i složenijih mapiranja, kao što je mapiranje visine, udubljenja, pomeranja i sl. omogućili su fotorealistične simulacije u realnom vremenu, tako što su znatno smanjile broj poligona i proračune osvetljenja potrebne za renderovanje realistične 3D scene.

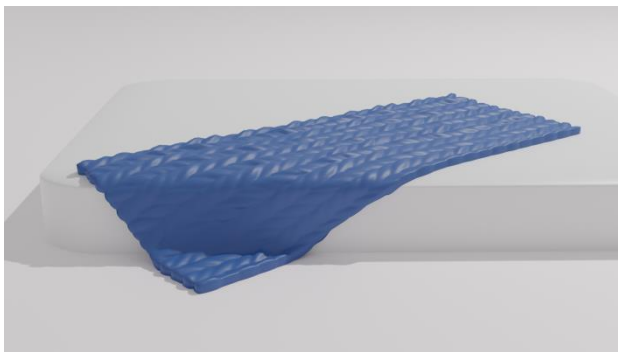
**4.1. Upotreba Height mape**

*Height* mapa, koja se koristi za *Displacement* je crno-bela tekstura, koja nosi podatke o vrednostima pomeranja, pri čemu crna predstavlja minimalnu visinu, a bela maksimalnu visinu pomeranja.

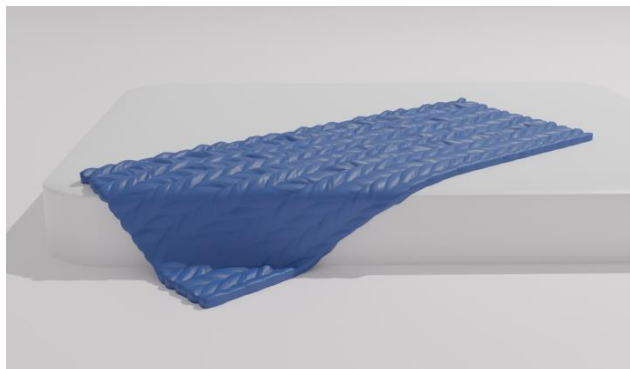
U Blender-u postoje tri *Displacement* metoda, sa različitom preciznošću, performansama i upotrebom memorije, i to: *Bump Only*, *Displacement Only* i *Displacement and Bump*. U zavisnosti od odabranog metoda, Displacement šejder, samo simulira izbočine i bore po površi, kako bi se stvorio utisak pomeranja, ili ih zapravo i formira.



Slika 1. Rezultat dobijen Bump Only metodom



Slika 2. Rezultat dobijen Displacement Only metodom



Slika 3. Rezultat dobijen Displacement and Bump metodom

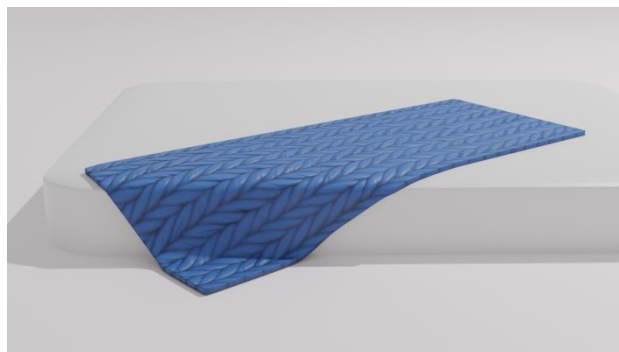
Samostalna upotreba *Height* mape, u slučaju sva tri Displacement metoda nije dala zadovoljavajuće rezultate. U svakom od metoda uočen je nedostatak osenčenosti, kako bi se predmet percipirao kao ispletena struktura, sačinjena preplitanjem pojedinačnih elemenata tj. prediva.

Da bi se prevazišao pomenuti problem, pored *Height* mape potrebno je upotrebiti još neke dodatne mape koje koje naglašavaju trodimenzionalnost modela.

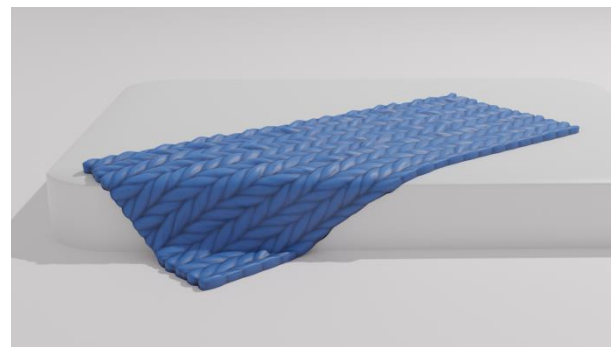
#### 4.2. Upotreba *Height* mape i *AO* mape

Za postizanje boljih rezultata, pored *Height* mape biće upotrebljena i *Ambient occlusion* mapa, kako bi se naglasili osenčeni delovi na modelu. *Ambient occlusion* mape su sive mape koje sadrže podatke o osvetljenju, tj

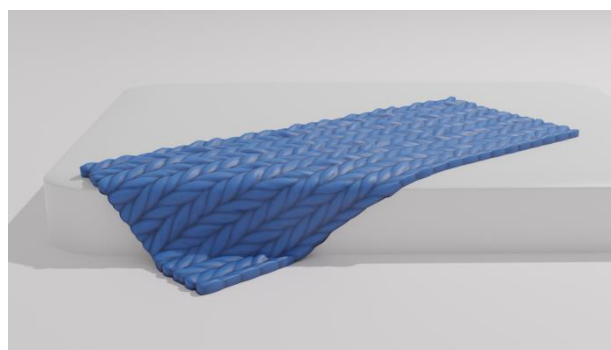
senkama. Koriste se u kombinaciji sa difuznom mapom, tako što senče piksele u zavisnosti od vrednosti piksela sive AO mape.



Slika 4. Rezultat dobijen Bump Only metodom



Slika 5. Rezultat dobijen Displacement Only metodom



Slika 6. Rezultat dobijen Displacement and Bump metodom

U ovom istraživanju, za potrebe realističnog prikaza strukture ispletene tkanine, korišćenjem metoda mapiranja, konstatovani su vidljivo bolji krajnji rezultati prilikom upotrebe *Ambient occlusion* mape uz *Height* mapu, nego kada je samostalno korišćena *Height* mapa.

Kao što se može primetiti na primerima, rezultati kreiranja ispletene strukture na ovaj način nisu zadovoljavajući u pogledu vizuelnog kvaliteta.

#### 4.3. Zaključak

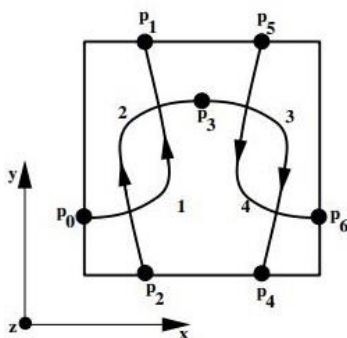
Generisanje izgleda isplete strukture je dosta zahtevan proces gde geometrija igra važnu ulogu. Proces generisanja strukture metodama mapiranja je brz i jednostavan, ali geometrija nije dovoljno primetna, a povećanje parametara za uticaj pomeranja ne može da da zadovoljavajuće rezultate, naročito za potrebe prikazivanja predmeta u prvom kadru arhitektonske vizualizacije.

## 5. MODELOVANJE ISPLETENE STRUKTURE

Blender-ov sveobuhvatan niz alata za modelovanje čini stvaranje, transformisanje, oblikovanje i uređivanje modela vrlo jednostavnim i neograničenim. Iako je na internetu dostupan veliki broj biblioteka sa modelima, značajno je usavršiti tehniku modelovanja, iz razloga što je ne samo jeftiniji način, već omogućava veću kontrolu nad finalnim izgledom rendera. Činjenica je da postoji mali broj Plug-in-ova koji su vezani za generisanje strukture tkanina, od kojih je najveći broj specijalizovan za formiranje geometrije koja odgovara strukturi tkanih materijala. Struktura pletenih materijala se razlikuje od ostalih tkanina po svojim karakterističnim obrascima pletenja koji mogu biti raznovrsni.

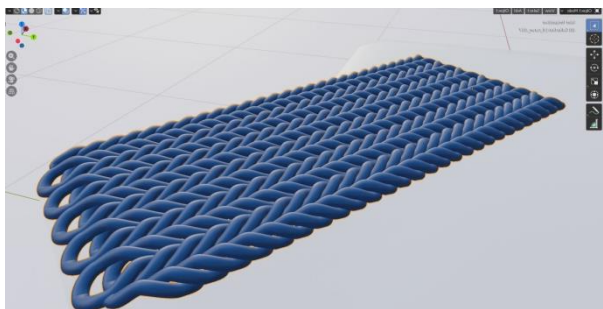
### 5.1. Geometrijska konfiguracija

Prethodnim analizama strukture pletenih tkanina, utvrđeno je da je svaki model izrađen od niza ponavljajućih elemenata – petlji, koje predstavljaju osnovni konstituent pletene tkanine. Umnožavanjem, tj. nadovezivanjem osnovnog oblika (petlje), do željene dužine tkanine, dobija se celovita struktura jednog ovakvog modela.



Slika 7. Šematski prikaz metoda konstruisanja krive

Prvi korak je konstruisanje prostorne krive koja je sačinjena od određenog broja kontrolnih tačaka, koje su pomerane dok se nije dobio željeni položaj oblik. Duž prostorne krive provlači se kriva kružnog oblika, čime je formiran cilindar konstantnog poprečnog preseka koji prati pomenutu prostornu krivu. Nakon formiranja reda osnovnih elementa (petlji), umnožavanjem po kolonama, do potrebne dužine, formirana je celovita struktura modela.



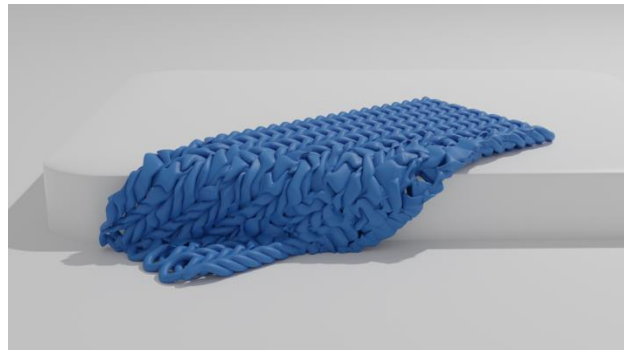
Slika 8. Geometrija ispletene strukture

### 5.2. Upotreba Surface deform modifikatora

Budući da bi simulaciju jednog ovakvog modela bilo faktički nemoguće izvršiti bez računara dobrih

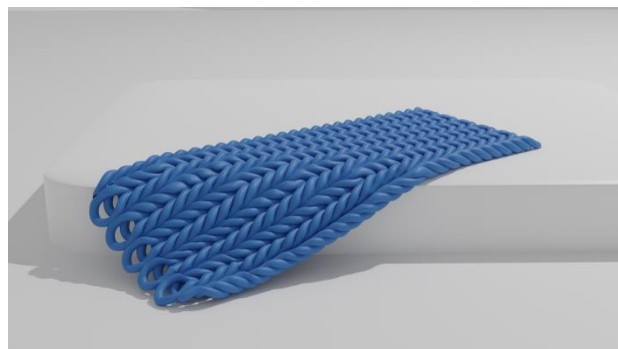
specifikacija, potrebno je pomoću odgovarajućih modifikatora omogućiti sličan efekat.

Surface deform je modifikator koji omogućava vezivanje jedne složene geometrije za drugu jednostavniju formu, kako bi se deformacije složene strukture izvršile po uzoru na deformacije jednostavnijeg oblika, u ovom slučaju izdelfjenog Plain-a.



Slika 9. Rezultat dobijen pomoću Surface deform modifikatora (1.slučaj)

Kao što se može videti na renderu, kreiranje simulacije na ovaj način daje jako loše rezultate u pogledu geometrije, gde se stvaraju neprirodne deformacije u delovima gde se tkanina „prelama“ preko ivice predmeta na koji naleže. Da bi se ispravili problematični delovi, u narednom slučaju je potrebno je redukovati broj poligona 2D ravni koja simulira pad tkanine.



Slika 10. Rezultat dobijen pomoću Surface deform modifikatora (2.slučaj)

Generisanje realistične strukture ispletenih tkanina ovim metodom daje zadovoljavajuće rezultate. Vreme trajanja rendera je 1:28 min, što je čak kraće u odnosu na vreme dobijeno bilo kojim metodom teksturisnja.

Nedostaci simulacije u ovom slučaju ogledaju se u efektu povećane krutosti materijala, budući da se pojednostavljenom podelom Plain-a koji simulira pad tkanine, ne mogu postići veći pregibi materijala.

## 6. ZAKLJUČAK

Različitim metodama istraživanja postignuti su se različiti rezultati. Najbolja ocena vizuelnog kvaliteta rendera postignuta je metodom 3D modelovanja geometrije baziranom na konstruisanju prostorne krive, duž koje je provučena kružnica, čime je formirana odgovarajuća trodimenzionalna struktura modela, a zatim, upotrebom modifikatora - Surface deform, izvršena je indirektna simulacija pada tkanine, tako što su deformacije 3D

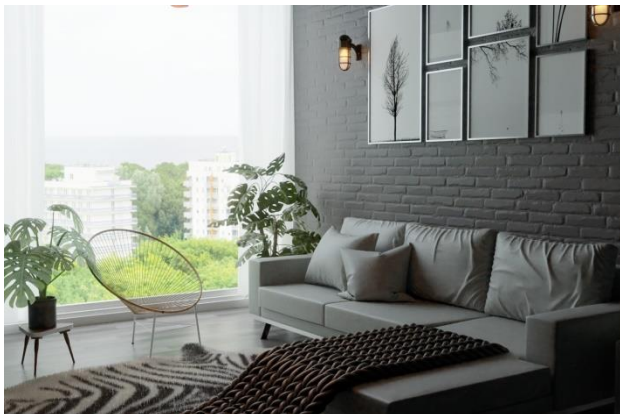
modela ispletene strukture generisane na osnovu deformacija 2D ravni čija je simulacija prethodno izvršena.

Ovaj metod iz aspekta racionalnog odnosa utrošenog vremena i kvaliteta rendera daje najprihvatljivije rezultate.

Istraživanjem i praktičnim radom izveden je zaključak da je dobijanje realističnog prikaza strukture ispleteneh materijala dosta komplikovan proces, i da rezultati neće biti u potpunosti zadovoljavajući bez upotrebe dodatnih mapa, sistema čestica ili postprodukcije. Ovo se odnosi na prikaz objekta u arhitektonskoj vizualizaciji koji se u sceni nalazi u prvom planu, dok rezultati dobijeni ovim istraživanjem mogu da posluže za prikazivanje predmeta u drugom kadru arhitektonske vizualizacije, u slučaju kada tkanine ravno naležu na drugi predmet ili imaju male pregibe.

## 7. PRIMERI UKLAPANJA MODELA U SCENU

Primeri su prikazani na slikama 11. i 12.



Slika 11. Render scene dnevnog boravka kao primer upotrebe pletene tkanine u drugom kadru arhitektonske vizualizacije



Slika 12. Render scene dnevnog boravka kao primer upotrebe pletene tkanine u drugom kadru arhitektonske vizualizacije

## 8. LITERATURA

- [1] Eduard Gröller, René T. Rau and Wolfgang Straßer, “Modeling and Visualization of Knitwear”, <https://www.cg.tuwien.ac.at/research/publications/1995/groeller-1995-mod/groeller-1995-mod-almost%20final%20version.pdf> (pristupljeno u oktobru 2020.)
- [2] “Blender 2.90 Reference Manual”, <https://docs.blender.org/manual/en/latest/> (pristupljeno u oktobru 2020.)
- [3] “Using normal maps and displacement maps in blender”, [https://www.youtube.com/watch?v=4OXiRRGP4gU&ab\\_channel=TheCGEssentials](https://www.youtube.com/watch?v=4OXiRRGP4gU&ab_channel=TheCGEssentials) (pristupljeno u oktobru 2020.)
- [4] “Surface deform modifier animating a cloth chain or chain mail in blender tutorial“, [https://www.youtube.com/watch?v=pLhQXl\\_VpU4&ab\\_channel=TopChannel1on1](https://www.youtube.com/watch?v=pLhQXl_VpU4&ab_channel=TopChannel1on1) (pristupljeno u oktobru 2020.)

### Kratka biografija:



**Smiljana Marić** rođena je u Srbiju 1995. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Digitalnih tehnika, dizajna i produkcije u arhitekturi i urbanizmu odbranila je 2020.god.  
Kontakt:  
smiljanamarić775@gmail.com



REVITALIZACIJA I REŠENJE ENTERIJERA OBJEKTA AUTO-REMONTNOG  
PREDUZEĆA „AUTOKOMANDA“ U BEOGRADU

REVITALIZATION AND SOLUTION OF THE INTERIOR OF THE FACILITY OF THE  
AUTO-REPAIR COMPANY "AUTOKOMANDA" IN BELGRADE

Staša Jončić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – ARHITEKTURA I URBANIZAM**

**Kratka sadržaj** – *Ovaj rad ima za cilj definisanje metoda revitalizacije napuštenih objekata sa akcentom na industrijsko nasleđe. Odabirom konkretne lokacije napuštene fabrike prikazana je metoda prenamene objekta i adaptacije u skladu sa novim programom. Prikazan je dizajn novog enterijera koji kombinuje vrednosti industrijskog nasleđa sa savremenim pristupom u oblikovanju poslovnih prostora. Primenjena metoda analizirana je na napuštenom objektu Auto-remontnog preduzeća „Autokomanda“ i Beogradu.*

**Ključne reči:** *Industrijsko nasleđe, Prenamena, Adaptacija, Revitalizacija, Co-working.*

**Abstract** – *This theses aims to define methods of revitalization of abandoned buildings with an emphasis on industrial heritage. By selecting the specific location of the abandoned factory, the method of re-use of the building and adaptation in accordance with the new program is presented. The design of a new interior that combines the values of industrial heritage with a modern approach in the design of business premises is presented. The applied method was analyzed at the abandoned facility of the Auto-repair company "Autokomanda" and in Belgrade.*

**Keywords:** *Industrial Heritage, Conversion, Adaptation, Re-use, Co-working.*

**1. UVOD**

Industrijski objekti se smatraju velikim potencijalom, česta su tema i inspiracija na mnogim poljima. Tome je doprinosi njihova fleksibilnost i specifična estetika koja je uticala na pojavu industrijskog stila. Savremeni trendovi održivosti i činjenica da često nema potrebe za izgradnjom novih objekata igraju važnu ulogu.

Ovi objekti često poseduju takve kvalitete da je neopravdano njihovo napuštanje. Mnogi od njih građeni su pre više decenija na obodu grada, a sada nalaze u blizini proširenog centralnog područja.

Neophodni preduslov za prenamenu ovih objekata jeste da su oni u takvom tehničkom stanju da su intervencije opravdane.

Problematika ovog rada bavi se „recikliranjem“ postojećih objekata. Kao preduslov za pisanje rada formiran je stav da je prenamena i ponovna upotreba objekata isplativ i poželjan metod zaštite industrijskog nasleđa.

**2. PROMENE FUNKCIJE OBJEKTA**

Istražen je jedan od mogućih načina reinterpretacije industrijskog i graditeljskog nasleđa. Metod se svodi na obnovu i adaptaciju postojećeg objekta za neku novu namenu kako bi objekat ostao u upotrebi. Ideja je da je za svaki objekat koji treba da bude sačuvan, potrebno naći novu namenu, i rekonstruisati ga shodno njoj. Obradeni su razlozi i ograničenja.

Prenamena i ponovno korišćenje objekata je staro koliko i sama gradnja. U novije vreme ovaj proces dobija publicitet nakon nekih uspešnih poduhvata i kao posledica osveščivanja potrebe društva za postojanjem starih objekata. „Gradovima su potrebne stare zgrade tako jako da je bez njih verovatno nemoguć rast snažnih ulica i četvrti. Pod starim zgradama ne mislim na zgrade koje kao da su iz muzeja, na zgrade u savršenom i preskupom stanju (...) nego i na obične, jednostavne i malo vredne objekte, uključujući i one koje su propale [1].“

Prenamena i ponovna upotreba starih objekata je često značajno jeftinija nego rušenje i gradnja novog. Iako ekonomski faktor zavisi od ponude i potražnje, a naročito od stanja postojećeg objekta, pokazalo se da je prenamena isplativa, pre svega u slučajevima kada se manji industrijski objekti pretvaraju u poslovne. Sledeći razlog za ovakav pristup je insistiranje na očuvanju uložene energije kako u izgradnju postojećeg objekta, tako i u proizvodnju upotrebljenog materijala.

Nedvosmisleno je dokazano da se prilikom prenamene i ponovnog korišćenja postojećih objekata utiče na očuvanje životne sredine, pre svega smanjenjem CO2 otiska u odnosu na rušenje i gradnju novog objekta. Imajući sve ovo u vidu, jasno je da u mnogim slučajevima reciklaža postojećeg građevinskog fonda predstavlja budućnost arhitekture.

Da bi adaptirani objekat bio ekonomski uspešan neophodno je prethodno istražiti situaciju na tržištu, kako bi se ustanovilo kakva je ponuda i potražnja, i u skladu sa tim grubo odredila nova namena. Pored ovoga neophodno je konsultovati lokalnu zajednicu i nadležne institucije i videti u kojoj se meri njihove potrebe odnosno ograničenja uklapaju u predloženi okvir. Naravno, sve ovo treba uskladiti i sa zahtevima koje postavlja lokalni Zavod za zaštitu spomenika kulture, ako isti postoje.

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Marko Todorov.**

### 3. INDUSTRIJSKO NASLEĐE

Objekti industrijskog nasleđa su materijalno svedočanstvo mnogih značajnih procesa koji su se odigrali na ovim prostorima u periodu od dva veka – doba prosvetiteljstva sa kultovima razuma, znanja, slobode i rada koje donosi nove društvene vrednosti i odnose, doba industrijskih revolucija, pronalazaka parne mašine, nafte i električne energije, gvožđa i čelika, motora sa unutrašnjim sagorevanjem, motora na naizmeničnu struju, primena čelika, gvožđa i armiranog betona u građenju, doba nauke i tehnike, doba profita i kapitala, prefabrikacije i tipske izgradnje, velikih migracija, urbanizacije, doba secesije, bauhausa, funkcionalizma i moderne, doba radničkih pokreta i tako dalje. Pored toga, takođe su i podsetnici mnogobrojnih socijalnih nepravdi.

To je uticalo da se industrijski objekti jednom kada se tehnologija prevaziđe, nađu napušteni a potom i devastirani. Sa druge strane, u poređenju sa drugim tipologijama poput hramova, kompleksa palata ili stambenom arhitekturom, ovakvi objekti deluju ogoljeno, bezlično i prazno. Upravo su ovo jedni od osnovnih kvaliteta koji se danas ističu: - konstrukcija koja u potpunosti prati linije sile, oblik sveden na funkciju, impozantni rasponi i dimenzije, veliki neprekinuti prostori su najčešće odlike industrijskih objekata. Ono što je takođe karakteristično je simbolika samih građevina. Građene da predstave snagu i napredak, fabričke zgrade sa svojim visokim dimnjacima potiskivale su tornjeve crkava i gradskih većnica sa mesta najvažnijih repera gradova Evrope u XVIII veku. Ovi savremeni obelisci simbolišu moć i stabilnost, govoreći jezikom svoje primarne funkcije. Fabrika pored mesta za rad, postaje i mesto susreta i društvenih interakcija, a grad raste i razvija se često upravo kao posledica rada fabrike ili rudnika. Kao takve, industrijske objekte trebalo bi sačuvati kao uspomenu narednim generacijama koja ima edukativni, simbolički i istorijski karakter teritorija na kojima su nastajali.

### 4. ADAPTACIJA I REVITALIZACIJA U SVETSKOJ PRAKSI

Obnova i prenamena industrijskih objekata je izuzetno popularna tema u svetskoj arhitektonskoj praksi. Pokazano je da je u ovakve objekte moguće useliti i krajnje sofisticirane programe poput filharmonije. Time se potvrđuje teza da su industrijski objekti pogodni za prenamenu ne samo u alternativne kulturne institucije i komercijalne sadržaje, nego i u tipologije koje nose mnogo više slojeva značenja. Mehanizmi oživljavanja se svode na odlučnu gradsku vlast, koja deluje zajedno sa privatnim sektorom. Različitim beneficijama, poput niske otkupne cene zemljišta, vrlo lako se podstiče ulaganje. Sa druge strane, te iste gradske vlasti moraju imati jasnu ideju i ne smeju da posrnu pod pritiskom investitora. Objekti koji su predviđeni za adaptaciju i revitalizaciju se ne ruše, već se njihova rekonstrukcija postavlja kao osnovni uslov.

Od prodaje zemljišta, grad dobija sredstva koja zatim ulaže u infrastrukturu obnavljanog područja ili rekonstrukciju zaštićenih objekata. Isto tako, gradske vlasti, zajedno sa civilnim sektorom, su te koje kontrolišu gentrifikaciju nekog područja. Ako postoji izvesna

količina nekretnina koja je u vlasništvu grada i čija cena iznajmljivanja nije podložna promenama tržišta, gentrifikacija se može držati pod kontrolom. Osnovni faktori koji utiču na uspešnost ovakvih projekata su saobraćajna povezanost, odnosno atraktivnost lokacije. Na osnovu proučenih primera zaključeno je da postoji nekoliko osnovnih mehanizama revitalizacije: spontani nastanak ili skvotovanje (SoHo, Njujork, Krojzberg, Berlin), javno finansiranje (Londons Doklands, London), javno-privatno partnerstvo (Kop van Zud, Rotterdam i Hafensiti, Hamburg) i privatne inicijative (Fabrika Tržinski, Varšava).

### 5. PREDLOZI NOVE NAMENE

Obrađeno je pitanje davanja konkretne namene kompleksu bivšeg Auto remontnog preduzeća „Autokomanda“. Na osnovu stavova iznesenih u drugom poglavlju i primera u četvrtom, vidi se da je za svaki uspešan projekat prenamene i ponovne upotrebe jedan od osnovnih faktora pronalazanje adekvatne nove namene. Ova nova namena, pored toga što treba da odgovara karakteru posmatranog objekta mora da zadovolji i potrebe i zahteve lokalne zajednice. U suprotnom, dovedena je u pitanje ekonomska isplativost projekta, kao i sam smisao radova. Suština prenamene i ponovne upotrebe postojećeg napuštenog objekta je upravo u odgovaranju na novonastale potrebe zajednice. Stoga je dijagnostifikovanje tih potreba najvažniji korak ovakvog pristupa.

#### 5.1. Model poslovanja u co-working centru, uloga i definicija pojma

Coworking predstavlja rad u kancelariji ili posebno srednjom radnom prostoru koje deli više nezavisnih pojedinaca ili timova. Termin potiče od spajanja engleskog co (prefix od community - zajednica) + working (rad), i u bukvalnom prevodu označava rad u zajednici. Ovaj koncept karakteriše ciljna grupa koja se sastoji od „slobodnih umetnika“ tj. ljudi koji rade od kuće, honorarnih radnika ili malih kompanija na početku karijere, a ne samo kompanija koje imaju potencijal da narastu. Coworking nastao je kao odgovor na frilens način rada. Koncept rada se poprilično promenio razvojem interneta. Internet je izrodio frilensere (slobodne i samostalne radnike), a coworking je potreba da se oni na neki način okupe u jednoj fizičkoj tački.

#### 5.2. Oblikovni koncept co-working prostora

Co-working prostori predstavljaju spoj najboljih osobina kancelarija velike korporacije i donedavnih prostora za rad od kuće – naše dnevne sobe ili lokalnog kafića. Zapravo je sam razvoj oblikovnog koncepta ovih prostora zasnovan na prilično intuitivnom prihvatanju pogodnosti i eliminisanju nedostataka svih ostalih vidova kancelarija i načina rada.

Danas kao ustaljena tipologija zahteva promišljenu funkcionalnu shemu, budući da treba da predstavlja savršeno radno mesto za čoveka 21. veka, dok u estetskom smislu često zadržava nasumičnost u kombinovanju stilova, tekstura, boja i nameštaja. Neke od najčešćih karakteristika, koje su se ustalile tokom prethodnog perioda su: fleksibilan prostor, saradnja korisnika, različitost radnog okruženja, skrivena mesta, sale za sastanke, radni prostor sa atmosferom doma, inspiracija.

## 5. STUDIJE SLUČAJA CO-WORKING PROSTORA ZAKLJUČCI

Na osnovu studija slučaja, moguće je zaključiti da je u sferi kako kreativne, tako i IT industrije co-working veoma jako sredstvo za promociju i podršku. Pored toga što se odabranim korisnicima pružaju osnovna sredstva za rad, kao i mesto gde mogu zaista da materijalizuju svoje proizvode, nudi im se i prostor za promociju. Osim međusobnog podstreka i saradnje, kreativnim ljudima pruža se mogućnost da zajedno nastupaju u javnosti ili na tržištu. Kako je u našim uslovima posedovanje alata za radionicu, mašine za 3D štampu, a ponekad i osnovne kancelarijske opreme izuzetno skupo, co-working centar može predstavljati jedinu mogućnost za rad. Većina proučenih prostora je nastala prenamenom i ponovnom upotrebom postojećih objekata, često baš industrijskih, pa je sa te strane, adaptacija ili dogradnja starog "Auto-remontnog preduzeća Autokomanda" potpuno opravdana, ako ne i poželjna.

## 6. AUTO - REMONTNO PREDUZEĆE „AUTOKOMANDA“

Razvoj industrije koji je obeležio kraj 19. i početak 20. veka pogodio je ubrzanijem razvoju gradova i njihovoj urbanizaciji. Industrija je postala nosilac razvoja privrede, a zajedno sa tim procesom brže se širio saobraćaj, što je pogodovalo razvoju gradova kako u kvantitativnom tako i u kvalitativnom vidu. U traženju jeftinijeg zemljišta dolazi do pojačanog rasta industrijskih lokaliteta u perifernim pojasevima gradske aglomeracije. Karakteristično je za ove delove grada da su uz izmeštenu industriju nicala i nova stambena naselja za takozvanu radničku klasu. Upravo tako se naselje od Autokomande najpre širilo, ne prema Beogradu, već prema Kumodražu, što je uslovljavala niža cena građevinskog zemljišta za sve veći broj ljudi koji su, naročito posle izgradnje pruge Beograd - Niš, počeli da dolaze da rade u Beograd, a zatim u njemu trajno ostajali. Autokomanda je i do današnjeg dana ostala simbol prepoznatljivosti za vojnu industriju i hangare, najvećim delom zbog toga zato što su vojni objekti i dalje prisutni, iako ih je većina devastirano i van upotrebe su kao i objekat koji je tema rada.

### 6.1. Trenutno stanje

Dugo posle rata, ovaj objekat nastavio je da vrši svoju primarnu funkciju – servis vojnih vozila, a onda kada za to više nije bilo potrebe, objekat je napušten i započeo je njegov proces propadanja. Tako napušten sa vidnim tragovima oštećenja privatizovan je početkom devedesetih godina i sa vrlo malo ulaganja promenjena je namena u automehaničarsku radionicu, dakle vrlo sličnu prethodnoj. To je potrajalo sve do 2002-e godine kada je objekat opet napušten i zatvoren, usled nemanja sredstava za njegovo održavanje. Narednih deset godina objekat je bio zatvoren, da bi 2012. godine bio otkupljen i pretvoren u paintball klub. S obzirom da nova funkcija nije zahtevala posebne intervencije, kako u enterijeru, tako i u spoljašnjosti objekta, on zadržava svoj devastirani i napušteni izgled. Trenutno se na parceli nalaze tri objekta, raspoređenih tako da formiraju veliko zajedničko dvorište. Objekat koji je tema rada nalazi se u sredini i oslanja se ivicama svoje prednje fasade na objekte sa leve

i desne strane. Objekat je prizeman i u konstruktivnom smislu predstavlja trobrodnu halu sa čeličnom krovnom konstrukcijom i armirano - betonskom konstrukcijom zidova. Brodovi hale formirani su tako da je srednji brod najveće visine sa najvišom tačkom od 16m i dva jednaka broda sa leve i desne strane. Osnovu čini pravougaonik dimenzija 25m x 40m. Na velikoj površini prednje fasade nalaze se prozori pravougaonog oblika u donjem i polukružnog oblika u gornjem delu kao i jedan kružni prozor na samom početku fasade. Na bočnim fasadama prozora nema, ali staklene površine su zastupljene celom dužinom zakošenih krovnih ravni. Krov je mansardni, sačinjen od po tri izlomljene kose ravni sa svake strane. Objekat poseduje glavni ulaz na prednjoj fasadi, dvoje velikih garažnih vrata za kamionska vozila i sporedni ulaz na bočnoj fasadi. Stanje konstrukcije je solidno, bez vidljivih sleganja i prslina, dok je fasadni malter značajno oštećen, posebno na bočnim fasadama. Na pojedinim mestima su vidljiva oštećenja od vlage, kao posledica neadekvatnog odvođenja kišnice sa krova. U enterijeru je evidentno dugogodišnje neodržavanje, malterska obloga zidova je delimično propala, a većina zidova je prekrivena grafitima. Generalno posmatrajući, objekat je u relativno lošem stanju, pre svega je zapušten i devastiran, malterska obloga je propala, staklene površine su vidno oštećene ali je konstrukcija vrlo solidna. Prilikom adaptacije i revitalizacije pre svega bi bilo potrebno objekat zaštititi od vlage kompletnom zamenom oluka kao i rekonstrukcijom prozora uz zadržavanje prvobitnog oblika koji daje objektu poseban karakter.

### 6.2. SWOT ANALIZA



Slika 1. Prikaz SWOT analize

## 8. PRENAMENA I PONOVNUPOTREBA KOMPLEKSA



Slika 2. Aksonometrijski prikaz co-working prostora



Slika 3. 3d prikaz co-working prostora

### 8.1. Koncept rešenja

Postojeći objekat se zadržava, reinterpreтира i transformiše u poslovni co – working prostor. Kako bi se na najbolji mogući način iskoristila i naglasila istorijska komponenta objekta, posebna pažnja je posvećena očuvanju i zaštiti postojeće građene supstance. Sa tim u vezi je vremenom menjani fasadni elementi vraćeni su u originalno stanje, zaziđivanjem naknadno probijanih otvora i probijanjem onih zatvorenih. Ovo međutim ne znači da je objekat u potpunosti rekonstruisan verno originalu, nego su nedostajući, odnosno srušeni delovi parafrazirani u savremenim materijalima i oblicima. Pored forme i materijalizacije, kontrast novog i starog je dodatno naglašen novoprojektovanim strukturama unutar objekta. Na ovaj način objektu je vraćena celovitost, a istovremeno je izvršeno preoblikovanje imalo za cilj funkcionalnu optimizaciju u okviru nove namene.

### 8.2. Koncept funkcije objekta

Koncept objekta je funkcionalnom smislu podeljen na tri osnovne zone čije granice nisu strogo definisane i međusobno s preklapaju ali ih je moguće definisati na sledeći način: Javna zona – zona međusobne interakcije posetioca međusobno, kao i sa postojećim ili potencijalno novim klijentima ;Privatna zona – koja obezbeđuje nesmetan rad; Proizvodna zona – mesta na kojima se kreativan rad sprovodi u delo.

### 8.3 Enterijer

Koncept enterijera zasnovan je na uklapanju starog i novog. Cilj je bio očuvati industrijski karakter koji objekat poseduje ali uz projektovanje novih elemenata u savremenim materijalima koji će naglasti kontrast između postojećeg i novoprojektovanog. Shodno tome,

konstruktivni sistem je sačuvan gde god je to bilo moguće. Čelična krovna konstrukcija u kombinaciji sa staklom je zadržana i gde je bilo potrebe restaurirana, odnosno, napravljena je replika, kao i kod svih postojećih prozora. Svi novoprojektovni elementi izvedeni su u savremenim materijalima uz čestu upotrebu drveta koje svojom strukturom, bojom i toplinom umekšava oštre forme i umanjuje hladnoću ovog industrijskog objekta. Staklo je takođe korišćeno u velikoj meri i ono ima za cilj da naglasi novoprojektovane strukture. Obrada podova je izvedena u samorazlivajućim polimernim podovima industrijske namene, finalne obrade poput uglučane cementne košuljice. Kao važan element u enterijeru, javlja se specifičan signage dizajn na podovima objekta u vidu potokaza koji je vizuelno inspirisan metro linijama, samo u crnoj boji. Obilato korišćenje zelenila ima za cilj takođe da oplemeni hladni prostor industrijskog objekta i zahvaljujući staklenom krovu, izazove izgled staklene bašte. Finalna obrada postojećih i novoprojektovanih zidova se izvodi u malteru i kreči u belo. Na ovaj način je, uz bele podove i korišćenje stakla i svetlog drveta kao najčešćeg materijala, već izuzetna osvetljenost prostora subjektivno pojačana.

## 9. ZAKLJUČAK

Idejno rešenje co – working centra predstavlja sintezu svih razmatranih pitanja u istraživačkom delu rada. Ponuđeno rešenje predstavlja samo jedno od mogućih razmišljanja i predlog za prevazilaženje problema. Kako je na osnovu analiziranih primera utvrđeno, ovaj program predstavlja veoma produktivan način rešavanja problema jer doprinosi mehanizmu obnove lokalne privrede, kulture i obogaćuje javni život nedostajajućim sadržajima. Važno je istaći da ovo rešenje prikazuje jedan od najmodernijih vidova poslovanja koje nastaje kao produkt razvoja moderne tehnologije i interneta krajem dvadesetog veka smešteno u stari industrijski vojni objekat . Ovim postupkom metaforično je prikazana evolucija industrije i način na koji im se njihova arhitektura prilagođava i korespondira sa njima.

## 10. LITERATURA

- [1] Jane Jacobs, “The Death and Life of Great American Cities”, *New York and Toronto: Random House*, pp. 187, 1961

### Kratka biografija:



**Staša Jončić** rođena je u Beogradu 1989. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitekture i urbanizma – Projektovanje Enterijera odbranila je u oktobru 2020. godine  
kontakt: [stasha.joncic@gmail.com](mailto:stasha.joncic@gmail.com)

**VREDNOVANJE PRIKAZA ENTERIJERSKIH SCENA PUTEM MOBILNIH UREĐAJA  
EXAMINATION OF VR-TECHNOLOGY FOR MOBILE PHONES IN INTERIOR SCENE**Nikola Veselinović, Marko Jovanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – DIGITALNI DIZAJN**

**Kratak sadržaj** - Cilj istraživanja jeste da se ispita relevantnost hedseta u koji se integriše mobilni uređaj po pitanju prikazivanja enterijerskih scena. Metode kojima će ovo istraživanje biti sprovedeno je direktnim poređenjem i upoređivanjem rezultata dobijenih prikazivanjem scena na hedsetu, mobilnim uređajima i računaru. Rezultati su takvi da su scene na sva tri načina uspešno prikazane i realizovane. Zaključak je da svaki od načina ima određene prednosti i mane, ali kako je cilj da se ispita relevantnost hedseta, može se reći da su rezultati zadovoljavajući i da je ovaj način prikazivanja scena itekako relevantan.

**Ključne reči:** *Virtualna realnost, hedset, mobilni telefon, poređenje, enterijer*

**Abstract** - *The aim of the research is to examine the relevance of the headset in which the mobile device is integrated in terms of displaying interior scenes. The methods by which this research will be conducted are a direct comparison and comparison of the results obtained by displaying scenes on the headset, mobile devices and computer. The results are such that the scenes were successfully shown and realized in all three ways. The conclusion is that each of the ways has certain advantages and disadvantages, but as the goal is to examine the relevance of the headset, it can be said that the results are satisfactory and that this way of presenting scenes is very relevant.*

**Keywords:** *virtual reality, headset, mobile phone, comparison, interior*

**1. UVOD**

Arhitektonska vizuelizacija je proces dobijanja digitalne dvodimenzionalne fotografije na osnovu digitalno generisanih modela, struktura, objekata, prostora i urbanih celina korišćenjem kompleksnih softvera i računara, gde se takva fotografija naziva render.

**1.1 Oblast i tema istraživanja**

Jedna slika arhitektonske vizualizacije može se prikazati na bilo kom uređaju koji ima displej i mogućnost učitavanja slike. Najčešći primeri su desktop računar, mobilni uređaj, tablet uređaji. Virtualna realnost je „kompjuterski generisana simulacija trodimenzionalne slike ili okoline sa kojom se na naizgled stvaran ili fizički način može stupiti u interakciju sa osobom koja je koristi

posebnu elektronsku opremu poput kacige odnosno hedseta ili rukavice opremljene senzorima“ [1]. Hedset oprema se koristi u komercijalne i edukacione svrhe. Predmet istraživanja u ovom radu jeste ispitivanje nivoa imerzije primenom neintegrisanog hedseta za potrebe vizuelizacije enterijera. Povoljnost neintegrisane hedset opreme, kao i činjenica da je prestala dalje da se razvija su glavni razlozi zbog kojih se ovo istraživanje bazira isključivo na ispitivanju ove opreme i njene primene na arhitektonsku vizualizaciju.

**1.2 Pregled stanja u oblasti**

Virtualna realnost ima ulogu u arhitekturi i to najpre i najčešće u prikazivanju enterijerskih scena, prilikom prodaja stanova, kako bi kupci koristeći hedset opremu mogli da osete i dožive prostor u kom će potencijalno živeti. Tehnologija virtualne realnosti je relativno nova, samim tim se još uvek razvija tako da virtualni prostor još uvek ne pruža potpuni foto realističan osećaj, kao kada se posmatrač kreće i nalazi u realnom prostoru. Međutim ova oprema pored toga omogućava veći stepen imerzije od rendera. Ceo prostor je neophodno generisati u softverskom okruženju namenjenom za modelovanje. Potom se hedset oprema povezuje sa računarem i softverom nakon čega korisnik montira hedset i prepušta se imerziji. Važno je ispitati mogućnosti i neintegrisanih hedseta u njihovom trenutnom stanju, zbog toga što se ova tehnologija ne razvija dalje za razliku od integrisane opreme, a sastoji se samo od kacige koja se montira na glavu posmatrača i koja u sebi ima ugrađena sočiva, kao i mobilnog telefona, proizvedenog u poslednjih pet godina, jer u sebi imaju ugrađene senzore koji prate položaj, kretanje i rotiranje, u stvarnom svetu. Interakcija putem ruku odnosno dodira ili drugih upravljača nije moguća.

**1.3 Problem istraživanja**

Problem ovog istraživanja svodi na tome, kako ostvariti što veći stepen imersije, na što jeftiniji brži i jednostavniji način. Činjenica je da je najveća imerzija ostvarljiva sa integrisanom hedset opremom, ali daleko od toga da je ovo najpovoljnije i najbrže rešenje. Dodatno, problem je što ne postoje jasno definisana podešavanja parametara i kamere, kojima je najefikasnije doći do finalnih rezultata.

**1.4 Cilj istraživanja**

Dakle cilj ovog istraživanja je ispitati parametre vezane za kameru i osvetljenje, prilikom kreiranja više različitih enterijerskih 360 render slika, a zatim ih primeniti na računaru, mobilnom uređaju i neintegrisanom VR hedsetu, usled čega će rezultati biti ispitani kako bi se

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Marko Jovanović, docent.

utvrdila relevantnost ove opreme u arhitektonskoj vizualizaciji.

## 2. METODE ISTRAŽIVANJA

Kako bi se generisao konačni rezultat, neophodno je prvo generisati 360 render, čiji je proces sličan kreiranju i bilo koje druge render slike. Generisanje 360 rendera se svodi na modelovanje prostora, modelovanje nameštaja, kreiranje i dodeljivanje materijala, postavljanje izvora svetla, postavljanje kamere, renderovanje i postprodukciju. U ovom istraživanju će se oprema ispitivati na enterijerskim scenama u formatu 360 rendera zbog toga što je ova tehnologija u arhitekturi najzastupljenija upravo na enterijerskim scenama, kako je i ranije pomenuto.

### 2.1 Generisanje enterijera

Postoji više različitih faktora zbog kojih oblik prostorije, arhitektura, pozicija i odabir nameštaja mogu da utiču povoljno ili nepovoljno na željeni rezultat. U ovom istraživanju biće generisana dva različita prostora koja će kasnije biti primenjena na hedset i čiji će rezultati biti analizirani.

Razlog je kako bi se mogao analizirati slučaj u kom je prostor pogodan za 360 rendere i prostor koji nije najpogodniji za 360 rendere. Pogodan prostor podrazumeva bi kupatilo odnosno prostoriju manje kvadrature pravilnog oblika u kom je lako i jednostavno sagledati sve detalje unutar prostorije.



Slika 1. Osnova kupatila

Drugi prostor podrazumeva prostoriju veće kvadrature, koja sadrži dnevni boravak, trpezariju i kuhinju, kao jednu celinu u kom postoji i stub i kuhinjsko ostrvo kao elementi koji zaklanjaju pogled i onemogućavaju pogled ka čitavom prostoru. Kroz ova dva primera biće moguće analizirati da li je svaki enterijerski prostor moguće prikazati virtuelnom realnošću, a da su rezultati zadovoljavajući.

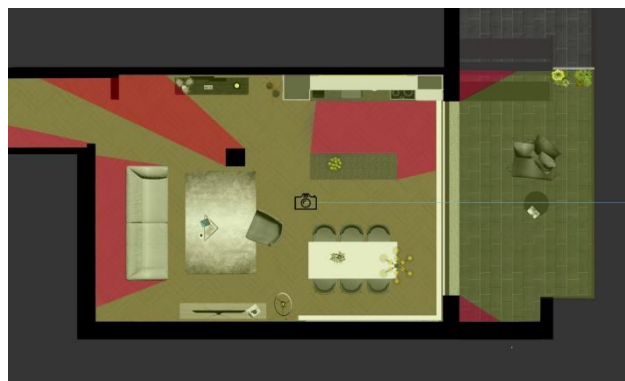


Slika 2. Osnova dnevnog boravka, trpezarije i kuhinje

Nakon određenih i definisanih prostora sledeći korak je da se oni generišu u softveru namenjenom za modelovanje. Tehnika i načina koji se koriste kako bi se jedan prostor izmodelovao ima mnogo i oni zavise od samog arhitekta.

### 2.2 Ispitivanje parametara kamere

Pozicioniranje kamere i njenog vidokruga naziva se kadriranje. Kod kadriranja je veoma bitno napraviti dobru kompoziciju, koja se postiže praćenjem određenih pravila [2]. No kad je reč o 360 renderu kadriranje nije toliko delikatna tema, obzirom da je kadar uvek kompletan vidokrug oko kamere, dok položaj kamere i njena podešavanja sa druge strane igraju vitalnu ulogu prilikom planiranja 360 rendera. Kameru je najefikasnije postaviti u sredini prostorije, ukoliko je to moguće, bez zaklanjanja pogleda, na visini od 170cm od poda, što predstavlja prosečnu ljudsku visinu očiju prilikom stajanja. Ukoliko je visina kamere viša, niža, previše blizu zida, komada nameštaja ili previše udaljena od detalja u posmatranom prostoru, može doći to umanjena imerzije.



Slika 3. Prikaz pozicije kamere u dnevnom boravku (crveni delovi prostorije su zaklonjeni od pogleda)

Nakon što su kamere pozicionirane potrebno je podesiti određene parametre. Postavljene kamere funkcionišu kao i svaka druga kamera prilikom izrade standardnih render slika, dakle za 360 rendere se ne ubacuju specijalno kamere koje renderuju pun vidokrug nego se podešavanjem određenih parametara kamere to podešava. Rezolucija slike, odnosno broj piksela po širini i visini igra bitnu ulogu kako u kvalitetu slike tako i u vremenu potrebnom da se slika izrenderuje. Ukoliko je rezolucija slike manja, ona neće imati dovoljan broj piksela kako bi se prostor mogao sagledati jasno. Visina targeta je takođe važna iz razloga što je neophodno da linija koja vezuje kameru i target bude horizontalna, jer samo ukoliko je ta linija horizontalna sve vertikalne na slici će biti prave i zaista vertikalne.

### 2.3. Priprema 360 rendera

Nakon što su kamere pozicionirane, kao i ključni parametri vezani za kameru testirani i podešeni, ostaje da se u sceni podese ključni parametri vezani za osvetljenje scene. Za osvetljavanje scene korišćeno je Vray sunce kao osnovni izvor svetla. Obe scene osvetljene su na identičan način, odnosno parametri unutar Vray sunca su identični. Proces pripreme za renderovanje podrazumeva prilagođavanje parametara u render podešavanjima. Ključni parametri su: Global Illumination (irradiance

map) i light cache (1200 subdivs). Preostaje još da se slike izrenderuju.



Slika 4. Finalna 360 render slika kupatila



Slika 5. Finalna 360 render slika dnevnog boravka

### 2.3. Priprema 360 rendera

Kako bi 360 renderi mogli biti primenjeni na hedset opremu, neophodno je kao prvi korak slike prebaciti sa računara na mobilni uređaj. Nakon toga preuzeti softversku aplikaciju, koja omogućava očitavanje 360 slika i podešavanje da budu podobne za virtuelnu realnost. Mobilni telefon se tada integriše u hedset, koji se onda postavlja na glavu posmatrača.

Osim toga, preko aplikacije moguće je posmatrati render sliku tako da se prevlačenjem prsta preko displeja slika rotira 360 stepeni i na taj način se posmatrač praktično osvrće u prostoru. Kako bi na računaru učitali 360 sliku na identičan način, takođe je potrebno preuzeti neki softver u kojem je moguće na ovaj način učitati sliku. To je moguće uraditi i sa pristupom internetu, preko online brauzera u koji je moguće učitati sliku i dobiti isti rezultat. Osvrtanje slike na računaru funkcioniše tako što se strelicom miša, umesto prstom, prevlači preko slike kako bi se osvrtili unutar prostora.

## 3. ANKETA

Anketa je naziv za skup postupaka pomoću kojih se prikupljaju i analiziraju izjave i mišljenja ljudi, kako bi se saznali podaci o njihovom ponašanju ili o njihovim stavovima, mišljenjima, preferencijama, interesima i slično, radi statistike kao temelj za bilo koji vid i oblik istraživanja.

### 3.1 Struktura ankete

Ispitanicima pre postavljanja upitnika se prvenstveno moraju prikazati prostori enterijera na tri različita načina i to prikazivanjem na mobilnom uređaju, na računaru i na mobilnom uređaju integrisanom u hedset. Takođe prostor dnevnog boravka prilikom prikazivanja na hedsetu biće posmatračima predstavljen na sedam različitih načina.

Razlog zbog čega se ovaj prostor prikazuje na sledeće načine je kako bi se utvrdilo da je finalna slika za koju se tvrdi da je najbolje rešenje pozicioniranja kamere i njenih podešavanja, zaista najbolje rešenje.

### 3.2 Rezultati ankete

U anketi je učestvovalo ukupno dvadeset tri osobe raznovrsne starosne dobi. Njihovi odgovori na svako pitanje zabeleženi su i ti odgovori su prikazani odnosno izraženi u procentima. Čak 100% ispitanika, odlučilo se za prvi, u sredini prostorije, od sedam različitih postavki kamere. Za najveću imerziju I najintuitivniji uređaj, odabran je hedset.

### 3.3 Analiza rezultata ankete

Broj učesnika u anketi nije izrazito veliki kako bi rezultati bili što precizniji, ali i ovaj broj učesnika je itekako značajan i validan za utemeljivanje određenih zaključaka. Rezultati ličnih pitanja ne utiču značajno na analizu. Oni se nalaze u anketi kako bi se mogle lakše primetiti i uočiti predrasude odnosno pristrasnosti ukoliko one postoje.

U ovom istraživanju takve predrasude nisu uočljive. Gledajući i pol i starosno doba ispitanika i njihove odgovore može se zaključiti da su oni raznovrsni i različiti i ne mogu se generalizovati.

## 4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Konačni rezultati ovog istraživanja podrazumevaju uspešnu realizaciju prikazivanja enterijerskih scena primenom na mobilnim uređajima. Pored ovog načina prikazivanja, radi upoređivanja, scene enterijera su prikazane na računaru i mobilnom uređaju kao 360 render slike. Prikazivanje enterijerskih scena realizovano je na sve navedene načine, samim tim istraživanje je uspešno sprovedeno.

### 4.1 Analiza rezultata

Svaki od tri načina prikazivanja enterijerskih scena je potrebno zasebno analizirati obzirom da je svaki način unikatan i drugačiji od ostalih. Počev od analiziranja rezultata dobijenog prikazivanjem enterijerskih scena putem hedseta i integrisanih mobilnog uređaja. Obe scene testirane na ovaj način prikazivanja ostavile su izuzetno iskustvo i visoki utisak doživljavanja prostora, odnosno imerzije.

### 4.2 Vrednovanje rezultata

Dobijenim rezultatima nesumnjivo je da prikazivanje 360 slike na hedsetu u kom se prostor doživljava kao virtuelna realnost pruža najveći stepen. Preostala dva načina prikazivanja pružaju gotovo identični stepen imerzije što je i potpuno logično obzirom da su to dva gotovo identična načina na koja može da se iskusi prostor prikazana na dva različita uređaja, na računaru i mobilnom uređaju konkretno. Postoje određene prednosti i mane, prednost računara je što ima veći displej odnosno monitor na kom je lakše sagledati veći deo prostora i detalje, dok na mobilnom uređaju postoji prednost mobilnosti, praktičnosti i intuitivnosti. U svakom slučaju opšti utisak je da ova dva načina po pitanju imerzije pružaju gotovo identičan rezultat koji je svakako nižeg stepena od prikazivanja na hedsetu. Drugi kriterijum jesu resursi.

Prikazivanje slika na hedsetu zahteva najviše utrošenih resursa jer je neophodno izdvojiti dodatne materijalne troškove za nabavku hedset opreme kojoj je cena veoma pristupačna, takođe od tri načina potrebno je najviše vremena kako bi se realizovao željeni rezultat. Treći bitan kriterijum jeste anketa, odnosno lični utisak i mišljenje većeg broja ljudi.

Velika većina ispitanika smatra da je hedset najbolji način prikazivanja po pitanju imerzzije i doživljavanja prostora ka okriterijuma. Kada je reč o praktičnosti i intuitivnosti rezultati su nešto neizvesniji, ali i po tom pitanju hedset je na prvom mestu.

## 5. ZAKLJUČAK

Opšti zaključak jeste da je prikazivanje enterijerskih scena na mobilnom uređaju integrisanom u hedset izuzetno dobar način prezentovanja arhitektonske vizualizacije koji uz neznatno više resursa može da pruži daleko više i da za razliku od standardnih render slika i od prikazivanja 360 slika na računaru i mobilnom uređaju na kraju doprinese da potencijalni kupac stana odluči za kupovinu svog novog doma.

## 6. LITERATURA

[1] [https://www.lexico.com/definition/virtual\\_reality](https://www.lexico.com/definition/virtual_reality)

[2] [https://www.nikon.rs/sr\\_RS/learn-and-explore/photography-articles.tag/learn\\_and\\_explore/photography\\_articles/5-easy-composition-guidelines.dcr](https://www.nikon.rs/sr_RS/learn-and-explore/photography-articles.tag/learn_and_explore/photography_articles/5-easy-composition-guidelines.dcr)

### Kratka biografija:



**Nikola Veselinović** rođen je u Šapcu, 1995. god. Osnovne akademske studije završio je 2018. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, na kom brani i master rad 2020. god. iz studijskog programa Digitalne tehnike, dizajn i produkcija u arhitekturi i urbanizmu.

**PRIMENA GRIDŠEL KONSTRUKCIJE NA PROJEKTU BOTANIČKE BAŠTE U NOVOM SADU****THE APPLICATION OF GRIDSHHELL STRUCTURE IN THE PROJECT OF BOTANICAL GARDEN IN NOVI SAD**

Nela Novaković, Bojan Tepavčević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – DIGITALNE TEHNIKE, DIZAJN I PRODUKCIJA U ARHITEKTURI I URBANIZMU**

**Kratak sadržaj** – Tema ovog rada, bavi se mogućnostima primene gridšel konstrukcija pri projektovanju botaničke bašte u Novo Sadu, kao i načina generisanja takvih modela digitalnim tehnikama.

**Ključne reči:** gridšel, botanička bašta

**Abstract** – The topic of this thesis deals with the possibilities of application of gridshell structure in the project of Botanical Garden in Novi Sad, as well as generating that kind of structure using digital techniques.

**Keywords:** gridshell, botanical garden

**1. UVOD**

Povezanost ljudi sa biljnim svetom i čovekova potreba za uzgajanjem i istraživanjem različitih biljnih vrsta datira od davnina. Prostori na kojima se uzgajaju biljke vremenom su se razvijali uporedo sa razvojem mnogih nauka kao što su hortikultura, botanika i ekologija. Jedan od vrsta takvih prostora je i botanička bašta, koja predstavlja spoj arhitekture i uzgajanja biljaka i predmet je ovog rada.

U isto vreme arhitektura našeg doba prolazi kroz revoluciju označenu značajnim naporima koji se čine na polju digitalizacije, novih tehnika građenja i energetske efikasnosti. Materijali, postupci u konstruisanju, tehnologija proizvodnje i pravila koja su vekovima vazila gube svoj značaj i zamenjuju se novim ili se proširuju. Teži se sve više za tim da se smanji količina potrebnog materijala i uštedi na radnoj snazi, kao i u celokupnim troškovima i da se pri tome udovolji zahtevima koji se postavljaju arhitekturi.

Predmet master rada jeste idejno rešenje projekta botaničke bašte u Novom Sadu primenom gridšel konstrukcije, koje ima za cilj integraciju organizacije prostora sa konstruktivnim metodama, upotrebom digitalnog dizajna i simulacija.

**2. ANALIZA TIPOLOGIJE**

Botanička bašta je naučno-istraživačka, nastavna i kulturno-prosvetna ustanova u kojoj se nalaze kolekcije živih biljaka koje reprezentuju raznovrsnost i bogatstvo

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Bojan Tepavčević.**

biljnog sveta. Ova ustanova, kao svoju glavnu namenu ima sakupljanje, uzgoj, očuvanje i izlaganje širokog spektra biljaka obeleženih njihovim botaničkim imenima. U svojoj biljnoj kolekciji može sadržati specijalne vrste biljaka kao što su kaktusi, biljke iz određenih delova sveta itd., s toga često sadrži staklenike i hladnjače sa posebnim kolekcijama poput tropskih biljaka, alpskih biljaka ili drugih egzotičnih biljaka. Uređuje se po fitogeografskom, sistematskom i ekološkom principu. Usluge posetilaca u botaničkoj bašti mogu da uključuju ture, obrazovne izložbe, umetničke izložbe, prostorije za knjige, pozorišne i muzičke predstave na otvorenom i drugu zabavu.

Studijom slučaja nekih primera slične tipologije (Botanička bašta Jevremovac, Eden Project, Gardens by the Bay, Nacionalni ekološki institut u Južnoj Koreji) došlo se do zaključka da ova tipologija polako menja način percepcije, organizovanja prostora i svoju ulogu u društvu. Samim tim, može se zaključiti da botaničke bašte mogu igrati glavnu ulogu u ponovnom povezivanju posetilaca i drugih učesnika sa biodiverzitetom kroz razne programe i istraživanja. Da bi postali relevantni u našem sadašnjem društvu, botanički vrtovi bi trebalo da evoluiraju od tradicionalnih modela istraživanja i hortikultura, kao i percepcije ovakvih institucija kao socijalno elitnih. Ovaj razvoj moguć je usvajanjem raznovrsnih programa kojim bi se proširio sadržaj i kroz pristupačnost i povezanost sa društvenom zajednicom. Ključne kategorije programa u botaničkim vrtovima jesu dodatni sadržaji kao što su javna rekreacija, hortikultura, istraživanje bilja i obrazovanje. Na ovaj način program ovakvih kompleksa bi bio atraktivniji i adekvatniji današnjem društvu.

Istovremeno, nove tehnike građenja i novi materijali mogu znatno doprineti ekonomičnosti i energetske efikasnosti objekta, ali i u varijacijama arhitektonskih formi koje razvojem ove tipologije sve više poprimaju organski, nepravilan oblik.

**3. ANALIZA KONSTRUKCIJE**

Razvoj prostornih konstrukcija, zasniva se na dve osnovne ideje:

- veza između oblika i moći nošenja, koja je presudna za izbor pogodnog materijala i njegovu količinu, kao i udeo troškova za materijal u ukupnim troškovima
- veza između troškova i tehnologije, koja se ispoljava u radu potrebnom da se utroši za izvedbu, u sredstvima za rad i u troškovima koji iz toga slede.

U prostorne konstrukcije spadaju ljuske, šatorske konstrukcije, pneumatske konstrukcije i druge. Jedan od

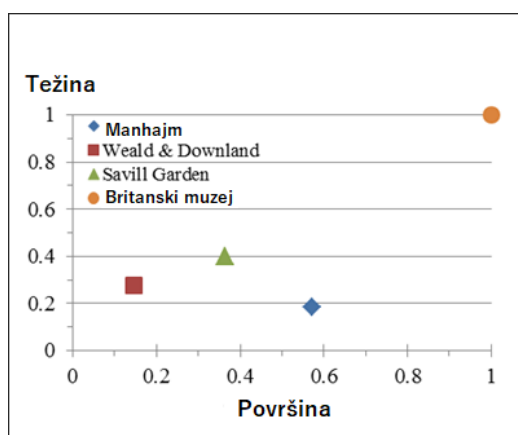
tipova prostornih konstrukcija jesu i gridšel konstrukcije, koje su tema ovog rada.

Evolucija gridšel konstrukcija ima paralelan razvoj sa razvojem tehnologije. Sem estetike, ova konstrukcija pravi blisku vezu između arhitekture, građevinarstva/statike i zanatlija/digitalne fabrikacije, preklapanjem projektovanja oblika i konstrukcije objekta i mogućnosti za njegovo izvođenje. Savremena gridšel konstrukcija predstavlja razvoj tehnologije, digitalnih metoda „nalaženja forme“ i tehnika digitalne fabrikacije u arhitekturi i građevinarstvu.

Prema definiciji, gridšel (od engleske reči gridshell) konstrukcija je prostorna konstrukcija sačinjena od štapova u dva pravca koji su međusobno upravni. Štapovi formiraju planarnu mrežu sa pravougaonom ili romboidnom podelom željene proizvoljne forme i podjednakim rastojanjem između tački spajanja, odnosno preklapanja.

Poređenjem primera gridšela (Gridšel u Manhajmu, Gridšel konstrukcija krova Britanskog muzeja, Weald & Downland gridšel, Savill Garden gridšel) u studiji slučaja može se dobiti dijagram odnosa težine i pokrivena površine. Kao najveća vrednost težine i pokrivena površina uzeta je težina i površina gridšela britanskog muzeja i u odnosu na te vrednosti dato je poređenje sa ostalim gridšel konstrukcijama.

Ovaj dijagram pokazuje da su drvene gridšel konstrukcije vrlo efikasan način za premošćavanje velikih raspona i u poređenju sa čeličnim rešetkama. Samim tim, iz dijagrama možemo videti da težina i pokrivena površina Savill Garden gridšela čini oko 40% od mase i površine Britanskog muzeja. Isto tako, gridšel u Manhajmu teži samo 20% ukupna težine gridšela Britanskog muzeja, dok pokriva 60% površine gridšela Britanskog muzeja.



Slika 1. Dijagram odnosa težine i pokrivena površine analiziranih gridšel konstrukcija [2]

Osim činjenice da je ovaj tip konstrukcije samonosiv i da ima znatne prednosti u pogledu ekonomičnosti i smanjena težine konstrukcije, znatne prednosti ovakvog tipa gradnje su i u širokim mogućnostima njegove primene.

Takođe, organski oblici i nepravilne jedinstvene forme koje se mogu dobiti upotrebom gridšela daju autentičnost arhitektonskom izrazu objekata kod kojih je primenjen ovaj tip konstruktivnog sistema.

### 3. PROJEKAT BOTANIČKE BAŠTE U NOVOM SADU

#### 3.1. Lokacija

Kao najadekvatnija lokacija za projekat Botaničke bašte odabran je rukavac Dunava u južnom delu grada, na levoj obali Dunava, koji se zove Kamenička ada. Priobalje i klimatske karakteristike područja i sve veća usmerenost stanovništva ka reci, realna su pretpostavka da Dunav, kao prirodni potencijal trenutno, i u perspektivi, može da bude prostor namenjen turizmu, sportu i rekreaciji stanovništva grada i šire.

Prilikom odabira lokacije uzete su u obzir različite analize gradskog područja u odnosu na planiranu parcelu Botaničke bašte (istorijska analiza, ekološka analiza, analiza vizura i analiza povezanosti).

U skladu sa urbanističkim planom za Kameničku adu, kao adekvatna lokacija odabran je deo parka, odnosno ostrvo u sklopu parka, odvojeno kanalom i smešteno na zapadnom delu ade. Inkorporiran unutar parka, kompleks botaničke bašte svojim nepravilnim oblicima ne narušava izgled sredine, već postaje njegov sasatavni deo.



Slika 2. Plan detaljne regulacije Kameničke ade [2]

#### 3.2. Koncept

Koncept objekata Botaničke bašte proizilazi iz same lokacije i prirodnog okruženja. Polazna karakteristika u formiranju oblika jeste fluidnost prostora i neprekinuto kretanje unutar kompleksa koje je postignuto organskim formama, kao i prožimanje arhitekture sa spoljašnjim prostorom bašte. Inspiracija za oblikovanje su organske forme nastale usled povlačenja vode na peskovitom terenu (slika 37.). Na taj način nastojano je da se očuva „duh mesta“, odnosno da se amorfne organske formama sačuva percepcija pejzaža sadašnjeg močvarnog područja na kom je planiran kompleks. Pored toga, objekti su planirani uzimajući u obzir i okolne sadržaje i generalni urbanistički plan ovog dela grada.



Slika 3. Forme nastale usled povlačenja vode [3]

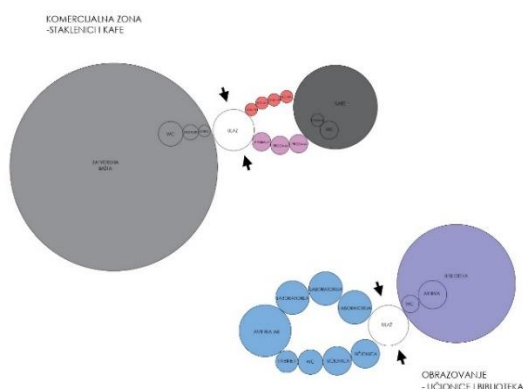
### 3.3. Funkcionalna organizacija objekta

Projekat botaničke bašte podeljen je u osnovi na dve celine, a svaka od ove dve celine ima dodatno je izdeljna u odnosu na njenu namenu. Podela je postignuta otvorenim petprostorom sa nadstrešnicom iz koga se pristupa objektima.

Veći objekat, sa pretežno komercijalnom namenom, u svom južnom delu sadrži pretprostor sa garderobom, prostorije za presvlačenje zaposlenih, sanitarni čvor i prostor zatvorene bašte u kome se mogu nalaziti manji staklenici. Severni deo većeg objekta je zamišljen kao prostor u kom se nalazi administracija, kafe i suvenirnica.

U manji objekat, namenjen obrazovanju smeštene su biblioteka sa arhivom i toaletom sa jedne strane i učionice, laboratorije, kancelarije za profesore, amfiteatar i kopirnica sa druge strane objekta.

Prilikom organizacije prostora nastojano je da se prostor prilagodi budućim korisnicima i da odgovori zahtevima savremenih objekata ove tipologije.



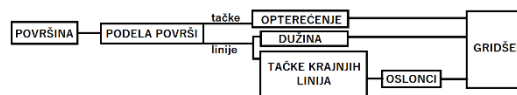
Slika 4. Dijagram namene

### 3.4. Konstrukcija

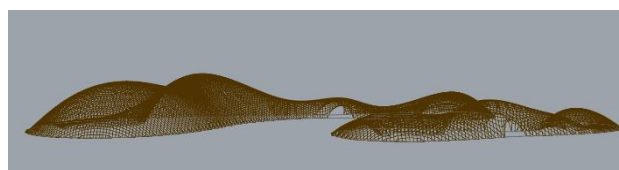
Osnova objekata formirana je u skladu sa veličinama prostorija i prostornom organizacijom funkcionalne šeme objekata. Unutrašnji prostori formirani su shodno konstrukciji. Prilikom oblikovanja objekata i raspoređivanja prostorija vodilo se računa o odnosu raspona u osnovi i spratne visine. Formiranjem atrijumskih prostora nastojano je da se smanji spratna visina prostorija koje zahtevaju nižu spratnost i ujedno ostvari prožetost unutrašnjeg i spoljnog prostora.

Oblik konstrukcije dobijen je digitalnim alatima u Grasshopper i Rhinoceros softverima i upotrebom algoritama za „nalaženja forme”. Na taj način dobijena je optimalna forma koja odgovara početnom konceptu stvaranja organske arhitektonske forme.

Forma je dobijena tako što je prvo definisana površina koju je potrebno premostiti, odnosno natkriti. Ova površina izdeljena je kvadratnom podelom, a kao rezultat podele dobijene su tačke i linije koje definišu mrežu. Na izdeljenu površinu (po principu sistema čestica i opruga), nakon toga, primenjeno je gravitaciono opterećenje. Tačke predstavljaju mesta delovanja sila, a linije dužinu elastičnih opruga između njih. Kao tačke oslonca definisane su tačke obodnih linija željene forme. Ova tri krajnja parametra definišu izgled gridšela konstrukcije.



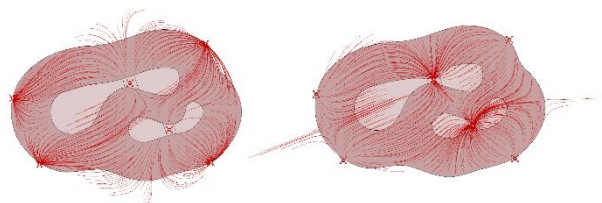
Slika 5. Šematski prikaz algoritma



Slika 6. 3d model konstrukcije

### 3.5. Pejzažno uređenje

Stvaranje kontinualnog prostora sa neprekinutim putanjama kretanja, princip je koji je zadržan i u enterijeru i u eksterijeru objekta i koji doprinosi jedinstvenosti i uniformnosti celog projekta. Međutim, kod formiranja eksterijera nije korišten geometrijski početni koncept, već apstraktna pojava vektora kretanja i linija elektromagnetnog polja između naelektrisanih tačaka. U slučaju projekta botaničke bašte tačke predstavljaju pozicije ulaza u objekte prema kojima posetioci gravitiraju, kao i pešačke pristupe parceli kompleksa, a linije koje ih povezuju služe za generisanje pravaca kretanja i usmeravanje posetioca ka objektima. Ovim je postignuta interakcija okoline sa samim objektima, a kretanje kao osnovni generator prostora postalo integralni deo celog projekta povezujući sve prostorne celine. Pomoću alata u Grasshopper-u koji koristi znanja iz fizike i elektrostatičke definiše se elektromagnetno polje koje kao ulazne parametre koristi granice polja i tačke kojima se dodeljuje vrednost naelektrisanja.



Slika 7. Varijacije linija polja u slučaju jednakog naelektrisanja tačaka na parceli i izvan nje

### 3.6. Materijalizacija

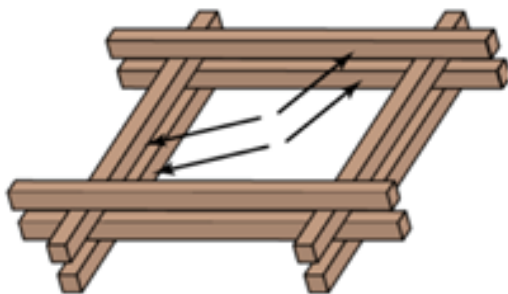
Projektom je predviđeno da gridšela konstrukcija bude dvoslojna, izrađena od drveta, sa dimenzijama poprečnog preseka letvi 8x5 cm.

Od svih materijala drvo najbolje udovoljava zahtevima koji se od materijala traže kada se koriste kao prostorne konstrukcije: mala spostvena težina, zatezna i pritiska čvrstoća baš potrebnom reda veličine, dobra toplotno-izolaciona svojstva, laka obradivost uz pogodnost za mehanizovanu izradu, mogućnost primene najjednostavnijih konstruktivnih spojeva.

Upotreba dvoslojnog sistema, sa četiri niza nosača raspoređenih u dva pravca (slika 2.1), omogućuje postizanje većih zakrivljenosti, a samim tim daje veću slobodu arhitektonskih izraza. Da bi se obezbedila unutrašnja čvrstoća na smicanje i krutost, konstrukcija mora biti dodatno učvršćena dijagonalnim vezama.

Upotreba dvoslojnog sistema, sa četiri niza nosača raspoređenih u dva pravca (slika 2.1), omogućuje postizanje većih zakrivljenosti, a samim tim daje veću slobodu arhitektonskih izraza. Da bi se obezbedila unutrašnja čvrstoća na smicanje i krutost, konstrukcija mora biti dodatno učvršćena dijagonalnim vezama.

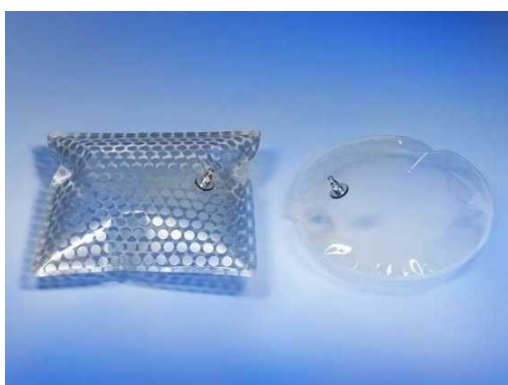
Na čvorovima koriste čelične ploče između slojeva sa 4 vijka koji povezuju ploče bez probijanja letvi.



Slika 8. Dodatni element koji umanjuje sejstvo horizontalnih sila [4]

Konstrukcija je obložena ETFE folijom. ETFE (etilen-tetrafluoroetilenski kopolimer) je derivat plastike koji se često koristi kao građevinski materijal u obliku ETFE membrana. Materijal se odlikuje velikom propusnošću svetlosti i UV zraka, otpornošću na temperaturu i vrlo malom težinom. ETFE folija je otporna na požar i ima tačku topljenja od 270° C.

Ovo, zajedno sa kvalitetom samočišćenja materijala, osigurava da se ETFE membrane mogu primeniti na različitim vrstama objekata. Funkciju samočišćenja pruža efekat lotosa: posebna površinska struktura osigurava da su vetar i kiša dovoljni za uklanjanje nečistoće sa površine ETFE. Pored toga, membrana se u potpunosti može reciklirati i dostupna je u više boja. Obzirom na malu težinu drvene lamelirane konstrukcije Botaničke bašte, oblaganje fasade ovim materijalom ima prednosti iz aspekata energetske efikasnosti, ekonomičnosti i održavanja objekata.



Slika 9. Uzorci ETFE membrane [5]

Unutrašnji pregradni zidovi nepravilnih oblika su debljine 25 cm od opeke. Izuzetak su zidovi u toaletima koji su ravni i imaju debljinu 10 cm. Određene podele prostora su izvršene i polutransparentnim staklenim panelima (DORMA HSW).

## 4. ZAKLJUČAK

Arhitektura u službi organizovanja i dizajniranja prostora ima za obavezu da prati sve potrebe društva koje se nameću i menjaju tokom vremena. Svaki projektantski problem počinje sa težnjom ka uklapanju forme i njenog konteksta. Pored toga, konstrukcija je glavni faktor koji definiše oblik arhitektonskog dizajna. Povezivanje funkcije, forme i konstrukcije, materijalizacije i njihova neraskidiva veza bi trebalo da postanu suštinski odnosi koje treba analizirati u svakom segmentu projektovanja.

U okviru ovog master rada istraženi su različiti principi i načini primene digitalnog dizajna u arhitekturi, kao i različiti pristupi metodama "nalaženja forme", kako bi se odredio optimalan oblik gridšela konstrukcije. Za projekat Botaničke bašte u Novom Sadu analizirani su digitalni alati kojima se mogu dobiti različite forme samonosive strukture gridšela. Uvođenje prirodnih faktora i njihov uticaj na objekat, kao i obrnuti uticaj i interakcija objekta sa svojim okruženjem predstavljaju jedan od polaznih koncepta i uslova pri generisanju forme u ovom projektu.

Za razliku od tradicionalnog pristupa ispitivanja forme gridšela konstrukcija, novi pristup upotrebom softvera znatno ubrzava proces i pruža različite mogućnosti za optimizaciju dobijene forme. Ujedno, digitalni dizajnom se povezuje više činilaca koji se analiziraju istovremeno (forma, funkcija, performanse), a ne kao pojedinačni entiteti. Ovim se postiže ne samo energetska i ekonomska efikasnost objekata, već bi se i omogućilo kreiranje novih, kompleksnih formi kao odgovor na lokaciju, prirodni kontekst i potrebe ljudi.

## 5. LITERATURA

- [1] [https://www.academia.edu/8615523/Timber\\_-\\_Gridshells\\_Design\\_methods\\_and\\_their\\_application\\_to\\_a\\_temporary\\_pavilion](https://www.academia.edu/8615523/Timber_-_Gridshells_Design_methods_and_their_application_to_a_temporary_pavilion) (pristupljeno u oktobru 2020.)
- [2] <http://www.nsurbanizam.rs/pdr> (pristupljeno u oktobru 2020.)
- [3] <https://1450v.alamy.com/450v/2bmd5k7/white-shell-on-sand-2bmd5k7.jpg> (pristupljeno u oktobru 2020.)
- [4] [https://www.academia.edu/8615523/Timber\\_-\\_Gridshells\\_Design\\_methods\\_and\\_their\\_application\\_to\\_a\\_temporary\\_pavilion](https://www.academia.edu/8615523/Timber_-_Gridshells_Design_methods_and_their_application_to_a_temporary_pavilion) (pristupljeno u oktobru 2020.)
- [5] <https://i.pinimg.com/564x/3b/5d/20/3b5d208e965ed4514b7863db18044edd.jpg> (pristupljeno u oktobru 2020.)

### Kratka biografija:



**Nela Novaković** rođena je u Zenici 1993. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Digitalne tehnike, dizajn i produkcija u arhitekturi i urbanizmu – Primena gridšela konstrukcije na projektu botaničke bašte u Novom Sadu odbranila je 2020.god.  
kontakt: nelanovakovic7@gmail.com



**Bojan Tepavčević** rođen je u Novom Sadu 1979. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2010. god., a od 2016. je zvanju vanredni profesor. Oblast interesovanja su digitalni dizajn.

**ОБЈЕКАТ МЈЕШОВИТЕ НАМЈЕНЕ – НАДОГРАДЊА РОБНЕ КУЋЕ "НОРК" У НОВОМ САДУ****MIXED-USE BUILDING – ROOFTOP EXTENSION IN NOVI SAD**Јована Јанковић, *Факултет техничких наука, Нови Сад***Област – АРХИТЕКТУРА**

**Kratak sadržaj** – Пројекат објекта мјешовите намјене као надоградње робне куће "Норк" у Новом Саду настаје у циљу да се постојећем објекату и главној намјене које се налази у њему кроз надоградњу једне нове етаже и нових намајена које ће се у њој налазити добије један нови дух и нова функција објекта за будуће кориснике.

**Кључне речи:** *Надоградња, мјешовита намјена*

**Abstract** – *Mixed-use Building - Rooftop Extension in Novi Sad is project that will help this building to get a new function with some new uses. New uses will give new life to this place in the center of Novi Sad.*

**Keywords:** *Mixed-use building, rooftop extension*

**1. УВОД**

Кроз анализу намјена коју неки простор може имати један веома занимљив концепт намјене неког простора јесте мјешовита намјена простора (*eng. mixed use*). Она подразумева комбинацију три или више различитих намјена у оквиру једне структуре као што је стамбена, хотелска, малопродајна, паркинг, превоз, култура и забава. Док са друге стране, размишљајући како то све да урадим у оквиру једног објекта долазим до идеје о надоградњи неког постојећег. Надоградња објекта је врста реконструкције објекта при којој долази до доградње објекта, то јесте до изградње новог простора над постојећим објектом са којим чини функционалну или конструктивну цјелину.

Анализирајући који би објекат у Новом Саду могао да одговори на ту тему, одлучујем се за објекат робне куће "Норк" или ти данас под називом "New Nork", који је смјештен у самом центру Новог Сада. Планирана надоградња јесте замишљена на дјелу гдје је тренутно смјештен кинески ресторан у самом објекту. Увођење нових намјена у односу на постојеће пружиће један нови дух објекту.

**2. МЈЕШОВИТА НАМЈЕНА**

Намјена неког простора је од изузетног значаја за корисника, јер она одеђује на који начин ће неки простор бити коришћен.

**НАПОМЕНА:**

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је била др Ивана Мишкељин.

Мјешовита намјена подразумева се комбинацију три или више различитих намјена у једну структуру као што су стамбена, хотелска, малопродајна, паркинг, превоз, култура и забава [1]. Без обзира која се комбинација изабере, она доприноси томе да се на једној малој површини или у оквиру једне зграде нађе више намјена.

**2.1. Облици мјешовите намјене**

Зграда са мјешовитом наменом има за циљ да комбинује три или више намјена у једну структуру као што је већ напоменуто. Два најчешћа облика мјешовите употребе су:

- Вертикала – као нпр. једна вишеспратна зграда, типична комбинација јесте да се смјештају станови на горње нивое, а малопродају или канцеларије на ниво улице. Подрум служи за паркинг и / или приступ подземном јавном превозу.
- Хоризонтално - распрострањеност на неколико зграда, попут градског блока или око отвореног простора или дворишта, ове појединачне зграде служе за једну или двије специфичне намјене, истовремено стварајући микрокосмос у сусједству.
- Трећи облик можемо навести као комбинацију вертикалног и хоризонталног мјешања намјена.

**3. НАДОГРАДЊА У АРХИТЕКТУРИ**

Надоградња објекта је врста реконструкције објекта при којој долази до доградње објекта, то јесте до изградње новог простора над постојећим објектом са којим чини функционалну или конструктивну цјелину.

За правилну и успјешну надоградњу треба да се поштују неки од следећих принципа:

- надоградња објекта не смије ни на који начин да угрожава сусједне објекте и постојећу инфраструктуру;
- надоградња објекта не смије погоршати употребљивост појединих дијелова објекта за сврхе којима служе и друге услове коришћења објекта;
- надоградња објекта не смије смањити сеизмичку отпорност објекта;
- елементи конструкције, разматрајући их глобално и локално, по довршеној надоградњи треба да испуњавају и захтјеве носивости, стабилности и употребљивости [2].

Утврђивање да ли су ти принципи испоштовани спроводи се анализом карактеристика објекта за надоградњу, а то су:

- анализа локације;
- анализом регуларности основе објекта;
- анализом регуларности вертикалне диспозиције;
- анализом величине и распореда маса;
- анализом дисконтинуитета крутости објекта;
- анализом конструктивног сиситема.

#### 4. ОБЈЕКАТ РОБНЕ КУЋЕ "НОРК" У НОВОМ САДУ

Објекат робне куће "Норк" или ти данас "Њу Норк" под којим се називом објекат од 2007. води, налази се на углу Булеvara Михајла Пупина и Јеврејске улице у самом центру Новог Сада.

Робна кућа "Норк" почела је са градњом 1971. године, а објекат је завршен 28. јуна 1972. године. Назив робне куће "Норк" потиче од скраћенице Новосадска робна кућа. У вријеме када је отворена била је пандан робној кући "Београд", која је у то вријеме била једна од већих робних кућа и налазила се готово у сваком већем граду у држави [3].



Слика 1. Објекат робне куће "Норк" у Новом Саду

„Норк“ се простире на 5.700 квадратних метара, који су обухватили сутерен, приземље и три спрата. 2007. долази до приватизације робне куће "Норк" којег је купила компанија Александар градња и тада робна кућа мијења име у "New Nork" ("Њу Норк").

Данас се у оквиру објекта полслује кинеска робна *La Sorella*, *Rainbow* играоница за дјецу, *New Hong Kong* кинески ресторан, *DM* продавница, *Idea* маркет, *Big Blue* туристичка агенција, *Mana Moda*, као и *Aik* банка.

#### 5. КОНЦЕПТ

Након свих анализа које су урађене за тему овог рада и постављања неких теоријских основа приликом осмишљања самог концепта овог објекта један од водоћних идеја јесте да се самом објекту да један нови живот и да се на што бољи начин побољша његова функционалност. Сагледавајући постојеће намјене у самом објекту и идеју о *mixed use* (енг. *мјешовита намјена*) згради долазим до идеје о намјена које би могле да се нађу у будућој надоградњи. На основу тога намјене које би оставиле идеју о новом животу објекта јесу: парк на самом врху зграде који унутар себе садржи и угоститељски дио, затим *co-working* простор са библиотеком и *wellness* и *sra* дио. Свака од ових

намјена је различита и чини један велики изазов за уклапање у један јединствен простор који ће одговарати потребама корисника.

#### 6. ПРИЈЕДЛОГ РЈЕШЕЊА

Будући да смо кроз анализу локације видјели да се објекат налази на једној бучној раскрсници, како бисмо то рјешили идеја је да се парк и угоститељски дио – *кафе парк* нађе на једној великој тераси која ће смањити доток буке на етажу, а истовремено ће допринијети и идеји да се надоградњом не наруши изглед постојећег објекта. Затим, простор *co-working*-а са библиотеком се надовезује на парк и пружа корисницима *co-working* простора један умирујући поглед приликом боравка и рада у самом простору. На дио са *co-working*-ом и библиотеком надовезује се *wellness* центар, а како би сви ови саджаји чинили једну заједничку цјелину, њихови главни улази су повезани једним великим ходником који представља једну комуникациону зону која их дијели и повезује у један јединствен простор.

##### 6.1. Улазни хол

Како је овај пројекат осмишљен као надоградња већ постојећег објекта оно што је одлучено да се задржи и код овог објекта јесте вертикална комуникација која се користи у цијелом објекту. Па се тако за долазак у овај објекат мјешовите намјене користе већ постојеће степенице и лифт који су још додатно само надограђени са потребе ове спратне висине.

Долазком на ову етажу пружа се један велики ходник који се састоји од улаза у све зоне – цјелине које заједно чине овај микс.

Санитарни чвор који је намјењен кафе парку и *co-working* простору се такође налази у овом дијелу, као и неке просторије оставе.

##### 6.2. Кафе парк

На великој тераси која се налази на испред ново-пројектоване надоградње смјештен је велики парк са зеленилом и угоститељским дијелом. Кафе парк је осмишљен као један простор за релаксацију како посјетилаца кафе, тако и за кориснике *co-working* простора.



Слика 2. Просторни приказ кафе парка

„Шума“ која се налази на самој тераси пружа један смирујући поглед за кориснике који овдје проводе своје вријеме, а истовремено их потпуно излоује од

буке која се дешава на цести само неколико метара од њих у самом центру града.

Како се ради о угоститељском дијелу објекта унутар самог кафе је испројектована и мања кафе кухиња која ће обезбиједити оно што је неопходно за добро функционисање једног угоститељског објекта.

### 6.3. Co-working са библиотеком

Co-working је окарактерисан као радна заједница различитих предузетника и области у оквиру једног објекта.



Слика 3. Просторни приказ co-working

Унутар самог простора корисницима је на услузи све оно што им је неопходно за рад, као што је: ормарићи за одлагање личних ствари, Wi-Fi, штампачи, радни столови, сале са састанке, а оно што је у оквиру овог пројекта осмишљено јесте да се у сам co-working простор имплементира и библиотека која ће бити омогућена за кориштење свим посјетиоцима.

### 6.4. Wellness centar и spa дио

Wellness centar као програмски садржај неког објекта може се смјестити у већ играћену структуру и њој се прилагодити или се пројектовати као један нови и засебан објекат. У зависности од капацитета неког простора, не морају сви центри обухватати исте садржаје, али оно што свакако сваки центар има јесу: wellness и spa дио, просторије за запослене и и пртеће просторије.



Слика 3. – Просторни приказ wellness centra

У оквиру овог wellness центра налазиће се просторије са масажу, затим финска сауна, парна соба, а као spa дио центар ће садржати и два базена, једна мањи и

један већи са простором за релаксацију. На етажи испод унутар постојећег објекта "Норк" биће организован и технички дио етажe који ће омогућити приступ за потребе поправке базена.

На самом улазу у центар налази се рецепција са лаунцом за посјетиоце. За потребе радника пројектована је свлачионица са мањом чајном кухињом, као и канцеларија за администрацију, а такође се у оквиру центра налази и вешерница са свим неопходним садржајем за потребе корисника.

Док за кориснике су пројектоване двије свлачионице које унутар себе имају и тушеве и тоаелете, али и све друге просторије у којима су смјештени неки од садржаја имају тушеве за кориснике.

## 7. КОНСТРУКЦИЈА

Будући да је објекат робне куће "Норк" рађен у мјешовитом конструктивном систему, тај систем је и код надоградње преузет, али се у пројекту надоградње користе челични стубови, у односу на робну кућу.

Овакав систем је одабран, јер се на тај начин не нарушава постојећи конструктивни систем, а и сама надоградња је лакша и омогућава веће просторе употребом челичних стубова.

## 8. МАТЕРИЈАЛИЗАЦИЈА

Материјали су један јако важан сегмент сваког пројекта и дају једна завршни печат цијелом пројекту.

Како већ постојећи објекат робне куће "Норк" има вентилисану алу фасаду, идеја је да се нови објекат не ради у том смјеру, већ ће представљати један контраст у односу на постојећи објекат. Идеја је да се на новом објекту користи травертин као фасадна облога.

Док унутар ентеријера, неки од доминатних материјала ће бити дрво, као и камен како би се остварила синергија ентеријера и екстеријера.



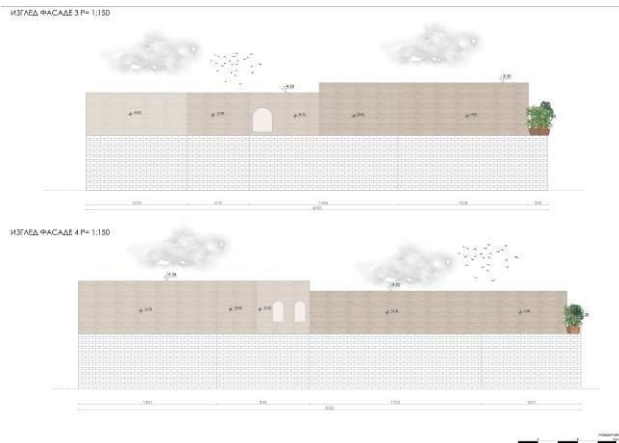
Слика 4. Изгледи фасаде надоградње

С друге стране, употреба зеленила у простору ће дати један посебан дух мјеста и једне опуштајуће оазе за кориснике у свим дијеловима објекта.

Подно облоге у свим просторијама ће бити прилагођене потребама корисника, па тако у оквиру wellness центра техничке просторије – свлачионице, ходници ће имати кермаичке плочице, као и сви санитарни чворови, кухиње и оставе, док за со-

working простор, библиотеку, рецепцију wellness центра употребљене ће бити камене обраде подова – мермер. Док у кафе парку ће бити употребљене дрвене облоге у виду ткз. дрвеног декинга. Зидне облоге у ентеријеру такође ће се усмјерити на кориштење сличних или истих материјала како би се створила једна јединствена цјелина.

Зеленило у самом објекту је један важан сегмент који ће се такође наћи и на самом крову, као што је напоменуто приликом излагања теријских основа рада и чини свакако један важан дио овог пројекта.



Слика 5. Изгледи фасаде надоградње

## 9. ЗАКЉУЧАК

Кроз анализу објеката мјешовите намјене, као и објекта надоградње видјела сам које су њихове и предности и мане. Одабиром намјена које желим да уклопим у оквиру једног објекта кроз пројекат надоградње, срела сам се са различитим изазовима и јако сложеним процесима које је неопходно рјешити како би пројекат био успјешно завршен.

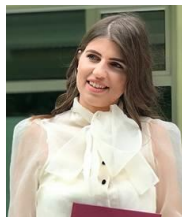
Свака од намјена даје нешто посебно самом објекту и на тај начин може да допринесе да објекат робне куће "Норк" поред своје трговинске функције добије и једну нову функцију која би оживјела овај простор и дала јој један нови смисао.

Овај објекат мјешовите намјене као надоградња робне куће "Норк" могао би представљати једну нову оазу мира у самом центру града Новог Сада.

## 10. ЛИТЕРАТУРА

- [1] <https://www.urban-hub.com/buildings/mixed-use-buildings-for-diversified-sustainable-sites/> (приступљено у септембру 2020. године)
- [2] проф. др Р. Салатић, проф. др Р. Мандић, Марко Маринковић: *"Методологија пројектовања надоградње зиданих објеката"*
- [3] <https://www.dnevnik.rs/novi-sad/varoski-spomenar-robne-kuce-%E2%80%9Enork%E2%80%9D-i-%E2%80%9Estoteks%E2%80%9D> (приступљено у октобру 2020. године)

### Кратка биографија:



**Јована Јанковић** рођена је у Брчком 1997. год. Основне студије на Факултету техничких наука из области Архитектура и урбанизам завршила је 2019. године. Мастер рад из области Архитектура на тему Објекат мјешовите намјене – надоградња робне куће "Норк" у Новом Саду одбранила је 2020. године.

контакт:  
jovanajankovic471@gmail.com

**SPOLJNO UREĐENJE UNUTARBLOKOVSKIH PROSTORA U OKVIRU DVA BLOKA  
OPŠTINE VRAČAR****EXTERIOR - LANDSCAPE ARRANGEMENT OF INTER-BLOCK SPACES WITHIN  
THE TWO BLOCKS OF THE MUNICIPALITY OF VRAČAR**

Višnja Damnjanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – ARHITEKTURA I URBANIZAM**

**Kratak sadržaj** – *Konstantna urbanizacija dovela je do sve većeg nedostatka zelenila u gradovima i pogoršanja ekoloških problema. Stvaranje prirodnog okruženja u gusto izgrađenim gradskim sredinama postalo je potreba. Ovaj rad se bavi analizom problema nastalih usled nedostatka pejzažno uređenih urbanih prostora, kao i prednostima istih. Komparativnom metodom su analizirani primeri dobre prakse širom sveta, a mogućnost primene pejzažnih rešenja u već izgrađenim gradskim strukturama prikazana je u dva gradska bloka opštine Vračar.*

**Ključne reči:** *održivost, ekološka svest, zeleni gradovi, unutarblokovski prostori.*

**Abstract** – *Continuous urbanization has led to a growing shortage of greenery in cities and worsening environmental problems. Creating natural environment spaces in densely built-up urban areas has become a necessity. This paper analyzes problems resulting from the lack of landscape structures in densely populated city cores. The advantages and benefits of creating these structures are discussed as well. Solutions and the good practice examples from around the world are analysed using a comparative method. Possibility of applying these structures to an already built urban ambient, two city blocks of the municipality Vračar in Belgrade, is presented.*

**Keywords:** *sustainability, ecological sense, green cities, inter-block spaces.*

**1. UVOD**

Samo 13% svetskog stanovništvo je 1900. godine živelo u gradovima, 1950. već 29%, dok je do 2008. godine taj broj porastao na 50%. Proces migracija iz sela u gradove u Srbiji počinje između dva svetska rata, kada se u novoformiranoj zajednici pokreće privredni i kulturni preporod.

Migracija dostiže vrhunac nakon Drugog svetskog rata, kada gradovi preuzimaju ulogu ekonomskog, privrednog, kulturnog i obrazovnog centra.

Tako nagla urbanizacija, potpomognuta nekada nepoštovanjem osnovnih pravila planiranja i u poslednjim decenijama divljom gradnjom, dovela je do toga da je narušena ravnoteža prirodnih elemenata u gradskoj sredini.

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Mirjana Sekulić, vanr.prof.**

Zauzetost parcela veoma je visoka, gustina izgrađenosti u centralnim gradskim opštinama je velika, a izgrađene parkovske površine i drvoredi duž pojedinih ulica su jedini izvor zelenila.

Kao posledica svega prethodno navedenog, pejzažno urbane strukture su svedene na minimum, pogotovo u užim gradskim jezgrima, o njima niko ne brine, postaju deponije za odlaganje kabastog otpada ili asfaltirani parking prostori.

Pejzažne strukture u urbanim prostorima jesu i treba da predstavljaju važan segment grada, posebno ako uzmemo u obzir da gradovi doprinose klimatskim promenama u svetu, ali su i najpodložniji njihovim negativnim uticajima. Odgovornim pristupom problemu, dugoročnim planiranjem i pametnom gradnjom možemo se potruditi da maksimalno umanjimo te uticaje i očuvamo životnu sredinu [1].

Urbane zelene površine poboljšavaju kvalitet života korisnika, vizuelni karakter samih gradova i daju vrednost ambijentalnoj celini koju formiraju sa drugim činiocima urbanog okruženja. Predstavljaju prostor za rekreaciju, relaksaciju i štite od negativnih uticaja života u gradu. Pored toga što utiču na regulaciju temperature vazduha, pritisak i vazдушna strujanja, povećavaju vlažnost vazduha i štite od prekomernog osunčavanja. Značajno doprinose i smanjenju nivoa komunalne buke, sprečavaju eroziju zemljišta i generalno poboljšavaju klimatske uslove u urbanoj sredini.

Usklađivanje zakona sa tekućim klimatskim promenama i tendencijama u arhitekturi i urbanizmu dodatno bi osigurali da gradovi, zajedno sa svojim stanovnicima, ne postanu žrtve nekontrolisane i nepromišljene izgradnje. Odnos prema okruženju i ekološka svest građana su tačke na kojima bi se mogla uspostaviti buduća platforma o očuvanju i unapređenju javnih zelenih prostora u urbanim gradskim sredinama.

**2. UNUTARBLOKOVSKO ZELENILLO**

Stambeni blok je definisan kao jedinstvena celina izgrađenog i otvorenog prostora [2]. Predstavlja osnovni element formiranja gradskog tkiva i urbanog razvoja grada. On je posrednik između stana i grada, privatnog i javnog.

Jasno ograđen stambenim jedinicama duž svog obima podseća na ostrvo odvojeno od ostatka javnog prostora. Njegova neizgrađena unutrašnjost, zbog odlika zajedničkog polujavnog prostora, može poslužiti kao

idealno okruženje za pospešivanje socijalne interakcije. Ovakva, donekle izolovana, unutrašnja dvorišta pružaju korisnicima osećaj zajedništva i sigurnosti, dok različiti stepeni otvorenosti i propusnosti bloka doprinose njegovom javnom karakteru.

### 2.1. Zatvoreni tip bloka

Ovakvi tipovi bloka zahtevaju poseban tretman usled otežanih uslova sredine, kao što su slaba provetrenost, osunčanost i dostupnost. Dvorišne parcele omeđene visokim stambenim zgradama su često odvojene ogradama ili zauzete bespravno izgrađenim objektima malih gabarita. Rekonstrukcija unutarblokiovskih prostora treba da bude usmerena ka objedinjavanju tih površina.

Tokom planiranja rešenja treba da budu zastupljene sve kategorije vegetacije – cveće, lišćari, četinari i šiblje, kao i vertikalno zelenilo. Drvenaste puzavice mogu znatno povećati estetski kvalitet fasada i ukupnu količinu zelenila, uz cveće na balkonima i terasama. Sadnja cvetnog šiblja je posebno pogodna jer doprinosi komforu čitavog prostora razbijajući sivilo urbanog gradskog jezgra. Travnate površine u ovakvim zatvorenim i osenčenim međublokiovskim prostorima treba da imaju visok stepen učešća.



Slika 1. Primer uređenog unutarblokiovskog prostora

Uklanjanjem ograda i udžerica stvaraju se mogućnosti za povećanje kvaliteta i veličine zelenih površina, koje se vegetacijom mogu izdiferencirati na prostore različite namene (odmor odraslih, igra dece...).

Organizacija zelenila treba da služi ukupnom prostornom rešenju, ali i funkcionalnoj nameni – zasenčenje, odvajanje prostora za igru dece od prostora za odmor, vizuelno naglašavanje pravaca kretanja i odvajanje nepoželjnih ekonomskih objekata.

Pored pejzažnog uređenja unutrašnjosti blokova, ovi prostori mogu biti povezani sa glavnim pešačkim pravcima van bloka kroz prizemne otvore na zgradama, uz pomoć kompozicionih i vizuelnih veza. Pešačke staze i aleje se formiraju da obezbeđuju što kraći i jednostavniji prolazak i da na optimalan način povezuju unutrašnjost bloka sa stanicama javnog gradskog prevoza, prodavnicama, školama i drugim zelenim prostorima. Primenjeni materijali za popločanje treba da se lako održavaju i da budu otporni, naročito u zonama dužeg zadržavanja i igre [3].

### 2.2. Ekološki aspekt dvorišta

Ekološki uslovi najviše zavise od visine objekata, gustine izgrađenosti, prostorne organizacije bloka i prisustva zelenila. Prirodni uslovi izuzetno doprinose socijalizaciji stanovnika. Blok je jedini strukturni element naselja koji može da obezbedi potpunu privatnost korisnika. Zato je veoma važno sačuvati privatni karakter bloka, naročito zbog sve izraženijih težnji da se poveća njegov javni karakter [4].

### 3. ANALIZA RADA

Zbog velike gustine naseljenosti i koeficijenta izgrađenosti u centralnim gradskim jezgrima javlja se nedostatak zelenila koje bi tako suvoparan prostor oplemenilo. Gradski parkovi su odavno prestali da budu dovoljni za višestruko uvećanu gustinu gradske populacije usled intenzivne izgradnje višespratnih zgrada u periodu posle Drugog svetskog rata. Drvoredi duž bulevara smanjuju se velikom brzinom zbog izgradnje parking mesta ili bašta kafića. U nedostatku drugih pejzažno urbanih struktura moramo se posvetiti kreiranju novih, manjih ali podjednako efikasnih prostora koje neće biti moguće prenameniti u budućnosti.

Vračar je jedna od 17 gradskih opština grada Beograda. U celini je izgrađena i nema prigradsko rubno zaleđe. Zauzima površinu od 292 ha, na kojoj prema popisu iz 2011. živi 56.333 stanovnika, što je 4,8% ukupnog stanovništva glavnog grada. To je čini površinski najmanjom i najgušće naseljenom opštinom u Beogradu i Srbiji. Centralni gradski položaj upućuje i na njene osnovne funkcije – stanovanje i poslovanje.

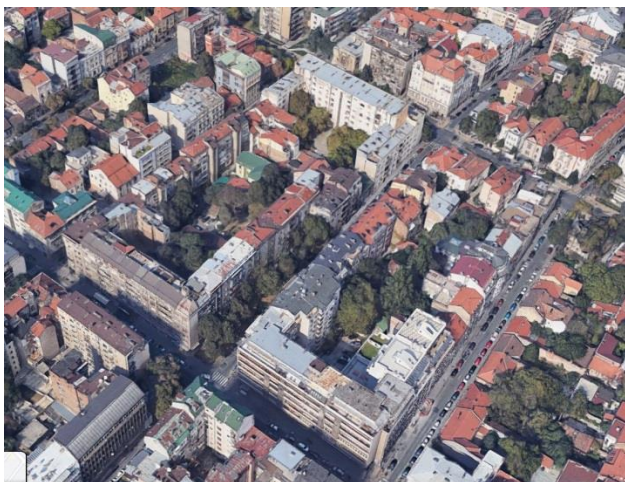
Vračar ima svoje prednosti i mane kada su u pitanju vrednosti činilaca životne sredine. Kao sastavni deo užeg gradskog jezgra pošteđen je teških industrijskih zagađenja, velikih komunalnih čvorova i magistralnih saobraćajnica i ne nalazi se na putanji stalnih preleta aviona. Sa druge strane, mikroklima prostora je ugrožena smanjenom insolacijom i provetrenošću, velikom zauzetošću tla, nedostatkom vodenih i zelenih površina i gustim saobraćajem. Razvijanje mreže zelenila pomoglo bi u otklanjanju ili poboljšavanju ovih činilaca.

Zbog velikog indeksa izgrađenosti i broja stanovnika na tako maloj površini javljaju se brojne nepovoljnosti. Stanje životne sredine opada iz godine u godinu zbog povećane zagađenosti vazduha, nedostatka insolacije, visoke frekvencije komunalne buke, neprovetrenosti i nedostatka infrastrukture. Veliku ulogu igra i preopterećenost motornim i pešačkim saobraćajem, kao i nedostatak uređenih parkig mesta. Zbog svih ovih činilaca blokovi, a posebno oni zatvorenog tipa, su na niskom nivou uređenosti i opšte komunalne higijene. Aerozagađenje je zbog manje provetrenosti veće, posebno ako u zatvorenim blokiovima dominiraju veštački materijali.

U velikom broju slučajeva unutarblokiovski prostori su okupirani nelegalno izgrađenim objektima lošeg boniteta, pomoćnim objektima ili improvizovanim garažama i parking mestima. Sve to zajedno otežava i u nekim slučajevima potpuno onemogućava rekonstrukciju i reorganizaciju rekreativnih i zelenih površina, a mikroekološke uslove čini daleko nepovoljnijim.

Raščišćavanje niske i nekvalitetne izgradnje u unutrašnjosti blokova može omogućiti njihovo bolje korišćenje i bogatiju ozelenjenost.

### 3.1. Postojeće stanje odabrane lokacije



Slika 2. Pogled na odabrane blokove

Odabrani blokovi nalaze se u severozapadnom delu opštine Vračar, između Krunske, Smiljanićeve, Njegoševe i ulice Prote Mateje, a deli ih ulica Alekse Nenadovića. One povezuju blokove sa obližnjom Beogradskom ulicom koja je direktna veza sa važnim saobraćajnim čvorištima, Slavijom i Bulevarom kralja Aleksandra.

Objekti spratnosti manje od P+3 su građeni u periodu između dva svetska rata. Više građevine su većinom iz perioda socijalizma, sa izuzetkom nekoliko onih koje su izgrađene u dvadesetprvom veku.

Ivični objekti blokova su u dobrom stanju, na fasadama nema skoro nikakvih oštećenja i generalno su dobro održavane. Osim krećenja i uklanjanja prljavštine od aerorozagađenja veći poduhvati u vidu rekonstrukcije nisu potrebni.

Pešački pristup unutrašnjosti oba bloka moguć je samo iz Krunske ulice. Ovi prostori su prilično zanemareni i prepušteni volji pojedinaca koji su njihove delove zauzeli. Celom svojom površinom su asfaltirani i delom se koriste kao parking prostor. Izgrađeno je nekoliko prizemnih objekata koji imaju različite funkcije, od ekonomskih i objekata za stanovanje do komercijalnih delatnosti, koji su lošeg boniteta. Nema nikakvih sadržaja koji bi služili svim stanovnicima blokova, niti oplemenili ovako gusto izgrađen prostor. Osim malog broja stabala koji pružaju određeno zasenčenje приметно je odsustvo bilo kakve druge vrste vegetacije.

U okviru bloka A nalaze se dve manje uređene pejzažne celine, jedna u ulici Alekse Nenadovića, a druga u Krunskoj, kod pešačkog ulaza u unutarblokovski prostor. Drvoredi se pružaju duž Njegoševe i ulice Prote Mateje. U unutrašnjosti oba bloka nalazi se po nekoliko stabala drveća.

### 3.2. Novoprojektovano pejzažno uređenje

Odabrani blokovi za rekonstrukciju predstavljaju tipičan primer strukture blokovske gradnje na Vračaru, pa i u čitavom centru grada. Spadaju u zatvoren tip bloka.

Svi prizemni objekti lošeg boniteta iz unutarblokovskih prostora će biti uklonjeni. U bloku A takvih objekata ima tri, a u bloku B četiri. Stabla koja su zdrava i po poziciji se uklapaju u novo pejzažno rešenje će biti zadržana, dok će ostala biti posečena ili premeštena na drugu lokaciju.

Pešačke staze će povezati ulaze u dvorišta sa čitavim njihovim prostorom. Omogućiće kontinuirano kretanje korisnika i pristup svim sadržajima koje novoprojektovano rešenje nudi. Popločanje je od behaton ploča (na pesku, sa ispunom semena trave i humusa), zatim od PVC rastera i trave, koje pružaju neograničene mogućnosti spajanja ne/porozne i prirodne podloge. Pored pravilnog odabira debljine ploče, neophodna je i dobra priprema podloge koja će nositi kompletno opterećenje. U slučaju pešačkih staza i drugih površina, koje ne trpe velika opterećenja, tamponirani sloj je tanji.

Dvorišni mobilijar je od drveta i prati čitav koncept projekta. Savremeniji jednostavan dizajn i prirodne boje i materijali se uklapaju u celokupan prostor ne skrećući pažnju sa zelenila, istovremeno se uklapajući u prirodni ambijent. Klupe su raspoređene duž pešačkih staza i u većem broju su skoncentrisane kraj dečijih igrališta. Osim jednorodnih klupa postavljene su i grupe elemenata od po dve klupe sa stolom između njih. Pružaju prostor za okupljanje većeg broja korisnika, igranje društvenih igara ili malih porodičnih izleta.



Slika 3. Situacija – predlog rešenja

Po jedno dečije igralište je smešteno u svakom bloku. Sadrže peljalice, klackalice i ljuljaške kako bi najmlađim korisnicima dvorišnog prostora obezbedili raznovrsne načine igre. Elementi igrališta su većinom izgrađeni od drveta jer ono kao prirodan materijal povezuje decu sa prirodom, estetski se uklapa u čitav koncept prostora i može se koristiti nesmetano tokom cele godine, jer se leti ne pregreva a zimi nije previše hladno. Moderni elementi predstavljaju čitave sisteme kula, tobogana, penjalica i mostova koji su međusobno povezani i pospešuju dečiju kreativnost, radoznalost i podstiču ih da provode vreme na otvorenom.

Kao podloga za dečija igrališta, korišćen je PVC raster element u kombinaciji sa travom, kao i tartan podloga. Ovakav način oblaganja podloge predstavlja betonsku rešetku koja je dizajnirana tako da se u njenim otvorima postavlja zemlja (ili neki drugi propusni materijal) u koju se sadi trava. Na taj način se delimično zastiru travom određene površine i rešava se propuštanje atmosferskih

voda. Formiraju dobar prelaz između popločanih površina i trave, otporne su na klizanje i pružaju mogućnost brze i lake demontaže i rekonstrukcije nakon eventualnih intervencija na podzemnim instalacijama.

Duž pojedinih fasadnih zidova u unutrašnjosti oba bloka su instalirane vertikalne konstrukcije za indirektno zelene fasade. Pored toga što će pomagati stabilnosti puzavica zaštititi i fasadu od oštećenja koje bi im same biljke mogle naneti. Takvi modularni rešetkasti sistemi mogu povećati otpornost biljaka na atmosferske uticaje i nude lako odvajanje od fasade u slučaju sanacije. Biće zasađene zimzelene puzavice (bršljan) koje će tokom cele godine oplemenjivati prostor u ulepšavati zidove.

Pored visokih stabala drveća, predviđena je visoka i niska žbunasta vegetacija. Na taj način biće postignuto diferenciranje prostora različite namene i promena dinamike u pejzažu. Zelene fasade neće u potpunosti biti zaklonjene od sunca, a vizure sa terasa okolnih objekata će biti bolje.



Slika 4. Trodimenzionalni prikaz novoprojektovanog prostora

#### 4. ZAKLJUČAK

Sadašnje stanje unutarblokovskih prostora u Beogradu je rezultat decenijske nebrige i zanemarivanja ovih arhitektonskih celina. Nedostatak potrebnih mesta za parkiranje i samovolja pojedinaca od njih su napravili zapuštene prostore pune nelegalne gradnje, trošnih objekata i vozila. Malobrojne i po površini male travnate površine se ne održavaju i na kraju budu asfaltirane. Stanovništvo blokovskih celina nema izgrađen odnos prema tom prostoru jer ga ne smatra svojim.

U razvijenim zemljama se značaj pejzažno uređenih gradskih prostora prepoznaje. Analize uticaja nekontrolisane urbanizacije uvek se završavaju zaključkom da najviše trpe životna sredina i gradsko zelenilo. Pejzažnim uređenjem prostora između zgrada postiže se unapređenje kvaliteta životne sredine i umanjuju se razni negativni efekti urbanizacije, poput efekta toplotnog ostrva i zagađenja vazduha.

Uređenje unutarblokovskih prostora koje je obrađeno u ovom radu može predstavljati deo sistema mreže zelenila. Takav način rekonstrukcije centralnih jezgara mogao bi dovesti do velikog broja tačkastih zelenih prostora širom gradova. Bez velikih ulaganja i korišćenjem već izgrađenih struktura značajno se može uticati na poboljšanje ekološke slike i doprineti vizuelnom karakteru gradova.

#### 5. LITERATURA

- [1] V. Đokić i Z. Lazović, Uticaj klimatskih promena na planiranje i projektovanje, Univerzitet u Beogradu, Arhitektonski fakultet, 2011.
- [2] B. Maksimović, Urbanizam, Beograd, Građevinska knjiga, 1957.
- [3] V. Macura i J. Cvejić, Predlog mreže zelenila kao sredstva unapređenja životne sredine i slike grada na teritoriji opštine Vračar, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet, 1991.
- [4] Lj. Vukajlov, Uvod u urbanizam, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, 2015.
- [5] Plan generalne regulacije građevinskog područja sedišta jedinice lokalne samouprave – grad Beograd (celine I-XIX) („Službeni list grada Beograda“, br. 20/16, 97/16, 69/17, 97/17 i 9/20)
- [6] Detaljni urbanistički plan rekonstrukcije četiri bloka na teritoriji opštine vračar između ulica: Alekse Nenadovića, Proleterskih brigada, Koče Kapetana i Njegoševe u Beogradu („Službeni list grada Beograda“, br. 5/88)

#### Kratka biografija:



**Višnja Damnjanović** rođena je u Beogradu 1989. godine. Završila je Petu beogradsku gimnaziju i osnovne studije na fakultetu Union – Nikola Tesla. Master studije završava 2020. godine na Departmanu za arhitekturu i urbanizam, smer Arhitektonsko i urbanističko projektovanje.



**Mirjana Sekulić** rođena 1955. godine u Zemunu. Doktorsku disertaciju pod nazivom „Razvoj i transformacije krovnog vrta od nastanka do savremenih tendencija“ odbarnila je 2013. godine. Oblast interesovanja je pejzažna arhitektura. Vanredni je profesor na Departmanu za arhitekturu i urbanizam FTN u Novom Sadu.

**PRIMENA PARAMETARSKOG PRISTUPA PROJEKTOVANJU SVETLOSNE  
INSTALACIJE U ENTERIJERIMA NOĆNIH KLUBOVA****THE PARAMETRIC APPROACH TO LIGHT INSTALLATION DESIGN IN THE  
NIGHTCLUB INTERIORS**

Milena Jevtić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – ARHITEKTURA I URBANIZAM**

**Kratak sadržaj** –Ovaj rad prikazuje način primene parametarskog pristupa projektovanju svetlosnih instalacija u noćnim klubovima.

**Ključne reči:** Svetlosna struktura, parametarski pristup, enterijer, fabrikacija, LED

**Abstract** –This project presents a way to apply a parametric approach to the design of lighting installations in nightclubs.

**Keywords:** Light installation, parametric approach, interior, fabrication, LED lights

**1. UVOD**

Osnovna ideja projekta bila je da se na najjednostavniji način dobije svetlosna struktura organskog izgleda koja bi svoju primenu našla u enterijerima noćnih klubova, nezavisno od kvadrature i lokacije. Stvaranje ovakvog projekta nastalo je promišljenim ispitivanjima potreba i tendencija korisnika i efekta kakav na njih prostor ostavlja, i kao takvo predstavljalo svojevrstan pokušaj da se parametarskim putem u samo par koraka projektuje nešto zanimljivo i drugačije.

**1.1. Oblast i predmet istraživanja**

Osvetljenje predstavlja jednu od najbitnijih karakteristika enterijera i neizostavan element u projektovanju unutrašnjeg prostora jedne arhitektonske celine. Dobrim poznavanjem osnovnih zakona osvetljenja u enterijeru i pažljivim odabirom slojeva rasvete i njenog zoniranja postiže se potpun doživljaj jednog prostora, stvaranje odgovarajuće atmosfere u pojedinim zonama, kao i samo definisanje granica prostora. Pri oblikovanju enterijera, treba težiti cilju : ljušturu prostora oživeti svetlom [1,2]. Poznati italijanski arhitekta i teoretičar tvrdi da arhitektura nastaje kada ljušturu omedimo prostor, koji je živ i pozitivan nosilac ljudskosti i celovitosti stvarnosti [1], dok ugledni italijanski laureat Prickerove nagrade (1998, Pritzker Prize) Renco Piano smatra da “svetlo čini prostor živim” [2]. Kombinacijom raznovrsnih svetlosnih izvora, razgranatim lusterima i nizovima ogledala stvara se igra svetlosti i senki koja unosi dinamiku u prostor kluba. Izborom pravih tekstura materijala, nijansi boja, dodavanjem ornamenata, plastike i različitih tematskih elemenata dobija se kvalitetan prostor za zabavu.

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Marko Jovanović, docent.

Dobar dizajn osvetljenja je posebna vrsta umetnosti koja u novijoj istoriji dobija posebno mesto pri projektovanju enterijera, eksterijera i urbanih celina.

**1.2. Stanje u oblasti**

Za potrebe ovog istraživanja, urađen je pregled vrsta osvetljenja koje se najčešće primenjuju i čijom primenom, kao i kombinacijom mogu da se dobiju zanimljivi rezultati. Kao jedna od osnovnih podela osvetljenja na kategorije ili podvrste je svakako na unutrašnje i spoljašnje. Uzimajući da se u ovom radu fokus stavlja na dizajn noćnih klubova, akcentat se stavlja na unutrašnje osvetljenje. Unutrašnje osvetljenje se može podvesti u tri vrste i to su: radno, ambijentalno i akcentualno [3]. Radno osvetljenje zahteva veći intenzitet svetlosti i koristi se na dnevnoj bazi za vršenje svakodnevnih aktivnosti. Ambijentalno osvetljenje je zaduženo za ambijent. Ono stvara atmosferu unutar četiri zida. Sa druge strane, akcentualno je zaduženo da naglašava lepotu pojedinih predmeta, poput knjiga na policama, nekog komada nameštaja ili interesantnog umetničkog dela. Uz ovakvu podelu osvetljenja, moguće je formirati određene dizajnerske celine u enterijeru, koje su usaglašene sa funkcijom i izgledom datih svetiljki. Međutim, kako bi se stvorio još veći stepen kontrole prilikom projektovanja, potrebno je osvrnuti se i na još neke funkcije koje izvori osvetljenja mogu imati, kao što su direktna i indirektna svetla. Uz sve naznačene podele, bitno je napomenuti da su date podele urađene u odnosu na osvetljenje koje može da se primeni u enterijeru, ali ipak treba se specifično orijentisati ka primeni osvetljenja u noćnim klubovima. Dizajniranje osvetljenja u noćnim klubovima ima suženu, konkretnu podelu. Prednjače tri vrste osvetljenja, a to su:

- 1) LED rasveta – LED tačkasti izvori ili LED trake [4], kao najzastupljenija vrsta, koriste se za postizanje različitih efekata u enterijeru noćnog kluba.
- 2) Stage Lightening – u današnje vreme vizuelni efekat koji izvođač pruža na nastupu zauzima isto mesto kao i muzika koju izvodi. Osvetljenje na binama se uglavnom izvodi u LED rasveti, trakama ili sa nekim dinamičkim i statičkim uređajima.
- 3) Pixel Mapping – mapiranje pikselima se nadovezuje na LED osvetljenje, s tim da je ono preciznije jer kontroliše svaki piksel pojedinačno, pa se na taj način stvaraju oblici koji se kreću ili menjaju boju.

U okviru istraživačkog segmenta rada pristupilo se metodi studije slučaja, u okviru koje se sprovodi i prikazuje analiza primera arhitektonskih dela čija su jedinstvena rešenja unutrašnjeg funkcionisanja i opremanja značajno doprinela istraživačkom procesu ovog rada.

Kroz studije slučaja se dolazi do prikaza mogućih rešenja problema, koji se mogu sresti a kroz korišćenje prostora dobijamo odgovor o uspešnosti realizacije projektantske ideje.

### 1.3. Problem istraživanja

Evidentno je da, koliko god koncept funkcionisanja i postojanja nekog objekta bio dobro osmišljen i ostvaren, bez adekvatnog enterijerskog aspekta, odnosno kvalitetno osmišljene unutrašnje opremljenosti, samo funkcionisanje i rad objekta ne može ispuniti njegovu prvobitnu zamisao. Enterijer objekta mora u potpunosti da podrži osnovne ideje tog objekta, da odgovori na zahteve koji su postavljeni samim postavljanjem koncepta, te da obezbedi pravilno funkcionisanje, kako za zaposlene, tako i za svakog posetioca.

Detaljnou analizom svakog pojedinačnog primera sagledanog u prthodnom poglavlju, može se zaključiti da fabrikacija konstruktivnih elemenata može da bude skupa, komplikovana i da je neophodno poznavanje i upotreba naprednih tehnologija. Isto tako, neki primeri pokazuju utrošak mnogo više materijala nego što je neophodno radi dobijanja željenog efekta ili pak vreme izrade određene strukture je predugo. Dodatni problemi prikazani u primerima su velika cena materijala, komplikovana postavka krhkih materijala ili dizajniran prostor koji za neke korisnike može da bude previše napadan i vizuelno agresivan.

### 1.4. Cilj istraživanja

Fokus ovog istraživanja postavljen je na rešavanje problema koji se provlače kroz sve analizirane primere primenom koncepta rasvete koja može da se implementira u bilo koji enterijer i na taj način dobije željeni rezultat. Rad se bazira na ispitivanju i traženju najracionalnijeg rešenja pri dizajniranju rasvete za noćne klubove, kao odgovor na probleme poput komplikovane fabrikacije i korišćenja naprednih tehnologija, nedovoljne količine svetlosti u prostoru, teškog transporta elemenata, velike cene i ulaganja u tehnologiju, kao i približavanje svim korisnicima po pitanju vizuelnog doživljaja i doživljaja prostora generalno. Takvo ispitivanje se sastoji od više aspekata, koji su pretvoreni u tri vrste projektantskih kriterijuma čije ispunjenje je cilj ovog rada:

#### 1) Dizajnerski kriterijumi

- oživljavanje i formiranje fluidnog prostora
- stvaranje autentičnog doživljaja uz upotrebu različite boje, intenziteta i oblika rasvete

#### 2) Kriterijumi fabrikacije

- upotreba lako dostupnih materijala
- izbegavanje upotrebe teške potkonstrukcije
- standardni transport do lokacije

#### 3) Kriterijumi eksploatacije

- lako montiranje
- dovoljnu količinu svetlosti u prostoru

Celokupno istraživanje i sagledavanje navedenih aspekata sprovodi se u cilju nalaženja i uspostavljanja novih jedinstvenih formi i rešenja, koje će adekvatno odgovoriti na koncept projektovanja enterijera noćnih klubova, te doprineti ispunjavanju zamišljenih ciljeva i pravilnog funkcionisanja ove tipologije objekata.

## 2. METODE RADA

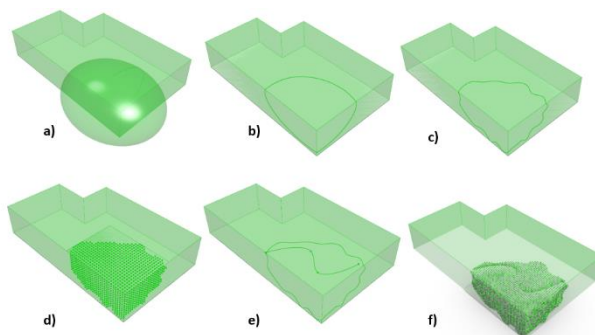
Kako bi se ispunili dati projektantski kriterijumi primenom najracionalnijeg i najbržeg rešenja pri dizajniranju rasvete za noćne klubove, primenjen je parametarski pristup projektovanju. Primena parametarskog pristupa omogućava generisanje forme putem parametara, gde se promenom vrednosti parametara dobija drugačija varijacija rešenja forme.

U nekim slučajevima, dati dizajn kao produkt parametarskog dizajna je nešto što se ne može postići konvencionalnim sredstvima i alatima ili zahteva previše vremena kako bi se postiglo. Na ovaj način, moguće je ispitati veliki broj varijacija i ustanoviti koja najbolje ispunjava date kriterijume, u isto vreme uzimajući u obzir i potrebno ispunjenje projektantskih kriterijuma. Za postizanje ovakvog pristupa biće korišćen program Rhinoceros sa dodatkom Grasshopper.

### 2.1. Generisanje forme

Sa jasno definisanom idejom vezanom za prostor, pristupilo se parametarskom generisanju svetlosne instalacije. Proces generisanja sastoji se iz nekoliko faza koje obuhvataju (Slika 1):

- konceptualno definisanje gabarita i pozicije svetlosne instalacije (Slika 1a i 1b)
- dodatne prerade ivica gabarita svetlosne instalacije (Slika 1c)
- interpretaciju svetlosne instalacije modularnim jedinicama (Slika 1d)
- dodatnu preradu pozicija modularnih jedinica zarad postizanja fluidnosti (Slika 1e)
- klasterovanje osvetljenja u cilju postizanja drugačijih efekata (Slika 1f)



Slika 1. Grafički prikaz faza generisanja svetlosne instalacije u noćnom klubu

### 2.2. Priprema za fabrikaciju

Uzimajući da je model svetiljki prikazan poligonalnim modelom sfera, potrebno je isti detaljnije razraditi, kao i

način njihovog spajanja za zid i plafon. Najracionalnije rešenje za fabrikaciju ove instalacije bile bi LED svetiljke SMD RGB LED Pixel Module Light (slika 2) - svetiljke koje imaju visokokvalitetno mešanje boja, brzo zamenljive uglove snopa i dizajnirani su i za trajne i montažne instalacije. Takođe, karakteriše ih visoko osvetljenje, nizak napon, dug vek trajanja, očuvanje energije i zaštita životne sredine. Mogu da ostvare živopisne gradijente, skokove boja, imitacije toka vode, padanja kiše, kao i grupisane svetiljke u jednu veliku sliku ili video.

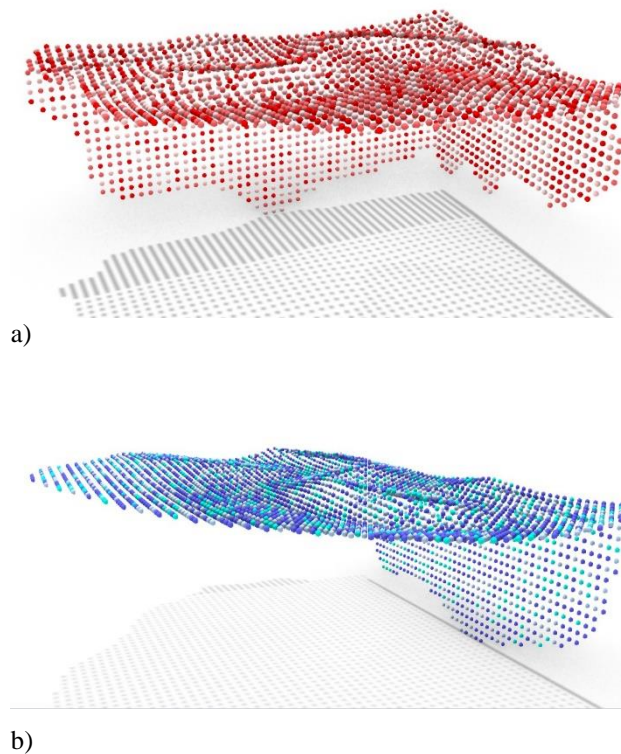
Postavljanje ugradnih svetiljki na zidove vrlo je jednostavno. Dovoljno je samo u gips-kartonskim pločama napraviti otvore izabranih dimenzija, i na osnovu parametarski dobijenog rastera odrediti poziciju svake LED sijalice. Situacija na plafonu malo je drugačija, jer je potrebno dodatno postaviti čelične nosače malih profila na onim delovima gde rasveta nije u ravni sa plafonom. Primer kačenja svetiljki koje su udaljenije od plafona a ujedno i podložnije vibracijama je pomoću Nonius Superior CD60 - metalnog elementa od pocinkovanog čeličnog lima koje je dobijen hladnim vajanjem i oblikovanjem, perforiran na bočnim stranama za demontažno pričvršćivanje sa dve elastične kopče. Montira se na metalnu konstrukciju plafona koja može da podnese veliko opterećenje, tako da su stabilnost i fiksiranost svakog nosača osigurani. S obzirom na gustinu i broj LED sijalica, dovoljna osvetljenost kluba neće biti problem. Softverski se njima veoma lako upravlja, te je postizanje različitog ambijenta ovim putem veoma zahvalno.



Slika 2. SMD RGB LED Pixel Module Light

### 3. REZULTATI

Na osnovu obrađenih i primenjenih metoda, dobijena je parametarski generisana svetlosna struktura za dizajn enterijera noćnih klubova. Forma je prozirna, lagana, daje dovoljno osvetljenja i utiče na stvaranje prijatnog ambijenta. Broj kombinacija boja i jačine intenziteta osvetljenja je beskonačan. Na slikama 3a) i 3b) dati su predlozi kombinacije boja i različitog konceptualnog izgleda forme promenom samo jednog ulaznog parametra.



a)

b)

Slika 3. Konceptualni izgled forme sa promenjenim ulaznim parametrima

### 4. ZAKLJUČAK

U cilju formiranja karakteristične strukture koja bi dala identitet jednom prostoru, bilo je potrebno pažljivo i promišljeno pristupiti odabiru pravih elemenata i programa za parametarsko generisanje jedne površi. Ovaj projektantski korak predstavlja u jednu ruku samu finalizaciju ideje projekta, ali se uprkos toj činjenici njemu treba pristupiti sa jednakom posvećenošću i pažnjom prema detaljima, kao i bilo kom drugom segmentu planiranja arhitektonskih celina.

Cilj rada bio je ispitivanje i traženje najracionalnijeg rešenja za dizajniranje rasvete za noćne klubove koja bi svojom formom pospešila atraktivnost i pozitivno delovala na atmosferu jednog noćnog kluba. Od običnog tamnog zida od gips-kartonskih ploča, parametarskim generisanjem moguće je dobiti živu, organsku svetlosnu instalaciju. Ukoliko projektant ima ideju o nekom tematskom izgledu prostora, estetski doživljaj nadopunjuje i stvaranje karakterističnog ambijenta. Kombinacijom svetlosne instalacije sa elementima enterijera, ogledalima, zvučnim i vizuelnim efektima stvara se igra svetlosti i senki koja unosi dinamiku u jedan prostor. Ispunjavajući sve uslove estetske i funkcionalne prirode, noćni klub postaje jedinstveni centar socijalizacije i zabave.

Pored toga, izučavanjem i primenom digitalnih alata može se zaključiti da digitalni dizajn u znatnoj mjeri olakšava i poboljšava celokupan proces modelovanja i fabrikovanja formi u arhitekturi. Parametarsko modelovanje je omogućilo kreiranje optimizovanog i fleksibilnog dizajna forme. Grasshopper dodaci u modelovanju omogućavaju kreiranje složenih formi na veoma brz i efikasan način. Upotrebom ovog pristupa za modelovanje forme, veoma

jednostavno se može uticati na položaj strukture i njenu brzu modifikaciju. Još jedna prednost jeste mala težina strukture koja dodatno ne opterećuje konstrukciju objekta. Materijali koji se upotrebljavaju su klasični, lako dostupni, tako da nema potrebe za upotrebom napredne tehnologije. Montiranje strukture se realizuje direktno na lokaciji sa već pripremljenim, gotovim materijalom. Proces podrazumeva pravljenje otvora u GK pločama po parametarski definisanom rasteru, sa dimenzijama određenim na isti način. Plafonske svetiljke se postavljaju na čelične nosače prečnika 2cm koji su fiksirani za konstrukciju plafona, te na taj način ne dolazi do njihovog pomeranja. Potencijalni problem mogao bi biti vibriranje visećih elemenata pri jakim ritmovima, ali ako nosač nije velike dužine ili ako se napravi sa većim profilom, taj problem je lako rešiv. Struktura svoju primenu može naći, osim u noćnim klubovima, u različitim restoranima, kafeima, salama, pa čak i privatnim objektima. Održavanje se vrši zamenom svake LED svetiljke posebno. Svoj pun potencijal struktura može dati u pravoj kombinaciji sa tematski dobro osmišljenim prostorom, povezan sa odgovarajućim softverom.

Čitav proces rada rezultovao je postavljanjem organske strukture u jedan noćni klub, koji uključuje smislenu parametarsko rešenje, dispoziciju i slojeve osvetljenja kao i promišljen odabir odgovarajućih materijala konstrukcije, kako bi se u prostoru stvorila inspirativna i kreativna atmosfera i kontinualno funkcionisanje tipologije objekta.

## 5. REFERENCE

- [1] Zevi, B.: Saper vedere l'architettura, Einaudi, Torino, 1948. [B. Zevi: Kako gledati arhitekturu, Klub mladih arhitekata, Beograd, 1966]
- [2] Piano, R.: Interview, by L. Martin, High Museum in Atlanta, Jan 16, 2006.  
<https://groups.yahoo.com/neo/groups/iiatvm/conversations/messages/74> (Accessed: Feb. 3, 2014)
- [3] Web stranica LuxDeco - THE ULTIMATE LUXURY INTERIOR LIGHTING GUIDE, preuzeto sa:  
<https://www.luxdeco.com/blogs/styleguide/ultimate-lighting-guide-luxury-interiors>
- [4] Web stranica Audiotek - Commercial lighting design and installation  
<https://audiotekinternational.com/light-systems/>

## Kratka biografija:



**Milena Jevtić** rođena je u Bijeljini 1993. god. Osnovne studije na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitektura i urbanizam završila je 2018. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Digitalne tehnike, dizajn i produkcija u arhitekturi i urbanizmu – Primena parametarskog pristupa projektovanju svetlosne instalacije u enterijerima noćnih klubova odbranila je 2020. god.

**PRISTUP ARHITEKTONSKOM PROJEKTOVANJU PRIMENOM MAKETA –  
PROJEKAT RADNOG I STAMBENOG OBJEKTA****APPROACH TO ARCHITECTURAL DESIGN USING MODELS – PROJECT FOR A  
WORK AND RESIDENTIAL SPACE**

Stefan Vujić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Arhitektura – DIZAJN ENTERIJERA**

**Kratak sadržaj** – Rad se bavi ispitivanjem procesa arhitektonskog projektovanja sa fokusom na primenu prostornih modela kao alata pri osmišljavanju i analizi prostornih odnosa i celina u savremenom arhitektonskom stvaralaštvu.

**Ključne reči:** Arhitektura, proces projektovanja, metodologija u arhitekturi, maketa kao alat

**Abstract** – The topic of research done in this paper is based on the definition of process in terms of architectural design with the focus on the use of spatial models as tools used with thinking and analyzing spatial relations and units in contemporary architectural practice.

**Keywords:** Architecture; design process; design methodology; model as a design tool

**1. UVOD**

Studija se bavi istraživanjem procesa arhitektonskog projektovanja sa fokusom na primenu prostornih modela kao alata pri osmišljavanju i analizi prostornih odnosa i celina u savremenom arhitektonskom stvaralaštvu. U radu je definisan sam pojam procesa u arhitektonskom projektovanju, ustanovljene su njegove karakteristike kao i odnos prema determinističkom postupku opšte prihvaćene metodologije projektovanja. Kada govorimo o procesu arhitektonskog projektovanja, studija se jednim delom bavi istraživanjem rada savremene arhitektonske prakse na području Japana koja je specifična po svom nelinearnom postupku pri izradi projekata. Korišćenjem metoda sinteze i kritičke analize stvara se proces produkcije velikog broja ideja. S tim u vezi, razmotren je i uticaj istorijskog konteksta građenja na ovom području, kao i konceptualne kategorije karakteristične za njega.

Kao idejno polazište ovog rada razmotreni su i predstavljeni postupci sagledavanja odnosa arhitektonskih elemenata i prostora bez prethodno poznate namene i lokacije. Sistem vežbi imao je za cilj redefinisavanje postupka projektovanja kako bi se uočili novi kvaliteti i mehanizmi u procesu.

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Ivana Miškeljin, van. prof.**



Slika 1. Maketa stambeno-poslovnog objekta

**2. ISTRAŽIVAČKA OSNOVA****2.1. Proces arhitektonskog projektovanja**

Proces projektovanja u arhitektonskom dizajnu jeste kompleksan sistem pojava i mehanizama koji predstavlja sofisticirani mentalni postupak koji manipuliše različitim tipovima informacija, kombinujući ih tako u koherentan skup ideja sa ciljem generisanja finalnog, opipljivog proizvoda. Razvoj istraživanja i sistematizacija saznanja o procesu projektovanja ima dugu tradiciju koja se u velikoj meri bavi metodologijom, misaonim procesima ali i alatima i mehanizmima koje je moguće koristiti tokom ovog postupka. Razumevanje procesa projektovanja počinje analizom pojmova vezanih za kreativno mišljenje i stvaranje, a nastavlja se sistematizacijom istraživanja koja se odnose na analitičke i intuitivne metode. Savremena teorija arhitekture u sve većoj meri tumači proces arhitektonskog projektovanja kao nelinearan, na taj način naglašavajući nedostatke i ograničenja tradicionalnog pristupa projektovanju.

Kada se govori o metodologiji procesa projektovanja, nakon 1970. godine Chris Jones i Christopher Alexander, pioniri u ovom polju, kritikuju ovakav pristup zbog formiranja „determinističkih“ i „beživotnih“ metodologija, kako ih opisuju [1]. Istraživanja koja su vezana za proces projektovanja, kao i upotrebu različitih alata i metoda u samom postupku pokazala su da postoji veza između arhitektonskog razmišljanja, grafičkih prikaza i vizuelnih metoda analize.

**2.2. Primena maketa u procesu projektovanja**

U kontekstu dizajna procesa, alata i mehanizama u projektovanju, pri poređenju sa temom arhitektonskog

crteža, istraživanja koja se bave pojmom i značajem makete za proces projektovanja su malobrojna, iako savremena arhitektonska praksa prepoznaje njen značaj. Rad i delovanje međunarodno priznatih arhitektonskih biroa na teritoriji Japana bazira se upravo na primeni prostornih modela kao najznačajnijeg alata pri konceptualizaciji prostora.

Kako bi se u potpunosti razumeo njihov specifičan pristup prostoru i projektovnju potrebno je pre svega razumeti i jedinstvenu istoriju, kontekst građenja i konceptualne kategorije kojima se bave. Osnovne problematike koje se javljaju u njihovom uobličavanju prostora su ideje sukobljavanja i kontradiktornosti, translucenosti i nematerijalnosti i poimanje graničnih prostora.

### 2.3. Proces radionice

Predmet i cilj ovog rada jeste predstavljanje procesa radionice arhitekta Shin Yokooa iz Japana. Yokoo je studije arhitekture završio 2001. godine na Tokai univerzitetu u Japanu gde je nastavio da radi kao građevinski inženjer i arhitekta prvo u birou Masahiro Ikeda, a zatim 2004. godine osniva i sopstveni biro pod nazivom OUVI.

Proces radionice čiji rezultat će biti predstavljen bavi se redefinisanjem toka projektovanja kroz stavljanje fokusa na odnose i granice u arhitekturi. Standardni način projektovanja podrazumeva prethodno poznavanje programa i lokacije objekta koji se projektuje, međutim ova radionica je polazište našla pre svega u promišljanju i definisanju različitih prostornih odnosa kroz primenu prostornih modela.

Radionica je za cilj imala stvaranje projekata koji se neće baviti samo funkcionalnim rešenjem, već i odnosima, granicama i razmerama čime je moguće stvoriti nove i neočekivane kvalitete.

## 3. STAMBENO-POSLOVNI OBJEKAT

Rezultat niza vežbi u okviru radionice jeste objekat stambeno-poslovne namene na uglu Beogradske i Makenzijeve ulice u Beogradu. Krajnji idejni projekat objedinjuje mnoge koncepte koji su bili razmotreni kroz radionicu i ilustruje kvalitete nelinearnog projektovnja kroz primenu prostornih modela.

### 3.1. Granični prostor terase i sobe

Prvi deo zadatka obuhvatao je ispitivanje graničnog prostora terase, moguće veze i odnose između otvorenog i zatvorenog prostora, kao i načine prelaska iz jedne u drugu celinu.

Moguća rešenja razmatrala su koncept formiranja granice kroz denivelaciju prostora. Sagledavanje prostornih celina na ovaj način iz dvodimenzionalnog plana prelazi u tri dimenzije.

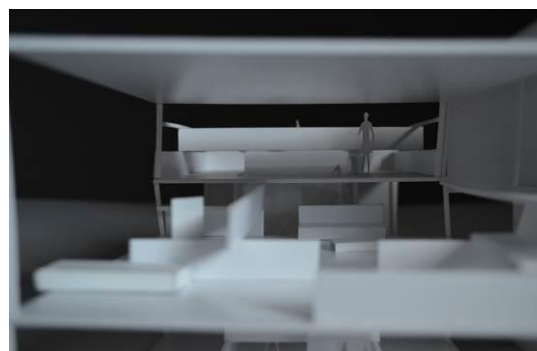
Sledeći korak ka formiranju prostornih celina jeste definisanje prostora različitim materijalizacijama čime se postiže promena atmosfere u skladu sa promenjenom funkcijom.



Slika 2. Suprotstavljanje dve celine

### 3.2. Odnos radnog i stambenog prostora

Istraživanje odnosa privatnog i javnog prostora nastavilo se razvijanjem koncepta denivelacije kao načinom stvaranja granice. Denivelacijom prostora stvorena je vizuelna komunikacija između dva prostora, dok su privatnost i nesmetano funkcionisanje ostali očuvani. Drugi alat u formiranju granice privatnog i javnog, kao i između različitih funkcionalnih celina unutar jedne zone bili su unakrsno postavljeni zidovi na različitim visinama koji u određenim delovima omogućavaju vizuelnu vezu, dok je u drugim zatvaraju.



Slika 3. Denivelacija funkcija

### 3.3. Formiranje javnih prostora

Inicijalni pristup oblikovanju javnih prostora koristio je iste elemente kao i stvaranje granice između stambenog i poslovnog prostora. Celine su označene postavljanjem horizontalnih elemenata na različitim visinama. Ovaj koncept označavanja prostorne celine biće primenjen i u kasnijim fazama projekta u izmenjenom obliku, u skladu sa uslovima lokacije i celokupnim oblikovanjem objekta.



Slika 4. Privatnost u javnom prostoru

### 3.4. Studije volumena

Analiza volumena predstavlja formiranje forme objekta pod uticajem spoljnih parametara zadate lokacije i konceptualni odgovor na njih. Prvi korak definiše početni volumen koji prati spratnost susednog objekta koji će se u narednim fazama modifikovati. Naredni korak bio je definisanje površina javne namene i komunikacija u prizemlju objekta.

S obzirom na poziciju parcele prizemlje je ostalo otvoreno za komunikacije i sadržaje javne namene. Odnos prema platou Dimitrija Tucovića i pozicija parcele na sučeljavanju dve značajne ulice proizvela je zakošen ugao koji prati pravac kretanja i otvara direktne vizure ka platou.

S obzirom na veliku prometnost lokacije i neposredne blizine kružnog toka, formira se atrijumsko dvorište i sadržaj objekta se orjentiše ka njemu. Atrijumsko dvorište zamišljeno je kao ozelenjena površina privatnog karaktera ograđena od gradske buke sa mogućnošću prirodnog provetranja. Naredni korak analize volumena doveo je do povećanja spratnosti jednog dela objekta s obzirom na ograničenja parcele i moguću visinu buduće gradnje na ostatku parcele..



Slika 5. Spoljni uticaji i urbanistički parametri

### 3.5. Strukturalni model

Čelična konstrukcija korišćena je po obodu zgrade kako bi se ostvario utisak lagane forme otvorene namene i velike osvetljenosti. Betonsko konstrukcija nalazi se u jezgru objekta kako bi se stvorila veća privatnost i intimnija atmosfera, sa sistemom terasa i stepeništa. Na ovaj način stvoreni su prostori različitih karaktera koji su posledica odnosa između funkcija i materijalizacija konstrukcije.

Skeletna čelična konstrukcija sastoji se iz sistema stubova, greda ali i zakošenih stubova koji imaju funkciju ukrućivanja betonskog jezgra, čime se omogućava lebdeći volumen betonske opne.

Korišćenje materijala na ovaj način nije u potpunosti intuitivno, ali se time stvara sukobljavanje dve celine i mogućnost redefinisavanja asocijacija na konstruktivnu ulogu određenih materijala.



Slika 6. Rešenje konstrukcije

## 4. ZAKLJUČAK

Poces radionice na koju se odnosi ovaj rad podrazumeva netipičan proces projektovanja kroz niz vežbi čiji je fokus osmišljavanje različitih odnosa u arhitekturi. Početne vežbe bavile su se ispitivanjem pojedinačnih granica bez ulaznih parametara vezanih za lokaciju i jasnu funkciju čitavog objekta. Definisane teme bile su odnos terase i stambene jedinice, odnos radne i stambene jedinice, odnos javnog i polu-javnog prostora. Tek nakon ovih vežbi definisana je lokacija i namena objekta. Dalji tok rada podrazumevao je analizu volumena sa ulaznim parametrima kojima se standardni proces projektovanja bavi u prvobitnoj fazi definisanja koncepta. Cilj početnih vežbi bio je osmišljavanje mogućih konceptualnih odnosa različitih celina.

Ovako definisane ideje dalje je bilo moguće primeniti u odnosu na konkretnu lokaciju i namenu objekta. Sam proces radionice predstavlja neku vrstu eksperimenta u metodologiji projektovanja s obzirom na ograničenu količinu informacija u početnim fazama rada.

Iako ovakav postupak ne može naći potpunu primenu u praksi, njegov značaj leži u osmišljavanju novih veza i kvalitetnih mikroambijenata koji često budu zaboravljeni u formiranju koncepta standardnim metodama projektovanja.

## 5. LITERATURA

[1] Bayazit, N., *Investigating design*. Design Issues, 2004.

### Kratka biografija:



**Stefan Vujić** rođen je u Zaječaru 1992. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitektura odbranio je 2020.god. kontakt: stefanvujić92@gmail.com

**KREATIVAN HUB U KOMPLEKSU ELEKTROLUXA- PROJEKTOVANJE  
ENTERIJERA****CREATIVE HUB IN ELECTROLUX COMPLEX-INTERIOR DESIGN**

Nemanja Jović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – ARHITEKTURA**

**Kratak sadržaj** – Revitalizacijom kompleksa u HUB, dobili smo različite prostore koje direktno komuniciraju sa javnošću i publikom, kroz rad galerija, ateljea, coworkinga i drugih programskih prostora. Sam cilj projekta jeste funkcionalno rešenje kompleksa, stvaranje manjih ambijenta u kompleksu i na kraju sam dizajn prostora (materijali, osvetljenje). Reanimacijom prostora teži se stvaranju novog ambijenta koji će biti prijatan, kvalitetan prostor.

**Ključne reči:** Dizajn, enterijera, nameštaj, tekstura, boja

**Abstract** – With the revitalization of the complex in HUB, we got different spaces that directly communicate with the public and the public, through the work of galleries, studios, coworking and other program spaces. The goal of the project is a functional solution of the complex, the creation of smaller ambiances in the complex and finally the design of the space (materials, lighting). By reanimating the space by creating a new ambience that will be a pleasant, quality space.

**Keywords:** Design, interior, furniture, textura, colour

**1. UVOD**

Tema rada predstavlja revitalizaciju kompleksa Elektrolux u kreativni HUB. Komplex spada u industrijsko nasleđe i nalazi se u ulici Lasla Gala 32. Novi Sad. Tema predstavlja i enterijersko rešenje tri programa u kompleksu.

Zadatak projekta jeste osmisliti funkcionalnost prostora, da korisnici mogu ne ometano druge da koriste prostor. Dizajnom enterijera dobiti prijatnu atmosferu i ambijent, obezbediti dovoljne količine dnevnog osvetljenja uz kombinaciju veštačkog svetla.

Broj programa koji se nalazi u HUB zavisi isključivo od površine objekta. Projektni zadatak za HUB na Grbavici je uključivao programe za izdavanje prostora, izložbeni prostor, čitaonicu, kafe\_bar i prostor za administraciju.

**OBLAST ISTRAŽIVANJA**

Centar je mesto koje pruža prostor za edukaciju, stvaranje, izlaganje i takmičenje. Dolazi do povezivanja

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Ivana Miškeljin.**

pojedinića unutar centra, ali isto tako dolazi do spajanja sa drugim centrima.

Male su razlike između centara, uglavnom svi sadrže slične programe.

Administracija rukovodi i vodi računa o centru i korisnicima. Za većinu prostora potrebno je da bude član Hub-a, uglavnom su prostori za izdavanje. Prostori gde se ne dešavaju stalno neko zbivanja, uglavnom se projektuju kao multifunkcionalni, sala za predavanja, izložbeni prostor, prostor za radionice. Mogu se pojaviti i kancelarije za izdavanje raznim udruženjima, mladim firmama u razvoju. Hub-u najviše doprinose programi kao što su atelje, coworking, primaju najviše korisnika. Za korisnike je veoma bitan prostor čajna kuhinja i lounge zona, to je prostor gde mogu odmoriti i napraviti pauzu.

**2. PRISTUP TEMI**

Studija slučaja služi za analizu izvedenih projekata i enterijera. Da vidimo kako su se arhitekta suočili sa prednostima i nedostacima u prostoru, kakva su rešili funkcionalnost prostora i dizajn enterijera, koje su odabrali materijale, kako osvetljenje utiče na prostor. Na osnovu svega toga mi pronalazimo inspiraciju za svoj projekat i zato je studija slučaja veoma bitan detalj pri dizajniranju enterijera. Prikazani enterijeri za studiju slučaja su birani zbog njihovog dizajna, kombinacija materijala i osvetljenja u prostoru i funkcionalnosti prostora.

**Transforming Gallery**

Postavljanjem prozirnih pregrada koje se spuštaju sa plafona, arhitekta uspeva laku transformaciju prostora, promena visine plafona, definisane svetleće kutije, modularno svetlo, prostor za predgrađivanje. Prostor galerije je čist, zidovi su obrađeni u beloj boji, dok je pod odrađen od glaziranog betona. Sistem pokretnih prozirnih pregrada omogućava kontrolu svetlosti u prostoru i unapred programirani scenariji pregrada omogućavaju brze prostorne transformacije, čineći prostor fleksibilnim i prilagodljivim različitim namenama [1].

**Daily Coffeehouse**

Kafe se sastoji od dve zone. Prva zona je zona sa šankom a druga je prostor za sedenje. Da je kafe podeljen u dve zone to možemo uočiti kakav je dizajn u prostoru. Vidimo da je prva zona kafea dizajnirana u svetlijem tonu, korišćene su prirodne boje, drvo kao materijal i osvetljenje je dosta jače.

Druga zona je intimnija zona gde su korišćene malo tamnije boje i dosta manje osvetljenja u prostoru. Vidimo odličnu kombinaciju crvene, zelene boje sa drvetom [2].

#### Flamingo Shangai Office

Glavni pokretač za arhitekta je bila lokacija prostora, potkrovlje. Trebalo je poboljšati postojeće stanje i osmisliti prijatnu atmosferu. Korišćenjem open space sistem za kancelarije, krov se utapa u prostor i nije za sebe celina, već sve funkcioniše kao jedan prostor. Pruža se prelep pogled na konstrukciju krova i svi korisnici imaju dostupno prirodno osvetljenje. Zbog velikog broja otvora, svaki deo prostora dobija prirodno osvetljenje, arhitekta su imale mogućnost da koriste tamnije materijale. Pojavljuje se beton kao dominantan materijal u enterijeru.

Crna čelična konstrukcija krova i crno drvo su odlična kombinacija sa betonom. Pojavom svetlog drveta na zidovima prostor dobija novi oblik, osveženje u prostoru i razbija utisak hladne nijanse enterijera [3].

### 3. PROCES PROJEKTOVANJA

Analizom izvednih projekata, uvidamo prednosti i nedostatke pri projektovanju i dizajniranju. Zaključujemo da je odabir materijala, boja i osvetljenja najbitna stavka tj. kakvu kombinaciju mogu sve dati. Takođe je veoma bitno i ko su korisnici prostora, na osnovu toga možemo obratiti više pažnje na stvari koje su potrebne.

Veliku ulogu igra osvetljenje, ako je u pitanju prirodno osvetljenje ambijent je prijatniji, korisnicima je dosta komfornije u prostoru. Ako je veštačko, onda treba tražiti adekvatnu zamenu za prirodno. Kolorit u prostoru ne treba da bude napadan, uglavnom treba koristiti mirnije hladnije tonove. Kao i obrade plafona treba u svetlije tonove.

Tamniji tonovi daju utisak manjeg prostora, zatvaraju prostor. Ubacivanjem zelenila u prostor, dobijamo prijatnu atmosferu. Pri odabiru zelenila treba voditi računa koje zelenilo može u prostor, koliko zahteva prirodnog osvetljenja.

#### 3.1. Koncept

Koncept K. Huba je da se sastoji iz tri celine-objekta koje su međusobno povezane. Prvu celinu-objekat mogu svi stanovnici grada da koristi, i ako nisu članovi K. Huba, dok ostale dve celine uglavnom mogu da koriste samo članovi Huba.

Prva celina-objekat i jedini koji gleda na ulicu, je organizovan tako da u prizemlju ima galerijski prostor, salu za sastanke i kancelariju za administraciju. Galerijski prostor se nastavlja na kafe\_bar (druga celina-objekat). U prizemlju trećeg objekata nalazi prostor promenljive namene, može da služi za radionice, predavanja, kao izložben prostor..

Na prvom spratu u prvom delu se nalazi kancelarije za udruženja, sala za sastanke, biblioteka i čitaonica. Biblioteka sa čitaonicom se nadovezuje na čajnu kuhinju, lounge zonu koja služi za odmor, gde se korisnici Huba mogu odmarati družiti se sa drugim korisnicima i ona se nalazi u drugom delu kompleksa. Takođe na prvom spratu

se nalazi i prostor za rad, coworking koji se izdaje po potrebi korisnika.

Na drugom spratu Huba nalaze se celi prostori za izdavanje. Uglavnom su to prostori za male firme, koje su u razvoju ili tek počinju sa radom. Prostor je namenjen za arhitektonski biro i studio za grafički dizajn. Oba lokala imaju ulazni prostor, prostor za rad, salu za sastanke, razlika je samo u tome što arhitektonski biro sadži i prostor za pravljenje maketa, maketarnicu.

#### 3.2. Galerijski prostor

Galerijski prostor nalazi se u prizemlju kompleksa. Prostor ima pogled na ulicu Lasla Gala i stvara se mogućnost privlačenja ljudi sa ulice kad je u pitanju izložba, manifestacija. Pored galerije, imamo i recepciju, portirnicu koja služi za kontrolu cirkulacije ljudi. Plan galerije je slobodan, uglavnom služi da sam umetnik određuje kakvu vrste izložbe želi. Osvetljenje je postavljeno u vidu track lights, da bude na trakama i da se pomera u zavisnosti od postavke izložbe. Prostoru je dostupno i dnevnom osvetljenje preko ogromnih otvora na prednjoj fasadi. U slučaju da dnevno svetlo narušava izgled postavke, tu su i zavese o jačeg materijala, pliša da zaustave prodiranje dnevnog svetla u prostor.

U galeriji se pojavljuje i ogroman zid, koji ima ulogu konstruktivnu. Isto tako može umetnicima služiti kao deo postavke, da li u vidu murala, tapete ili kao postavka okačena na zid, slika 1. Obrada zidova je ostavljena u beloj boji, nema nikakvih detalja na zidovima, da bi fokus korisnika prostora bila na izložbu. Obrada poda je glazirani beton, i predstavlja odličnu kombinaciju sa belom bojom. Što se tiče nameštaja, postavka za izložbu je promenljiva, i u zavisnosti od izložbe ona se postavlja ili sklanja. Tu su i stolice, koje uglavnom služe za odmor ili ako neko želi da sedi i da posmatra postavku, lako su pomerljive pa ih je lako i kontrolisati u prostoru.



Slika 1. Prikaz na galerijski prostor

#### 3.3. Kafe\_Bar

Kafe\_Bar nalazi se u prizemlju dvorišta kompleksa. Uglavnom služi za korisnike Huba, ali isto tako postoji mogućnost da koriste i drugi ljudi. Kafe služi i kao topla veza između objekata. Nadovezuje se na galeriju, za vreme kulturnog događaja, izložbe, manifestacije kafe\_bar može služiti kao mesto spremanje koktela i gdje bi ljudi došli i uslužiti se.

Sastoji se od prostora za goste i pomoćne prostorije. Prostor za goste deli se u dve zone, prva zona je šank i druga je prostor za sedenje. Šank ima kapacitet 10 ljudi, a prostor za sedenje oko 30-40 ljudi, u zavisnosti od potrebe

za određene događaje dolazi do mogućnosti povećanja broja kapaciteta ljudi, slika 2.



Slika 2. Prikaz na kafe\_bar

Sam oblik prostora i njegova konstrukcija su definisali poziciju i dimenzije šanka. Šank ima kapacitet od 10. stolica, iznad sedenja nalazi se polica koja se spušta sa plafona. Postavljanjem police iznad sedenja postavlja se jasna granica šanka, a postavljanjem zelenila na njoj doprinosi se prijatnijoj atmosferi u prostoru. Radna površina šanka je od drveta u kombinaciji sa metalnom crnom lajsnom. Zid koji nosi radnu površinu je obložen dekorativni limom ofarbanim u plavu boju.

Ostatak prostora je funkcionalno popunjen prostorom za sedenje u kombinaciji sa zelenilom. Pod je odrađen u glaziranom betonu, zidovi su odrađeni u kombinaciji beton i boje RAL 1034. Prostoru je dostupno prirodno osvetljenje, šank je dodatno osvetljen sa led trakom postavljenoj u polici iznad sedenja, a prostor je osvetljen i sa ugradnim svetlom i visilicama okačenim na različitim visinama. Većina nameštaja je dizajnirana po meri, autorско delo. Dizajn barske stolice pripada Loft design studio, dizajn stolice za nisko sedenje je Tonet chair.

### 3.4. Coworking prostor

Coworking nalazi se u trećem objektu na prvom spratu. Prostor Huba se izdaje na mesec, više meseci ili godinu, sve zavisi od korisnika. Sastoji se od ulaznog hola, sala za sastanke i prostora za rad. Ulazni hol ujedno služi kao čekaonica, i nadovezuje se na dve sale za sastanke, u prostoru se nalaze i dva phone booth-a koji služe za sastanke preko interneta. Prostor za rad se deli na dve celine, rad za stolu i malo opuštenija varijanta gde postoji mogućnost rada na sofi tj. ležernijem nameštaju. U prostoru se nalaze i ormarići koji služe korisnicima za odlaganje stvari, ujedno služi kao vizuelna preprika, pojavljuju se betonski stubići koji imaju istu ulogu pregrade, takođe služe kao pomoć konstrukciji.

Kapacitet coworkinga je preko 30 korisnika. Objekat se u istoriji bavio se industrijom, pa je dizajn prostora odrađen u industrijskom stilu, pod u betonu, crni metal. Dodavanjem zelenila, prostor dobija na kvalitetu. Obrada zidova je kombinacija betona i boje RAL 5013. Coworking je osvetljen i prirodnim i veštačkim osvetljenjem, slika 3. Veštačko osvetljenje se sastoji od visilica i track lights. Visilice su postavljene iznad radnih površina, track lights se nalaze iznad hodnika i po potrebi mogu se pomerati. Većina nameštaja je dizajnirana po meri, ormarići stolovi su dizajnirani baš za coworking u

industrijskom stilu, autorsko delo. Dizajn radne stolice pripada studiju Lievore Altherr Molina.



Slika 3. Prikaz coworking prostor

## 4. ZAKLJUČAK

Objekat u istoriji se bavio industrijom, želići da ostavim duh prošlosti makar kroz enterijer, ako nije programski, enterijer je odrađen u idnustrijskom stilu, uglavnom fine kombinacije hladniji tonova sa betonom i zelenim u prostoru.

Enterijer Kreativnog Huba je odrađen u industrijskom stilu.

## 5. LITERATURA

- [1] Archdaily ([https://www.archdaily.com/939679/transforming-gallery-jroc-design?ad\\_source=myarchdaily&ad\\_medium=bookmark-show&ad\\_content=current-user](https://www.archdaily.com/939679/transforming-gallery-jroc-design?ad_source=myarchdaily&ad_medium=bookmark-show&ad_content=current-user))
- [2] Archdaily ( [https://www.archdaily.com/914476/daily-coffeehouse-sivak-and-partners/5ca7783d284dd1e433000342-daily-coffeehouse-sivak-and-partners-photo?ad\\_source=myarchdaily&ad\\_medium=bookmark-show&ad\\_content=current-user](https://www.archdaily.com/914476/daily-coffeehouse-sivak-and-partners/5ca7783d284dd1e433000342-daily-coffeehouse-sivak-and-partners-photo?ad_source=myarchdaily&ad_medium=bookmark-show&ad_content=current-user))
- [3] Archdaily ([https://www.archdaily.com/521451/flamingo-shanghai-office-neri-and-hu-design-and-research-office?ad\\_source=myarchdaily&ad\\_medium=bookmark-show&ad\\_content=current-user](https://www.archdaily.com/521451/flamingo-shanghai-office-neri-and-hu-design-and-research-office?ad_source=myarchdaily&ad_medium=bookmark-show&ad_content=current-user))

### Kratka biografija:



**Nemanja Jović** rođen je u Faidu, Švajcarska 1995. god. Osnove studije arhitekture na Fakultetu tehničkih nauka je upisao 2014. godine, a završio 2019. Iste godine upisuje master smer na Fakultetu tehničkih nauka – Dizajn enterijera.

kontakt:  
nemanjaarh95@gmail.com

**PRIMENA PROCEDURALNIH MAPA U VIZUALIZACIJI ENTERIJERA**  
**APPLICATION OF PROCEDURAL MAPS IN INTERIOR VISUALIZATION**Ljupka Radosavljević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ARHITEKTURA I URBANIZAM****Kratak sadržaj** – Tema ovog istraživanja bavi se mogućnostima i analizom generisanja PBR (eng. *Physically Based Rendering*) materijala kamena.**Ključne reči:** *Materijali, teksturisane, PBR.***Abstract** – *The topic of this research deals with the possibility and analysis of generating PBR (Physically Based Rendering) stone materials.***Keywords:** *Materials, texturing, PBR.***1. UVOD**

Bilo da se radi o 3D umetnicima koji se bave vizuelnim efektima (eng. VFX-Visual effects, Visual FX) ili umetnicima koji se bave računarski generisanim slikama (eng. CGI-Computer Generated Imagery), svi oni teže ka tome da stvore okruženje realističnog izgleda.

Danas postoji mnogo novih tehnika teksturisane koje znatno ubrzavaju i olakšavaju rad. Iz dana u dan nove tehnologije i softveri se sve više razvijaju, što 3D umetnicima (VFX, CGI) znatno olakšava dobijanje fotorealističnih slika.

**1.1. Oblast i tema istraživanja**

Kao što je A. Kumar izneo u svom delu „Beginning PBR Texturing“, u računarskoj grafici tekstura je digitalni prikaz izgleda neke površine. Postoje dve vrste tekstura:

- 2D teksture ili teksture bitmapa
- 3D teksture ili proceduralne teksture

Do nedavno su teksture pravljene ili uz pomoć analognih fotografija ili kao ručno pravljene digitalne fotografije (bitmape). One podrazumevaju posebno podešavanje kanala koji utiču na realističnost nekog materijala. Ti kanali koji se najčešće koriste su refleksija/refrakcija, boja i ispupčenja odnosno neravnine na geometriji.

U današnje vreme, razvojem novih alata i tehnologija omogućeno je da se koristi 3D tok rada (eng. *Workflow*)<sup>1</sup> za teksturisane, koji postaje sve popularniji jer je intuitivan i lak za razumevanje. Da bi se koristio potrebno je da postoji nekoliko vrsta tekstura mapa, koje zajedno čine materijal.

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Marko Jovanović, docent.**

<sup>1</sup> Tok ili proces rada (eng. *Workflow*) - Workflow softverske aplikacije podrazumevaju delimičnu ili potpunu automatizaciju procesa.

Mape koje su potrebne za stvaranje nekog materijala, generišu se istovremeno na osnovu neke procedure i rade na osnovu PBR (eng. *PBR-physical base rendering*) pristupa.

Isti autor (A. Kumar) ističe da je proceduralno teksturisane postupak stvaranja teksture koja je bila generisana parametarski korišćenjem algoritama i kombinacijom mapa i maski za generisanje manjih detalja. Nedostatak ovog metoda teksturisane je što mu nedostaje ljudska procena za tačno postavljanje efekata na teksturu [1], što se može videti na slici 1.



Slika 1. – levo) *Tradicionalni*; desno) *PBR način teksturisane*

Tema ovog istraživanja biće primena novih naprednih alata za teksturisane geometrije primenom PBR pristupa u svrhu što realističnijeg prikaza arhitektonskih vizuelizacija.

**1.2. Pregled stanja u oblasti**

Razvojem tehnologije u svetu, posebno poslednjih par decenija, razvijaju se i sve napredniji alati za teksturisane geometrije, kojih je iz dana u dan sve više. Ponuda mnogobrojnih softvera 3D umetnicima znatno olakšava rad, ali pitanje je kako doneti pravu odluku u odabiru najadekvatnijeg za postizanje željenog cilja. Stoga je potrebno sagledati ne samo postojeće softvere i pristupe za teksturisane, već i njihovu primenu u arhitekturi za postizanje odgovarajućeg efekta.

**1.2.1. Pristupi teksturisane**

U prošlosti su se materijali pravili pomoću „tradicionalnog“ pristupa teksturisane, što je podrazumevalo da se ne dodaje samo slika, već se moralo uticati i na geometriju (bump i displacement mape<sup>2</sup>). Svaka mapa je morala da se pravi posebno.

<sup>2</sup> Mape neravnina (eng. *Bump maps*) – mape koje stvaraju iluziju udubljenja i ispupčenja na površini 3D modela. Budući da su detalji koje one stvaraju „lažni“, ne utiču na oblik geometrije 3D modela za razliku od displacement mapa (eng. *Displacement maps*). Kao što sama reč kaže one fizički premeštaju mrežu 3D modela na koju su primenjene.

U današnje vreme postoji dosta softverskih aplikacija u oblasti 3D *real-time* teksturisiranja kao što su Mari (*eng. Mari*), Kviksel suit (*eng. the Quixel suite*), Kviksel mikser (*eng. Quixel Mixer*), BodiPejnt 3D (*eng. BodyPaint 3D*), ArmorPejnt (*eng. ArmorPaint*), i drugi. Neki od njih nude besplatne verzije, ali je skup funkcionalnosti veoma ograničen, zbog toga će fokus daljeg istraživanja biti na Adobe-ovom paketu Sabstans (*eng. Substance*) proizvoda za generisanje tekstura.

### 1.2.2. Adobe paket Substance proizvoda

Adobe-ov paket koji sadrži četiri Substance proizvoda za kreiranje PBR tekstura, a to su: Sabstans pejnter (*eng. Substance Painter*), Sabstans dizajner (*eng. Substance Designer*), Sabstans alhemist (*eng. Substance Alchemist*) i Sabstans sors (*eng. Substance Source*). U nastavku teksta će se koristiti strani nazivi kako se ne bi izgubilo na razumevanju o kom softveru se piše. Ono što je zajedničko svima njima jeste izuzetna moć i sloboda u pravljenju materijala, ali takođe svaki od njih služi jedinstvenoj svrsi. Kako bi se bolje shvatila svrha svakog od njih biće opisane neke od glavnih karakteristika:

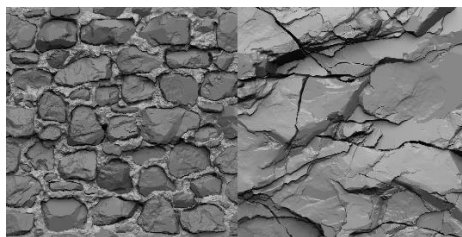
- a) Substance Painter omogućava korisnicima kreiranje PBR tekstura koristeći ručno slikanje. Takođe bitna stvar je što omogućava da se skroz zaobiđe proces anvrepopovanja (UVW Unwrap)<sup>3</sup> odnosno mapiranje koje u većini situacija zna da bude komplikovano za upotrebu. Sadrži pametne materijale koji se prilagođavaju bilo kom predmetu. Postoje i unapred podešene maske koje se takođe prilagođavaju bilo kom obliku. Za potrebe generisanja materijala se ipak koriste neki od drugih paketa kao što je Alchemist.
- b) Na osnovu „base“ materijala, dodavanjem nekih od filtera u okviru Substance Alchemist-a, moguće je na jednostavan način dobiti složene 3D materijale. Pruža dosta mogućnosti i u kombinovanju/mešanju 3D materijala. Uz pomoć ovog produkta, do 3D materijala veoma lako može da se dođe i uz pomoć 2D referentne fotografije. Uklanjajući senke dolazi se do visokokvalitetnog 3D materijala. Veliki izbor ovako generisanih materijala moguće je pronaći u okviru Source dodatka.
- c) Substance Source predstavlja biblioteku materijala koju su stvorili specijalisti i umetnici svetske klase. Materijali unutar biblioteke su kompatibilni sa svim glavnim aplikacijama za kreiranje digitalnog sadržaja. Oni predstavljaju dobru osnovu u izboru odgovarajućeg materijala, ali uz pomoć velikog broja parametara koje nam pruža, moguće je dovesti material do najpreciznijih potreba. Ukoliko Source biblioteka materijala i mogućnost modifikovanja parametara ne zadovolji potrebe korisnika, Substance Designer pruža potpunu slobodu i kontrolu nad kreiranjem materijala.
- d) Substance Designer je alat koji omogućava

<sup>3</sup> UVW – predstavlja 2D mapu koja je „odmotana“ (*eng. Unwrapped*) sa nekog 3D modela. U i V predstavljaju koordinate 2D ravni, dok je W komponenta treće dimenzije.

korisnicima izradu tekstura kreirajući ih od nule, kao i apsolutnu kontrolu nad onim što žele da stvore. Moguća je kombinacija velikog broja unapred podešenih filtera, alata, mapa, pametnih maski itd. za proceduralne tokove posla. Moguće je pristupiti izvorima bilo kog filtera i izmeniti ga. Upotreba Substance Designer-a iz dana u dan sve više raste. Pored industrije video igara i filma, sve više se koristi i u dizajnu automobila, modi i arhitekturi.

U Substance Designer-u, kao i drugim 3D *real-time* aplikacijama namenjenim za generisanje tekstura, omogućeno je da se teksture generišu odjednom i to od hajt mapa (*eng. Height map*<sup>4</sup>). Takođe, omogućeno je i automatsko dobijanje boja. Mape za dobijanje boja kreću se od monohromatskih (*eng. Grayscale*<sup>5</sup>) do mapa u boji.

PBR standardi omogućavaju da materijali izgledaju tačno i prirodno. Ipak da bi neki material izgledao što preciznije, ponekad nije dovoljan samo neki od Substance proizvoda da bi taj cilj bio zadovoljen. U daljem radu biće korišćena kombinacija ZBrush-a (programa za modelovanje i vajanje skulptura) i Substance Designer-a. ZBrush je prvenstveno namenjen za modelovanje karaktera u svrhu industrije video igara i filmske industrije. Osim toga, može imati velikog udela i u modelovanju nekih objekata u svrhu arhitekture, kao što su na primer kameni zidovi (Slika 2.).



Slika 2. Primeri modelovanja kamena u Zbrush-u

Pomoću programa za renderovanje Marmoset Toolbag-a može se prikazati krajnji rezultat generisanja teksture. Toolbag je program koji sadrži sve što je potrebno za usavršavanje izgleda, dizajna i prezentovanja 3D modela.

Kako bi se na adekvatan način prikazali dobijeni rezultati u širem kontekstu potrebno je da postoji odgovarajuća scena. Pošto proceduralni materijali imaju izuzetno veze sa prirodom, kako bi se uklopili u određenu scenu, potreban je određen koncept, od kojih je odabran tzv. biofilni dizajn.

### 1.2.3. Biofilni dizajn

Ljudski afiniteti prema prirodi mogu mnogo da utiču na transformaciju životnog prostora. O tome svedoči biofilija - iskonska ljudska potreba za povezanošću i usklađenošću sa prirodom. Odatle i pojam biofilni dizajn.

Primer biofilnog dizajna može biti projektovanje kuće oko postojećeg drveta, proširenje stenovitog zida unutar

<sup>4</sup> U kompjuterskoj grafici Height mapa predstavlja rastersku sliku. Svaki piksel čuva vrednosti, kao što su podaci o visini površine za 3D prikaz. Izračunava pomeranje geometrijskog položaja tačke po strukturanoj površini.

<sup>5</sup> Mapa sa paletom sivih nijansi, od bele do crne, kao što se koristi u monohromatskim ekranima ili štampačima.

zgrade, lokalni kamen koji se koristi kao završna obrada zida itd. Dekor takođe predstavlja bitan detalj biofilnog dizajna. Motivi kao što su lišće, grane, stene, školjke, mogu doprineti osećaju i bliskosti sa lokacijom ili područjem u kojem se enterijer nalazi.

Kameni zidovi (Slika 3.) unose jednostavnost u komplikovane prostore, dodaju prirodnu dobrotu modernom enterijeru i omogućavaju da se doda tekstura i jedinstvenost domovima u kojima dominira moderna monotonija.



Slika 3. levo) Projekat Norveškog studija „Mir“; desno) Projekat „móto Design“ studija

### 1.3. Problem istraživanja

Kako bi se bolje shvatila potreba za novim proceduralnim pristupom generisanja tekstura, potrebno je osvrnuti se na prethodni tradicionalni način rada. Glavni problem sa tradicionalnim načinom je što se refleksija primenjuje na celom objektu, zanemaruje se Frenelova teorija<sup>6</sup> o ponašanju svetlosti. Potrebno je bilo ručno unositi sadržaj osvetljenja, odsaja ili senki direktno u svoje teksture, tako što su se hrapava područja potamnivala, a sjajna posvetlivala. Pomenuti problem rešava PBR pristup, koji imitira ponašanje svetlosti u odnosu na bilo koju površinu. To je ujedno i prednost PBR pristupa, jer postoje dinamički izvori svetlosti sa tačnim ambijentalnim difuznim (eng. *diffuse*) i spekularnim (eng. *specular*) refleksijama<sup>7</sup>.

### 1.4. Cilj istraživanja

Nakon analiza neophodnih za ovaj rad, fokus će biti na daljem ispitivanju integrisanog pristupa generisanja PBR materijala, kombinovanjem proceduralnog (Substance Designer) i manualnog (Zbrush) kako bi se dobili što realističniji rezultat za optimalan utrošak vremena.

## 2. METODE RADA

U metodama rada fokus će biti na pravljenju različitih kamenih materijala za mogućnost primene u biofilnom

<sup>6</sup> Augustin-Jean Fresnel, 1788-1827, francuski inženjer i fizičar – opisuje ponašanje svetlosti na prelazu između dve sredine sa različitim indeksima prelamanja [2].

<sup>7</sup> U modernim BRDF (eng. *bidirectional reflectance distribution function*) modelima postoje dva različita tipa refleksija: difuzna (eng. *diffuse*) i spekularna (eng. *specular*). U prirodi oba tipa su posledica Frenelove refleksije. Spekularne refleksije se dešavaju kada se svetlosni zrak pretežno odbije od ravne, glatke površi i reflektuje u samo jednom smeru, koji je određen pravcem u kojem se kreće zrak svetla i normalom na površ na mestu odbijanja. Sa druge strane, pri difuznoj refleksiji se jedan zrak može reflektovati u proizvoljnom smeru, s tim što su neki smerovi zastupljeniji u odnosu na druge [2].

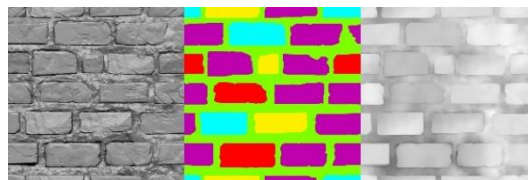
dizajnu. U svrhu istraživanja potrebno je bilo opredeliti se za nekoliko vrsta različitih geometrija koje imaju široku primenu, kao na primer: a) „fini“ oblici za potrebe nekih malterisanih zidova ili kamena sa takvom teksturom, b) grubih i oštih kao što su stene, ili c) oblici opeka koji se najčešće i koriste u arhitekturi. Modelovanje geometrije, posebno tako specifične, predstavlja složen zadatak. Upotreba ZBrush-a nudi dobre mogućnosti za precizno i detaljno modelovanje u kombinaciji sa PBR pristupom generisanju materijala.

### 2.1. Modelovanje

Sa širokim izborom alata i četkica ZBrush omogućava dobijanje skulpture sa fizički tačnim informacijama na *height* i *ambient occlusion* mapi. Četkice koje su korišćene u svrhu modelovanja su neke od osnovnih četkica u okviru LajtBoks (eng. *LightBox*) panela, kao što su MaletFast (eng. *MalletFast*), TrimSmutBorder (eng. *TrimSmoothBorder*), PlanarRekt (eng. *PlanarRect*). Osim modelovanja sa pomenutim četkicama, određene neravnine na ciglicama dodate su pomoću Alfe (eng. *Alpha*)<sup>8</sup>.

Nakon završenog dela sa modelovanjem (Slika 4.levo), ciglicama su pojedinačno dodeljivane različite boje, kao i malteru između. Potrebno je dodeliti flet kolor (eng. *Flat color*) materijal kako bi paleta izabranih boja bila prepoznatljiva u bilo kom drugom programu za teksturisiranje. Eksportovanjem celokupnog modela sa flet kolor materijalom, kao 2D fajla sa psd ekstenzijom, dobija se kolor maska (Slika 4.sredina).

Height mapa (Slika 4.desno) koja daje informacije o geometriji modela, takođe je dobijena iz ZBrush-a, tako što je celokupna geometrija eksportovana kao fajl sa obj ekstenzijom. Zajedno sa kolor maskom predstavljaju polaznu tačku u daljem procesu teksturisiranja u Substance Designer-u.



Slika 4.levo) Modelovanje; sredina) Color maska; desno) Height mapa;

### 2.2. Teksturisiranje

Nakon dobijanja height i color maske, prelazi se na fazu teksturisiranja. PBR teksture funkcionišu tako što se na početku odredi da li je nešto hrapavo ili ne. Kada se odrede potrebe materijala, potrebno je postaviti odgovarajuće autpute (eng. *outputs*).

Da bi se omogućio izlazni parametar height mape, pored same postavke potrebno je prilagoditi još neke od podešavanja parametara. Najpre, u 3D prikazu treba omogućiti teselaciju.

Svakoj boji iz kolor maske, dodata je posebna Grayscale mapa, koja će omogućiti posebno dodavanje Gradient mapa (filter koji zamenjuje grayscale tonove mapiranjem

<sup>8</sup> Alpha u Zbrush-u predstavlja grayscale mapu. Intenzitetom sive boje oslikava se nivo izbočina ili udubljenja na geometriji (kao što je to kod bump ili displacement mapa).

gradientom boje) svakoj od njih, kao i promenu HSL parametara<sup>9</sup> (*eng. Hue, Saturation, Lightness*), što će uticati na izlazni parametar base color-a.

Širok izbor šumova (*eng. noises*) unutar biblioteke, omogućava da se što više približi određenim potrebama koje generisana tekstura zahteva. Čvor koji se najčešće koristi u toku procedure stvaranja je blend filter. On omogućava mešanje dva odvojena ulaza sa maskom neprozirnosti (*eng. Opacity*).

Na osnovu iste procedure, mešanjem mapa šumova i potrebnih maski, uz pomoć nezaobilaznog blend filtera, postignuto je da se omoguće izlazni parametri height i normal mape, mape hrapavosti i ambijentalne okluzije. Kojom kombinacijom mapa i maski će se koristiti, kao i vrednosti njihovih parametara, zavisi od toga kakav je efekat neravnina geometrije potrebno postići, a kakav hrapavosti ili senčenja.

### 2.3. Rezultati

Krajnji rezultat izgenerisanih tekstura sva tri tipa kamena prikazan je pomoću Marmoset Toolbag-a (Slika 5.).



Slika 5. levo) kamene ciglice; sredina) kamen kao imitacija „finog“ maltera; desno) oštra stena;

Da bi se dobijeni materijali prikazali u širem kontekstu, scena se postavlja u Autodesk-ovom programu za modelovanje i animaciju - 3DS Max-u.

Za potrebe prikazivanja dobijenih rezultata u 3DS Max-u, koristiće se scena kupatila kroz koju će biti prikazani rezultati sva tri primera kamena. Većinu scene zauzima zid na koji će se primenjivati generisani materijali. Osim toga, na sceni su primetni pod, kada, prozor koji odaje okolinu scene. Kako bi se vreme renderovanja najbolje uporedilo, sadržaj scene će ostati gotovo nepromenjen kao i kadar i rezolucija slike.

S obzirom da je pri postavljanju scene inspiracija bio biofilni dizajn, ono što će se menjati kroz primere jesu materijali. Pored kombinovanja materijala, potrebno je voditi računa i o okolini u kojoj se scena nalazi.

U nastavku (Slika 6,7,8) su prikazani finalni renderi sva tri tipa generisanih tekstura kamena u okviru scene enterijera kupatila.



Slika 6. Zid sa kamenim ciglicama



Slika 7. Zid kao imitacija „finog“ maltera



Slika 8. Zid kao imitacija oštre stene

Zaključeno je da preciznost senčenja i detalji u vidu neravnina na proceduralno generisanim PBR materijalima ne utiču na to da proces renderovanja bude sporiji.

### 3. ZAKLJUČAK

Zaključeno je da PBR pristup, osim toga što pruža realistične prikaze, takođe ima prednost i što se tiče performansi kao što je vreme trajanja rendera. Rezultati su pokazali da ovako generisani PBR materijali pružaju optimalni utrošak vremena. Optimalno vreme trajanja rendera arhitektama i 3D umetnicima štedi vreme za druge bitne stvari u procesu stvaranja visokokvalitetnih projekata.

### 4. LITERATURA

[1] Abhishek Kumar “Beginning PBR Texturing Learn Physically Based Rendering with Allegorithmic’s Substance Painter” (pristupljeno 9.09.2020).

[2] Diplomski rad “Poredjenje metoda za računanje koeficijenata Frenelove refleksije u programima za senčenje“, Srđa Štetić-Kozić, 2014. (pristupljeno 2.10.2020).

[https://rti.etf.bg.ac.rs/rti/ms1rg2/materijali/dodatni/SrdjaSteticKozic-diplomski\(2014\).pdf](https://rti.etf.bg.ac.rs/rti/ms1rg2/materijali/dodatni/SrdjaSteticKozic-diplomski(2014).pdf)

#### Kratka biografija:



**Ljupka Radosavljević** rođena je u Rumi 1993. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitekture i urbanizma - Digitalne tehnike, dizajn i produkcija odbranila je 2020.god.  
kontakt:  
[ljupka.radosavljevic@yahoo.com](mailto:Ljupka.radosavljevic@yahoo.com)

<sup>9</sup> HSL (*eng. Hue, Saturation, Lightness*) – podešavanje nijanse, saturacije i količine osvetljenosti.

**MULTIFUNKCIONALNA REVITALIZACIJA FABRIKE TEKSTILA „CVETA DABIĆ”  
U UŽICU****MULTIFUNCTIONAL REVITALIZATION OF TEXTILE FACTORY “CVETA DABIC”  
IN UZICE**

Nataša Bošković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast- ARHITEKTURA**

**Kratak sadržaj** – *Ovaj rad istražuje pojam multifunkcionalne revitalizacije, analizirajući napušteni fabrički kompleks tekstilne industrije Cveta Dabić koja se nalazi u Užicu. Izvršena je analiza razvoja fabrike kroz istoriju nakon čega se vrši transformacija kompleksa u svrhu funkcionalne iskorišćenosti i adekvatne prenamene prostora. Zbog toga je prostor podeljen na nekoliko segmenta koji su međusobno povezani. To su: sportsko- rekreativna hala, javna garaža, objekat kulture, multifunkcionalna tržnica, poslovni i kreativni prostor sa komercijalnim sadržajima i igraonica.*

**Ključne reči:** *multifunkcionalni prostor, revitalizacija, fabrika*

**Abstract** – *This paper explores the notion of multifunctional revitalization, analyzing the abandoned factory complex of textile industry Cveta Dabić located in Užice. The development of the factory throughout the years has been analyzed, which caused the complex's transformation to fit functionality and adequate space usage. Therefore, the space is divided into several segments that are interconnected. These are: sports and recreational hall, public garage, cultural facility, multifunctional market hall, business and creative hub with commercial facilities and playroom.*

**Keywords:** *multifunctional space, revitalization, factory*

**1. UVOD****1.1 Pojam revitalizacije**

Revitalizacija podrazumeva vraćanje u život, kao metodološki pristup primenjuje se na nepokretna kulturna dobra kod kojih se moraju rešavati problemi njihove funkcije i potencijala u savremenim uslovima [1]. Kao odabrani metod biološke zaštite bavi se temom očuvanja graditeljskog nasleđa i oživljavanjem napuštenih ili zaboravljenih objekata i spomenika kulture.

**1.2 Pojam multifunkcionalnosti prostora**

Multifunkcionalni prostor opisuje se kao istinska integracija u vremenu i prostoru koja predstavlja prostor višestruke svrhe na jednom mestu. Ovakvi prostori mogu doprineti privlačenju i vitalnosti različitih zajednica, što im omogućava da deluju kao inkubatori za nove ideje, razmenu znanja, zajedničko iskustvo i eksperimentisanje [2].

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Marko Todorov.**

**1.3 Pojam industrijskog nasleđa**

Industrijsko nasleđe čine ostaci industrijske kulture koji imaju istorijsku, arhitektonsku, tehnološku i naučnu vrednost, a čine ih industrijske zgrade, pogoni, fabrike, mašine, rudnici, infrastruktura, stambeni objekti za radnike i drugo. Arhitektonsko značenje industrijskog značaja nasleđa se ogleda u kreiranju tipične arhitekture i primerima konstruktivnih sistema i materijala, zbog toga čvrstoća i trajnost, kao i veliki slobodni unutrašnji prostori, čine ove objekte izazovnim za korišćenje. Kako kulturni turizam postaje sve popularaniji, posebno interesovanje usmerava na industrijsku prošlost pojedinog mesta i nekadašnji industrijski kompleksi postaju posećenije lokacije [3].

**2. PREDMET I CILJ ISTRAŽIVANJA**

Revitalizacija napuštenog industrijskog kompleksa svodi se na proučavanje fenomena multifunkcije objekta odnosno spomenika kulture kojem je prethodilo istraživanje istorijskih okolnosti i analiza postojećeg stanja. Zadatak je bio transformisati kompleks tako da funkcioniše kao tekući prostor sa jasno definisanim segmentima namene prostora. Samim tim, kompleks kao fizička struktura, uokviruje, artikuliše, vezuje, daje na značaju i spaja interesovanje okoline kroz održivu upotrebu. Zbog toga je rad proistekao iz dve faze:

1. Istraživački rad - podrazumeva kompletnu analizu objekta od društveno - istorijskog i tehnološkog konteksta i korišćenja do analize postojećeg stanja i ukazivanja na najveće nedostatke, oštećenja i propadanje fabričkog kompleksa.

2. Projektantski rad - podrazumeva postavljanje parametara i faktora koji utiču na novoprojektovano enterijersko rešenje i potencijalnu namenu prostora u kompleksu.

Cilj istraživanja jeste zadržati stari karakter prostora čija namena i funkcija treba da obezbede održivi razvoj kako objekat ne bi ostao prepušten samom sebi a čiji će dizajn stvoriti prijatnu atmosferu i boravak u datom prostoru. Kroz postavljanje organizacione šeme dato je adekvatno rešenje koje objašnjava arhitektonsku teoriju i praksu kroz funkciju, konstrukciju i formu.

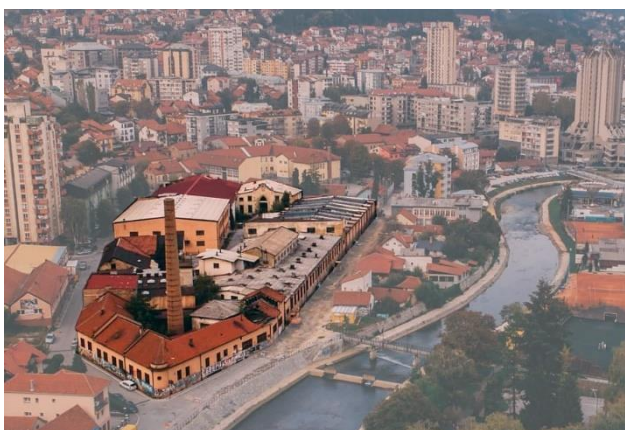
**3. ISTRAŽIVAČKI RAD****3.1 Analiza istorijsko - arhitektonskih vrednosti fabrike**

Istoriju jednog kraja čine pojedinačne istorije organizacija, društava, ustanova, preduzeća, klubova, zajedno sa

akterima koji su u njima radili. Ova tvrdnja se najbolje ilustruje kroz istorijat Prve užičke tkačke radionice, odnosno tekstilnog zavoda Cveta Dabić, tačnije fabrike "Froteks" u Užicu, koja je kroz skoro čitav vek, od osnivanja do zvaničnog prestanka rada, pisala značajnu istoriju vrednu pažnje i pomena.

Objekti koji čine fabrički kompleks pozicionirani su tako da, svojom strukturom i volumenom, predstavljaju zatvoreni blokovski prostor. Na osnovu istorijskih izvora i činjenica, kako se industrija razvijala, objekti su se nadograđivali, proširivali, a građeni su i novi objekti koji su povezivani sa već postojećim.

Prema mnogim autorima tekstova o industrijskom nasleđu, izgled industrijskih objekata lišen je estetskih vrednosti, jer je namenjen za tehnologiju proizvodnog procesa. Sa druge strane, postoje mnoge industrijske građevine koje poseduju značajne arhitektonsko - stilske vrednosti iako je integralni deo strukture namenjen funkcionalnom procesu. Svaki od perioda u kome se ovaj kompleks razvijao ostavio je sopstveni morfološki stil koji je na kraju uokvirio kompleks i učinio ga prepoznatljivim u urbanoj strukturi grada. Najupečatljiviji objekat je "skrivena" zgrada iz 1901. godine, koja se može sagledati kada se pristupi u fabrički kompleks i predstavlja objekat od kulturne važnosti sa vrlo bitnim istorijsko - stilskim karakteristikama, koji pored dimnjaka predstavlja reperno mesto u analiziranom području [4].



Slika 1. Centralno područje sa fabrikom u prvom planu

Na slici 1 prikazan je kompleks fabrike koji se nalazi u centralnom jezgru grada, neposredno uz desnu obalu reke. Svojom strukturom čini nepravilni izduženi blokovski prostor, koji se sužava na mestu ukrštanja ulica. Fabrika je smeštena na ravnom terenu između, relativno rekonstruisanih, ulica Kneza Lazara i Mališe Atanackovića. Nekada je ulica Lazara Mutapa, prolazila kroz fabrički kompleks, ali danas vodi do ulazne kapije.

### 3.2 Analiza konstruktivnih elemenata fabrike

Analizom istorijsko - društvenog konteksta utvrđeno je da se konstrukcija fabrike menjala u zavisnosti od razvoja i napretka tehnologije. Objekti su građeni tradicionalnim sistemom masivnih zidova od opeke velikog formata. Kako se kompleks dograđivao i unutrašnja koncepcija prostora menjala, konstrukciju danas čine armirano-betonski stubovi i grede. Čelik i staklo zastupljeni su kod otvora na fasadama. Jednu halu čini konstrukcijski sistem

od čeličnih udvojenih stubova I profila na koje se oslanjaju takođe čelične grede koje nose krovnu konstrukciju sa krovnim prozorima. Ovaj prostor prima najveću količinu sunčeve svetlosti ali je krovni pokrivač znatno oštećen. Sledeći prostori imaju armirano-betonski konstrukcijski sistem koji čine masivni stubovi i kose grede na međusobno jednakom rastojanju i tako vizuelno čine rebrastu tavanicu. Svi konstrukcijski elementi obezbeđuju stabilnost i sigurnost boravka u objektu a kriterijum trajnosti u kompleksu nije u dovoljnoj meri ispunjen zbog spoljašnjih faktora i neodržavanja objekta.

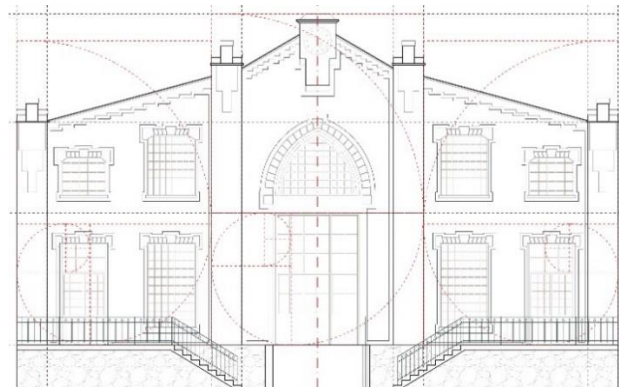
## 4. PROJEKTANTSKI RAD

### 4.1 Koncept multifunkcionalne revitalizacije

Osnovni koncept je ideja o spajanju postojećih prostora industrijske arhitekture sa kulturnim, javnim, poslovnim, komercijalnim, rekreacionim sadržajima u domenu očuvanja identiteta kompleksa fabrike i u skladu sa potrebama stanovništva. Kako bi se na najbolji način iskoristila i naglasila istorijska komponenta lokacije, pažnja je posvećena očuvanju i zaštiti centralnog objekta od kulturog značaja da bi se sačuvala ambijentalne vrednosti kompleksa. Na ovaj prostor stavljen je akcenat u smislu originalne reinterpretacije fasade, dok je unutrašnjost svih objekata i njegovih delova rekonstruisana i parafrazirana u savremenim materijalima i oblicima. Pored naglašavanja koncepta forme i materijalizacije, kontrasta novog i starog, revitalizacija ima za cilj funkcionalnu optimizaciju u okviru nove namene, tako da programski sadržaj teče kroz prostornu celinu bez vidljive podele objekta, kao što je označeno na tehničkom prikazu podele fabričkog kompleksa.

### 4.2 Oblikovni koncept - forma

Projektom nije narušena izvorna forma objekata u smislu velikih konstruktivnih intervencija, dogradnje ili izgradnje novih elemenata van prostornih okvira. Osnovni cilj oblikovanja sveden je na proširenja i dodavanja otvora na fasadi i unutar objekata tako da se uspostavi veza između forme i programa. Na istorijskoj građevini je sprovedena detaljna analiza forme, stilskih karakteristika, podele i proporcijских odnosa.



Slika 2. Tehnički prikaz fasadnog izgleda objekta kulture

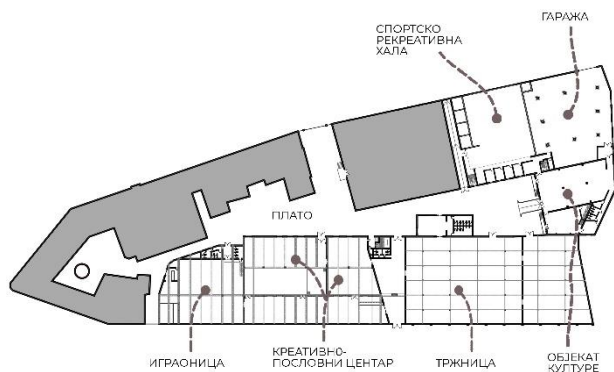
Na slici 2. forma analizirane fasade je vertikalno osno simetrična i deli objekat na dva dela. Takođe se može sagledati kao objekat sa glavnim ulaznim delom sa

rampom i bočnim delovima sa stepenicama, koje dele pilastri po celoj vertikali objekta. Ustanovljen je skladan i harmonijski proporcijski odnos zlatnog preseka koji se može sagledati na fasadi bez sokle. To znači da kamenu bazis služi kao temelj na neravnom terenu koji se pruža prema objektu. Fasada objekta je prepoznatljivog industrijskog stila sa početka 20. veka, primenjivan širom Evrope, a koja je koristila opeku velikog formata, kamenu plastiku na fasadi i kombinaciju čelično - staklenih okvira.

#### 4.3 Prostorno - programski koncept funkcije objekta

Prostor se najbolje ogleda kroz analizu programa i potrebnih sadržaja koji će zadovoljiti različite kapacitete a značaj multifunktionalnosti definišu događaji koji bi se odvijali između različitih programskih okvira.

Osnovu kompleksa čini sportsko - rekreativna hala, garaža, objekat kulture, tržnica, komercijalni sadržaji, kreativno-poslovni hab i igraonica, koji na neki način predstavljaju zone a nisu u potpunosti ograničene jer su u međusobnoj interakciji. Na primer, tržnica se preko dana koristi u komercijalne svrhe, dok se tokom noći može transformisati u prostor kulturnog i zabavnog sadržaja ( muzejske postavke ili modne revije). Takođe poslovni prostor može imati namenu "open space" kancelarije ili obrazovne učionice namenjene mlađim korisnicima. Svaki od navedenih programskih sadržaja povezan je sa unutrašnjim mikro-ambijentom koji čini popločani plato sa parternim uređenjem kao zonom odmora. Prostori kao takvi ostavljaju mogućnosti za različite promene kroz koncept tekućeg prostora ukoliko je potrebno proširiti sadržaje za korisnike, organizovati veća kulturna dešavanja, sportske događaje, poslovna okupljanja, kreativne radionice i slične vrste manifestacija.



Slika 3. Tehnički prikaz podele fabričkog kompleksa

U daljem tekstu opisani su prostori kroz navedene segmente u kompleksu fabrike.

##### 4.3.1 Sportsko-rekreativna hala

Na postojećem planu kompleksa u prvom segmentu objekta nalazio se košarkaški teren. Teren je zadržan na istom mestu, ali mu se sada može pristupiti iz različitih pravaca: spolja sa partera, odakle je postojao ulaz, iz objekta kulture i iz prostora garaže. Hala je koncipirana tako da sadrži tribine koje su povezane sa spratnim / galerijskim delom. U prizemlju se nalaze tehničke prostorije ispod tribina, a neposredno uz teren smeštene su kancelarije i ostave neophodne za sportske rekvizite. Na spratu su smešteni sanitarni prostori i svlačionice. Prostor kao takav ima

mogućnost odvijanja različitih sportskih manifestacija i događaja koji može obezbediti kapacitet za preko 250 posetilaca.

##### 4.3.2 Garaža

Nalazi se u delu fabrike sa najmanjim koeficijentom prirodnog osvetljenja. Na postojećoj osnovi u tom segmentu nalazila su se vrata prema ulici, koja su poslužila kao otvor za pristupanje automobila u objekat. Kako je ovaj prostor dosegao svetlu visinu od 7.70 m, a ideja je da se obezbedi veći broj parking mesta, tako je prostor realizovan na 2 etaže, s tim da se na sprat pristupa preko platforme za automobile. Prizemlje javne garaže neposredno je povezano sa kulturnim objektom i sportskom halom.

Sa sprata direktno se može pristupiti na tribine, ili se određeni događaj u hali može posmatrati iz garaže jer su prostori podeljeni transformabilnim staklenim panelima. U segmentu ovog dela fabrike, gde je javna garaža, izveden je značajan konstruktivno - tehnološki poduhvat kako bi se obezbedilo 55 parking mesta koji su neophodni u ovom centralnom području grada.

##### 4.3.3 Objekat kulture

Zbog akcenta na očuvanje kulturnog nasleđa u objekat su smešteni značajni kulturni sadržaji kojima se pristupa sa parternog uređenja, glavnog ulaza u objekat. Kako je istorijsko - društveni napredak uticao na čitav razvoj fabrike, kulturni objekat čini prostorni prikaz svih značajnih vrednosti smeštenih u: glavni deo muzejsko / galerijskog karaktera, interaktivno - obrazovni prostor nalik tkačkoj školi i umetničko / slikarski atelje u potkrovlju.

Muzej sadrži stalnu postavku sa najstarijim vrednim elementima i mašinama koje su krojile istoriju razvoja fabrike, dok je radionica koncipirana kao učionica namenjena tekstilnoj industriji. Kao javna ustanova kojoj je bilo neophodno obezbediti sanitarni čvor i administraciju, ovi prostori su se savršeno uklopili u postojeći okvir objekta. Na potkrovlju u kosinama dodate su prostorije ostave i odlaganja umetničkih tvorevina. Kapacitet prostora procenjuje se na 30 stalnih korisnika ili preko 130 posetilaca manifestacija i događaja u objektu kulture.

##### 4.3.4 Tržnica

Smeštena je u donjem segmentu kompleksa fabrike i može se posmatrati kao dve programske strukture. Prvi prostor je mesto trgovine proizvodima, dok drugi predstavlja uslužnu zanatsku delatnost sa centralnim delom za okupljanje i sedenje. Zbog specifične organizacije, na koju u najvećoj meri utiče postojeća konstrukcija prostor se može transformisati u zavisnosti od potreba i događaja tokom dana tako da čitav kompleks gubi status napuštenog objekta. Na primer, primarna namena ovog segmenta prostora je tržnica, koja je neophodna u ovom delu grada i odvija se u toku dana, dok se tokom večernjih časova u njemu mogu odvijati određene manifestacije i događaji. Stoga je ovaj prostor prikazan kao multifunktionalni sadržaj, čiji je osnovni cilj okupljanje, druženje i obavljanje svakodnevnih potreba stanovništva.

Od namene i transformacije prostora zavisi i kapacitet posetilaca, koji se kreće se od 50 do preko 200 ljudi različite starosne grupe.

### 4.3.5 Poslovno-kreativni centar

Centar se nadovezuje na ostatak segmenta fabričkog kompleksa duž ulice Kneza Lazara, koji svojom konfiguracijom predstavlja horizontalni pravac pružanja i tok kretanja kroz prostor. Programsku strukturu čine lobby, kancelarijski deo, konferencijska sala, hala za kreativne radionice, kafeterija i biblioteka na spratu. Na mestu koji spaja kreativno - poslovni centar i tržnicu, otvorili smo fasadu tako da bi taj prostor sada predstavljao lobby kao centralni ulaz gde posetioci dobijaju osnovne informacije o sadržaju prostora, odakle mogu dalje pristupiti u ostale programske strukture i plato u kompleksu. Svaki od ostalih prostora međusobno je povezan i može predstavljati celinu ili proširiti potrebu za drugim sadržajem. Zbog toga programski sadržaji nisu fizički razdvojeni, iako se razdvajanje može izvršiti laganim i pokretnim zastorima koji omogućavaju različitu percepciju prostora. Prostor osim poslovno- kreativnog sadržaja ima za cilj podsticanje društvenog i zabavnog načina života povezanog sa sledećim sadržajem - igraonicom. Takođe i ovde, od namene i transformacije prostora zavisi i kapacitet korisnika a kreće se od 230 do preko 400 osoba.

### 4.3.6 Igraonica

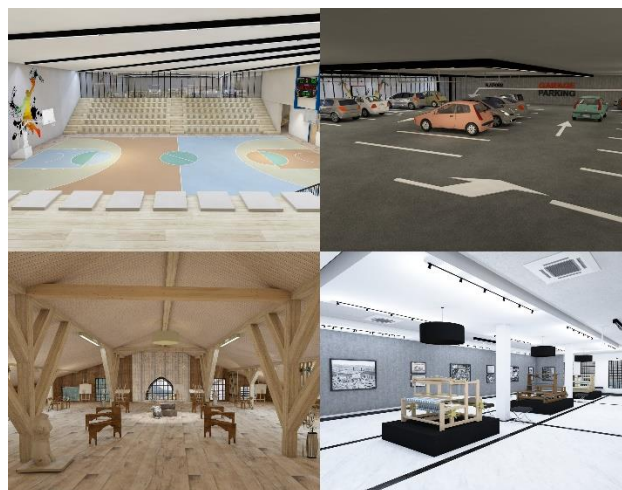
Igraonica je zatvoren zabavni prostor namenjen najmlađim korisnicima, kom se može pristupiti sa unutrašnjeg platoa, druge kapije kompleksa ili poslovno - kreativnog centra. Programski sadržaj čini deo sa trambolinom, toboganom, skejt - parkom, kuglanom i zidom za sportsko penjanje. U prostoru se mogu pronaći različiti mikroambijenti sa interaktivnim mobilijarom kako bi se deca kroz igru družila. Igraonica može primiti do 50 korisnika da bi se nesmetano odvijala zabava i rekreacija kako između dece tako i odraslih.

## 5. ENTERIJERSKO REŠENJE

Osnovni koncept uređenja enterijera jeste da u prostorijama postoje elementi opreme i mobilijara za predviđene sadržaje, koji se transformišu ili multipliciraju po potrebi. Zbog toga enterijersko rešenje prati jednostavnost linija i fluidna povezanost, koji dozvoljavaju da duh objekta dođe do izražaja. Idejno rešenje enterijera predstavlja proizvod toga čemu on služi, kako se pomoću detalja cirkuliše i kako kompleks teče pomoću različitih sadržaja, programa, instalacija, kontrasta, akcenata i sličnog.



Slika 4. Vizualizacije kompleksa 1



Slika 4. Vizualizacije kompleksa 2

## 6. ZAKLJUČAK

Revitalizacija industrijskog nasleđa, ali i drugih graditeljskih objekata, koji su izgubili svoju prvobitnu funkciju i koji kao napušteni propadaju, predstavlja izazov u traženju adekvatnog rešenja u cilju očuvanja i vraćanja funkcionalnosti kroz projektovanje novih programskih sadržaja neophodnih u datoj urbanoj sredini. Zbog toga koncept multifunkcionalnosti, osim što predstavlja prostor višestruke svrhe na jednom mestu, znači i povezivanje programskih sadržaja kroz istorijsku celinu čija se vrednost ogleda kroz kulturu, edukaciju, socijalizaciju i zabavu. To znači da napušteni prostori nakon revitalizacije mogu biti značajne reperne tačke u kojima njihove aktivnosti moraju biti pristupačne, transparentne, fleksibilne i dostupne kako bi zadovoljili moderne tendencije i potrebe stanovništva.

Zato glavni cilj multifunkcionalne revitalizacije nameće zadržavanje spoljašnjeg izgleda objekta, uz minimalne intervencije, a akcenat na prostornu strukturu i sadržaj je baziran kroz transformabilni enterijer kompleksa bivše fabrike tekstila „Cveta Dabić”.

## 7. LITERATURA

- [1] Sladić, M. Graditeljsko nasleđe, očuvanje i zaštita 2, skripte sa predavanja, Departman za arhitekturu i urbanizam, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- [2] Brandil, J. & Vejre, H. Multifunctional landscapes: motives, concepts and perceptual, 2004.
- [3] Cizler, J. Industrijsko nasleđe kao potencijal za razvoj grada - reaktivacija neiskorićenih industrijskih objekata u Pančevu, 2011.
- [4] Spasojević A. & Glučević M. Prva užička tkačka radionica od ideje do realizacije, Vek elektrifikacije Užica, 2000.

### Kratka biografija:



**Nataša Bošković** rođena je u Užicu 1994. godine. Osnovne akademske studije iz oblasti Arhitektura i urbanizam završila je 2017. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, na kom brani i master rad 2020. godine iz studijskog programa Arhitektura, oblast Dizajn enterijera.

**МЕМОРИЈАЛНА АРХИТЕКТУРА УКЛЕТОГ НЕИМАРА  
CURSED BUILDER'S MEMORIAL ARCHITECTURE**Ружица Ристић, Милена Кркљеш, *Факултет техничких наука, Нови Сад***Област – АРХИТЕКТУРА**

**Кратак садржај** – *Комплексност социолошке и политичке ситуације у држави је условила стварање нове струје меморијалне архитектуре. Разлике које су владале су се могле превазићи једино универзалним језиком, који је продирао дубље у прошлост наших народа. То је језик прабалканског периода, древни и умало заборављени. Меморијале који су произашли из ове струје одликује безвременост и јединственост израза, типична за стваралаштво Богдана Богдановића.*

**Кључне речи:** *Меморијална архитектура, Богдан Богдановић, ленд – арт, некрополис, симбол, архетип*

**Abstract** – *The complexity of the sociological and political situation in the country conditioned the creation of a new current of memorial architecture. The differences that prevailed could be overcome only by universal language, which penetrated deeper into the past of our peoples. It is a language of the proto-Balkan period, ancient and almost forgotten. The memorials that emerged from this current are characterized by the timelessness and uniqueness of expression, typical of Bogdan Bogdanovic's work.*

**Keywords:** *Memorial Architecture, Bogdan Bogdanović, land- art, necropolis, symbol, archetype*

**1. УВОД**

Богдан Богдановић је био једна од најзанимљивијих личности југословенске уметничке сцене двадесетог века. Познат првенствено по несвакидашњој меморијалној архитектури, Богдановић је био писац, есејиста, врсни графичар, архитекта и скулптор изузетне креативности која је допринела његовој уникатности. Био је јединствени ум светских размера, нека врста „рене-сансног човека“ двадесетог века.

Да бисмо сагледали величину његове личности, осврнућемо се на његов живот, филозофију и стваралаштво.

**2. КАРАКТЕРИСТИКЕ МЕМОРИЈАЛНЕ АРХИТЕКТУРЕ**

Његово дело се може описати као савршен спој културе, архитектуре, урбанизма које је обавијено велом његове личне филозофије.

**НАПОМЕНА:**

Овај рад проистекао је из мастер рада чији је ментор била др Милена Кркљеш, ванр. проф.

Једна од главних карактеристика меморијалне архитектуре Богдановића јесте заправо то што се не може наћи ниједно идеолошко обележје тог времена, националистички знаци који су били присутни у стваралаштву меморијалне архитектуре његових савременика. Богдановић је обележавао догађаје из револуције. Сматрао је да ако нешто треба да се обележи да треба да се везује за суштину догађаја. Он није градио споменике револуције него је обележавао стратишта, сматрајући да му је то главни посао и у томе је тражио неке општељудске и опште хумане поруке [1]. Његови споменици су некрополиси – градови мртвих који се налазе у паралели са градовима у којима су грађени - градовима живих. Идеја је проистекла из жеље да и страдали добију „макар симболично, право на лепоту снова“ [2].

Богдановићеве меморијали су међусобно повезани, што читаву идеју ставља на крупнији план. Њихова повезаност није више локалног карактера, него су умрежени на регионланом нивоу. На пример, може бити употреба елемената попут неолитског цвећа на споменику у Власотинцу, или сам елемент града мртвих као концепт попут споменика у Мостару и Крушевцу, „архитектура замрзнутог плеса“ - група плесача замрзнутих у покрету које можемо видети на споменицима у Прилепу и Лесковцу или симболика почетка и краја као што су споменик у Београду и у Попини са којима је Богдановић почео и затворио круг свог стваралаштва.

Сва његова дела имају изузетно снажну везу са градовима у којима су грађена било да је та веза директна и очигледна, да су меморијали уткани у урбано ткиво градова или да се ради о суптилнијој вези попут визуре и сл. Често је употребљавао камен као примарни материјал, по могућству из локалних каменолома, сарађивао је са локалним мајсторима, како би на стратиштима подигао споменик локалном становништву.

Значајна карактеристика Богдановићеве архитектуре јесте полисемија. Сматрао је да симбол мора бити вишезначан, мора да дозвољава различите интерпретације, јер ће у противном бити монотон, деградиран. Одговоре на значење симбола морамо потражити у нама самима, нашој антрополошкој и културолошкој прошлости.

Прави пример полисемије и плурилогике у његовим делима јесте чињеница да постоји 20 изграђених споменика револуције од којих ниједан не личи на друге. По његовом мишљењу, споменици, ма колико били различити, само су различита слова исте азбуке,

различите речи од којих је састављена једна реченица која се може тумачити на различите начине. Чињеница је да споменици неће генерацијама будућности говорити исто што и нама говоре, али је битно да не заћуте.

Велику пажњу посвећивао је детаљу, сваки употребљен камен је имао свој смисао и симболику. За његова дела се не може рећи да имају једно значење, јер сваки симбол је вишезначан. Волео је да чује интерпретације својих дела, онако како их други људи виде и волео је да чује шта другим људима простори које је обликовао значе. Његови меморијали се често користе као места окупљања, социјализације, за организовање пикника, фестивала и прослава, па чак и само за шетњу. Радо су посећени и људи воле да проводе своје време у њима, чак штавише, поносни су што су таква здања саставни делови идентитета њихових градова (Спомен - парк у Прилепу, „Слободиште“ у Крушевцу, Спомен - парк борбе и победе у Чачку).

Веровао је да споменици могу створити нови легитимитет (по којем могу опстати) само снагом свог саопштења, својом унутрашњом логиком знакова и симбола, што је називао антропологијом меморије – онолико колико се додирују са континуитетом људских сећања толико налазе своје место у времену.

Његови споменици су засновани на архетиповима, на прастарим симболима – симболима прабалканске форме, „древне“ форме која је продираола дубље од било које политичке идеологије тог времена и имала за циљ да нас обједини без обзира на верску и националистичку припадност, јер је Југославија сама по себи била сложена и компликована [1].

Често је употребљавао мотив града живих – град мртвих антифашистичких јунака и града живих – града за који су они положили животе, постављајући их један наспрам другог, да се вечно огледају [2].

Архаична симболика, одсуство патетике и политичке симболике давали су Богдановићевим споменицима универзалну вредност и квалитет која је у то време била несвакидашња појава. Богдановић је о меморијалној архитектури нашег подручја и Европе изјавио:

„Сви ти нови споменици су ужасни и страшни. Они су паћенички споменици, који славе патњу, а не живот. Балканска култура је споменичка култура. Европа је засићена споменицима. У Европи има прелепих споменика, али данас они имају само сценографску, театралну вредност. Њихова емотивна вредност је ишчезла. Тако се потврђује како је све што је било трагично може постати и комично. То је судбина свих споменика који настају из ратова, из патње, из битака. Код многих старих споменика више се нико готово и не сећа, а нити се претерано занима ко је ту против кога ратовао, и чему заправо ти споменици. Зато би требало градити споменике општим вредностима. Споменике памети, честитости и другим врлинама. Но, моја жеља је (утопија) свет без споменика, свет који неће имати разлога градити их.“ [3].

Његов опус је једно од најоригиналнијих појава у домену меморијалне архитектуре баш због

специфичног израза и инспирације коју је тражио и налазио у древним цивилизацијама и нашој заједничкој прошлости. У споменицима је нашао могућност за индивидуални и лични израз, који се не може једноставно упоредити са другим ствараоцима тог доба, јер је првенствено радио са традиционалним материјалима и служио се традиционалним методама.

Његова креативност и инспирација коју је црпео из прошлости су довеле до тога да се на нашим просторима могу видети разигране горостасне весталке и шумске богиње на позорницама, рогате птице које полећу из удолина, вијугаве серпентине, грифони најразличитијих облика и древни простори украшени обиљем неолитског цвећа.

Говорећи о Богдановићу, неизоставно је акценат ставити и на чињеницу да је он био својеврстан урбаниста. Његова дела су на мајсторски начин уткана у постојећа ткива градова стварајући на тај начин нераскидиву везу између градова живих и градова мртвих. Меморијали који најбоље описују ту везу јесу Спомен парк жртвама фашизма у Сремској Митровици, Мостарска некропола, „Слободиште“ у Крушевцу, „Непобеђени“ у Прилепу, и Спомен парк борбе и победе у Чачку.

Његова дела посматрана у контексту слободних и зелених површина, данас представљају реткост, будући да се више приликом пројектовања не придаје толики значај доминантним зеленим површинама у нашим градовима, а градовима требају „њихова плућа“ како би могла да дишу. То меморијале које је градио чини изузетно значајним и представљају богатство које би требали да умемо да ценимо и да се на исте угледамо. На жалост, велики број меморијала је током времена оштећен из различитих разлога (рат, немар, нетрпељивост, вандализам и сл.), нека су одржавана попут спомен парка у Прилепу, Чачку, док су нека потпуно уништена или осуђена на вечно пропадање попут споменика у Мостару и чини се као да су људи временом престали да слушају шта они имају да им кажу.

Богдановић није градио само споменике, градио је велелепна монументална дела ленд - арта која нас остављају без даха када се нађемо у њиховој близини.

Богатство израза и полисемија његове архитектуре дали су његовим делима универзалну важност, ван временског и просторног оквира њиховог настанка. Меморијали су дали ново значење градовима и насељима у којима су подизани. Као фантастичне апстрактне неолитске форме се уздижу из рељефа сведочећи на достојанствен начин о ванисторијској и надисторијској судбини човека. Нажалост, након грађанских ратова и изгнанства, нека његова дела су пала у заборав, док су нека претрпела велика оштећења. Без обзира да ли су физички присутни, све док постоји сећање на исте, они ће нам причати. Вечност је карактеристика коју поседује његово стваралаштво.

Његов надимак – Уклети неимар, оправдава и чињеница да се пажња његовом стваралаштву почела да указује тек након његове смрти. Почеле су да се организују изложбе, да се анализирају његова дела,

било писана, било изведена. Да није било тако, можда би нека његова дела ипак остала сачувана од заборава и можда бисмо данас имали прилику да безбедно прошетамо каскадама Мостарске некрополе и да уживамо у њеном пуном сјају, јер такво здање је непоновљиво!

Богдановићев опус је уникатан. Он је синтеза његових размишљања, ставова. Дела која је градио су настала из саме дубине његове креативне личности. Успео је да меморијалну архитектуру подигне на виши ниво, да јој да ноту безвремености, нови израз, на такав начин да се његова дела могу уклопити у било који временски период познат човечанству као да ту оригинално и припадају. То јесте изузетно значајно, јер је споменичка архитектура оставила печат на нашим просторима. Вероватно нико до сада сем њега није успео да изведе такво нешто, а питање је и да ли ће.

### 2.1. Партизанско спомен – гробље у Мостару

„Овај град мртвих је симбол дечјег сна, невиног и бескрајног у којем је архитекта нашао своје најзначајније дело и успео направити значајан архитектонски рад достојан човековог последњег поздрава“ [4].

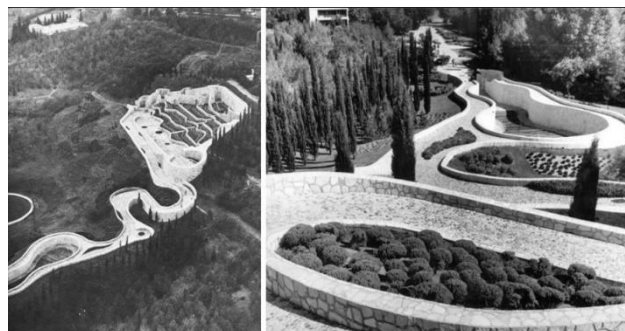
Мостарска некропола представља кулминацију Богдановићевог стваралаштва. Од осталих дела се издваја по томе што је оставила велики утицај на њеног креатора. Можемо рећи да је Богдановић уградио део себе у њене зидине и да је до краја његовог живота некропола имала посебно место у његовом срцу.

Идеја је била да направи некрополис по угледу на старе етрурске локалитете на Блиском истоку, дајући му облик прабалканске, хеленске акрополе у част страдалих у борби против фашизма.

Богдановић често поставља мотив трга – светилишта који представља град мртвих, постављен насупрот граду живих, са истим поплочаним путевима, улицама и капијама, постављен наспрам Мостара као његов одраз у огледалу. Баш онако како је Богдановић описао: „...једног дана, и заувек, ће се „два града“, гледати лицем у лице, очи у очи – град мртвих антифашистичких јунака, и град живих, за који су они положили животе...“ [2]. Споменик је грађен пуних 5 година, настао је уз помоћ локалног становништва у виду добротворних прилога и донација у камену, који су чинећи то делове себе и својих домова уграђивали у ову грандиозну некрополу, што јој даје посебан значај и симболику. Мостарска некропола је споменик којем се Богдановић најчешће враћао и са којим је имао нераскидиву везу. „Градећи мостарски акро – некрополис био сам понет неком дубоком, унутрашњом ватром... Можда је апсурдно рећи, али као да сам се надао да ћу нешто од своје потајне радости поклонити и својим „новим пријатељима“, чија су се имена – муслиманска, српска, хрватска – тек почела ређати на терасама некрополе. Њихов мали загробни град, као што сам и обећао породицама, гледао је у само срце старог Мостара и у данас порушени мост врховног мајстора Хајрудина, тај некада најлепши и најсмелији камени мост на свету,

дело божанске градитељске статике, пред којом је мали мајстор Богдан био сићушан као пред натприродном појавом“ [2].

Овај меморијал представља изузетно радикалну интервенцију у простору. Поред савладавања 20 м надморске висине, уређења јавног простора, меморијалног гробља и ленд – арта, Партизанска некропола осликава град Мостар до најситнијих детаља попут мостова, уских улица, кула и капија стварајући дијалог са градом живих тако снажно као што није успео ни један други меморијал који је изградио за време своје градитељске каријере. Градили су га клесари из Корчуле у сарадњи са волонтерима из разних делова Југославије, који су били чланови „Омладинске радне акције“.



Слика 1. Историјске фотографије изгледа и делова некрополиса [5]

На почетку некрополе се налази вијугава шљунковита стаза – шеталиште које опонаша мостарске путеве . Стаза је израђена од камена из реке Неретве и тиме се меморијал везује још јаче за свој локалитет. Она је по средини подељена каменом каскадом преко које се сливала вода која симболизује саму реку.

Вијугава стаза, попут серпентине, води до пет тераса које су постављене на падини брда крај Неретве. На терасама је постављено 630 апстрактних камених спомен – плоча са уклесаним именима пострадалих бораца. Од 630 бораца, остаци од око 560 је похрањено у сам меморијал, док је за око 70, чији остаци нису пронађени, постављена симболична плоча.



Слика 2. Приказ каскада, терасе са зидом, светилиштем и соларним сатом [6]

Плоче представљају одрезана стабла, која симболишу прекид и одвајање од младости будући да се

меморијал подиже младим момцима и девојкама. Друго тумачење је да су камене плоче заправо цветови и да представљају цветање новог живота из земље. Све камене спомен – плоче садрже имена различитих националности – српске, хрватске, муслиманске, а опет нема националистичких симбола који то прате, јер акценат јесте на самој универзалности споменика.

У дну тераса су постављена три симболична елемента која подсећају на „рогове посвећења“ карактеристичне за минојску цивилизацију који представљају рогове светог бика. Они су постављани на објектима која су сматрана светим местима (гробнице, храмови) па је разумљиво што је баш тај симбол употребљен на Партизанској некрополи.

На врху узвишења је постављено кружно светилиште - фонтана, обликовано као зупчаник, са водом уместо ватре која се сливала преко каскада до сабирног језера у дну брда. Вода уместо ватре, живот уместо смрти.



Слика 3. Фонтана – светилиште, поглед ка граду [7]

Примарни фокус тераса јесте велики космички, соларни сат, који је смештен на зиду иза светилишта лоцираном на самом врху брда. Он је округла камена плоча са соларним симболима која представља неку врсту портала. Космичким сатом је наглашена симетрија која се као мотив протеже кроз читав меморијал. Богдановић често користи симетрију како би приказао дуалност света (живот и смрт, светло и тама, стварање и разарање) која може да се примени на дуалност и самог космоса. Причајући о некрополи, он је често назива „акро-некрополис“ и „град мртвих“, алудирајући на то да је она нека врста портала између два света, нека врста небеског моста између Мостара живих и Мостара мртвих. „Партизанска некропола, је била Мостар у малом, реплика града на Неретви, његов идеални дијаграм.“

### 3. ЗАКЉУЧАК

На Богдановићев израз је имала утицаја сама политичка ситуација на Балкану, посматрано деценијама и вековима у назад. Комунизам је све народе окупио под петокраком, али је он већ тада, на почетку своје каријере, био свестан саме неодрживости ситуације. Стога се окренуо симболици која је пружала корене дубоко у прошлост, нашој заједничкој симболици, која нас је све повезивала. То је резултовало бујањем маште генија и настанком велелепних комплекса који су и дан данас јединствени у свету.

Утицај Богдановићевог стваралаштва тек узима маха. Он је имао јединствен стил, и није имао следбенике као такве. Било је стваралаца који су покушавали да иду његовим стопама али без претераног успеха. Постоји нада да ћемо данас боље разумети његово дело и размишљање баш због чињенице да постоји све веће интересовање за тим како на регионалном тако и на светском нивоу. Нажалост, он није са нама да нам помогне у томе.

Богдан Богдановић је својим архитектонским делом отворио пут и другим ауторима споменичке архитектуре у Југославији, која је остварила значајан допринос развоју идентитета наше целокупне савремене архитектуре у другој половини двадесетог века.

### 4. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Б. Богдановић, „Глиб и крв“, Београд, 2001.
- [2] Б. Богдановић, „Уклети неимар“, Нови Сад, Mediterran Publishing, 2011.
- [3] <http://www.prometej.ba/clanak/kultura/bogdan-bogdanovic-sanjam-o-svijetu-bez-spomnika-1411> (приступљено у априлу 2020.)
- [4] <https://tristotrojka.org/partizansko-spmen-groblje/> (приступљено у јуну 2020. године)
- [5] <https://i0.wp.com/tristotrojka.org/wp-content/uploads/2019/07/1-4.jpg?resize=1024%2C540&ssl=1> (приступљено у јуну 2020. године)
- [6] <https://www.flickr.com/photos/149875687@N06/31651191841/> (приступљено у мају 2020. године)
- [7] [https://static.wixstatic.com/media/e73a14\\_5e36052a78db4d88b15be4e323492b04.jpg/v1/fill/w\\_957,h\\_536,al\\_c,q\\_85,usm\\_0.66\\_1.00\\_0.01/e73a14\\_5e36052a78db4d88b15be4e323492b04.webp](https://static.wixstatic.com/media/e73a14_5e36052a78db4d88b15be4e323492b04.jpg/v1/fill/w_957,h_536,al_c,q_85,usm_0.66_1.00_0.01/e73a14_5e36052a78db4d88b15be4e323492b04.webp) (приступљено у мају 2020. године)

### Кратка биографија:



**Ружица Ристић** рођена је у Новом Саду 1990. год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Архитектура – Савремене теорије и технологије у архитектури одбранила је 2020. год. Од 2017. године се активно бави струком као пројектант – сарадник.



**Др Милена Кркљеш** рођена је у Новом Саду 1979. године. Дипломирала је 2002. године на Факултету техничких наука у Новом Саду. Магистрирала је 2007, а докторирала 2011. године. Изабрана је у звање ванредног професора на Департману за архитектуру и урбанизам 2016. године.

**IDEJNO REŠENJE MULTIFUNKCIONALNOG OBJEKTA U SREMSKOJ KAMENICI**  
**CONCEPTUAL SOLUTION OF A MULTIFUNCTIONAL BUILDING IN SREMSKA KAMENICA**Violeta Kotrošan, Milena Krklješ, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ARHITEKTURA I URBANIZAM**

**Kratak sadržaj** – *Usled novonastale situacije sa epidemijom koja je pogodila svet tokom 2020 godine, većina ljudi je primorana na potpuno novu organizaciju poslovanja kao i na rad od kuće. Iz svega navedenog o konceptu mešovitih namena, tradicionalnog i modernog pristupa životu i poslovanju, nastala je ideja za multifunkcionalni objekat koji je spoj privatnog i poslovnog života, tj. stambeni prostor koji je u sinergiji sa poslovnim prostorom uz mogućnost kombinovanja stambenih jedinica u privatne, ali i poslovne svrhe, po potrebama pojedinaca.*

**Ključne reči:** *Multifunkcionalna zgrada, Poslovno i privatno*

**Abstract** – *Due to the new situation with the epidemic that hit the world during 2020, most people were forced to organize a completely new business as well as work from home. From all the above mentioned and the concept of mixed purposes, traditional and modern approach to life and business, the project is developed for a multifunctional building as a combination of private and business life, ie. residential space that is in synergy with business space with the possibility of combining housing units for private and business purposes, according to the needs of individuals.*

**Keywords:** *Multifunctional building, Business and private*

**1. UVOD**

Mogućnost jednog arhitektonskog prostora da se prema potrebi prilagodi različitim funkcijama predstavlja arhitektonski konvertibilitet.

Tako, na primer, u stambenoj arhitekturi, postoji mogućnost pretvaranja dnevne sobe ili proširene komunikacije u spavaću sobu. Cilj ovog rada je ukazivanje na mane i prednosti pojedinih poslovnih zgrada i poslovnih prostora uopšte sa utroškom energije, zauzetošću parcele, u ekonomskom smislu, sociološkom, urbanističkom itd.

U ovom radu biće opisan idejni projekat zgrade u Sremskoj Kamenici, koja će raditi 24 časa. Ona je multifunkcionalna i menjaće svoj sadržaj u zavisnosti od doba dana.

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Milena Krklješ, vanr. prof.**

**2. POJAM MULTIFUNKCIONALNOSTI**

Reč „funkcija“ jedna je od ključnih reči u arhitekturi i odnosi se na namenu zgrade i aktivnosti kojima se korisnici bave u prostoru. Ova reč se pored reči „oblik, prostor, stabilnost i lepota“ uvek koristi u arhitektonskoj literaturi u razmerama zgrade i ekvivalentna je konceptu „utilitarnosti“ koji je Vitruvije stvorio u prvom veku nove ere [1]. Stoga se koncept „višenamenskih prostora“ koristi pored zgrada mešovite i višenamenske upotrebe, često bez ikakve razlike. Ustvari, koncept multifunkcionalnosti mogao bi biti povezan sa konceptom višestruke upotrebe (što znači različitu upotrebu prostora u različitim vremenima) i konceptom mešovite namene (što znači imati kombinaciju najmanje tri različite upotrebe koje donose prihod u određenom vremenskom periodu). U urbanom dizajnu, ovaj koncept ima precizniju definiciju.

**2.1. Prednosti multifunkcionalnosti u arhitekturi i urbanističkom planiranju**

Multifunkcionalnost se zasniva na promenljivosti relacije postojećeg i mogućeg. Za razliku od opštih arhitektonskih situacija u kojima je pitanje značenja forme u arhitekturi suštinski sadržano u odlukama donesenim na formalnom nivou (unutar strukture odnosa forme i funkcije), uz princip multifunkcionalnosti postoji i faktor potencijalnog kao deo osnovnog rešenja, a ne usputna pojava [2]. Prema tome, vrednost u multifunkcionalnom smislu, nije samo vrednost postojećeg već i mogućeg.

Biti višestruko moguć za arhitektonski prostor znači posedovati promenljivost kao deo svoje suštine. To znači da se potencijal za promenljivost arhitektonskog prostora gradi formalnom slobodom naspram višestruke funkcionalne određenosti [3].

**3. KONCEPT MEŠOVITE NAMENE**

Mešovita namena može se izučavati i kao empirijski fenomen i kao planerski koncept [4]. Spontano nastao razvojni obrazac, odnosno mešanje različitih namena u okviru istog područja, koji se primenjivao tokom čitave istorije urbanizacije, evoluirao je do kompleksnog teorijskog modela koji podrazumeva mnogo više od proste sume raznovrsnih sadržaja [5].

**3.1. Podela namena**

U literaturi se, kao polazište o istraživanju gradskih namena, često pominje da su Atinskom poveljom iz 1933. godine kao osnovne namene izdvojene stanovanje, rad, rekreacija i saobraćaj [6]. Zakon o planiranju i izgradnji

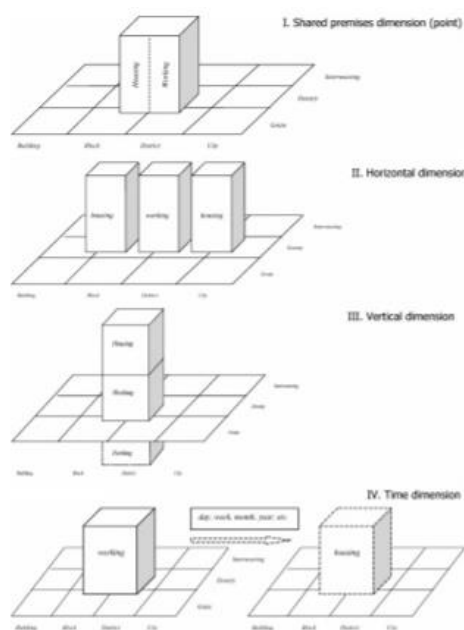
Republike Srbije (2014), kao krovni dokument, takođe podrazumeva uprošćenu podelu po kojoj „namena građanskog zemljišta može biti: stanovanje, komercijalna delatnost, proizvodna delatnost i ostale namene“ (Član 93).

### 3.2. Kombinovanje namena

Sa povećanjem broja namena kao i prostornog obuhvata, povećava se i varijetet njihovih međusobnih odnosa. Hopenbrauer i Lau predlažu konceptualni model kombinovanja namena stanovanja i poslovanja koji se može proširiti i na ostale delatnosti. Prema ovoj podeli, ilustrovanj u na (slici 1) namene je moguće kombinovati na sledeće načine:

- Dve ili više namena istovremeno dele isti prostor (I);
- Namene se nalaze jedna pored druge (horizontalno kombinovanje) (II);
- Namene se nalaze jedna iznad druge (vertikalno kombinovanje) (III);

Namene se tokom vremena smenjuju u jednom prostoru (IV) [7].



Slika 1. Konceptualni model kombinovanja namena (izvor: [7])

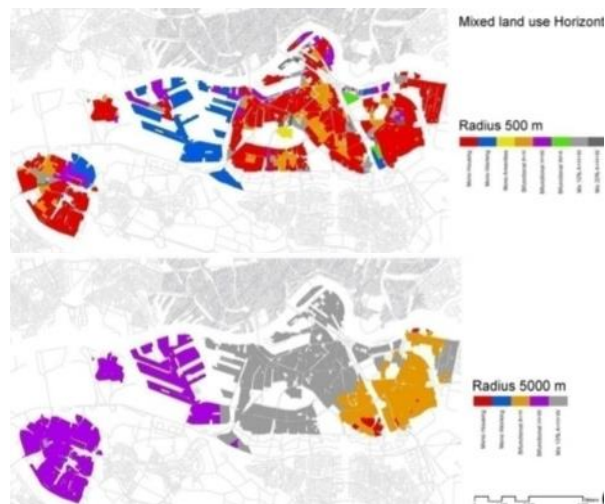
### 3.3. Problem razmere

Problem razmere smatra se jednim od krucijalnih za definisanje pojma mešovite namene [8], a sama mešovita namena relativnim konceptom zavisnim od prostornih i vremenskih odrednica [9].

Istraživanja koja su se bavila gustom dostupnosti namena su takođe pokazala da se pri većim radijusima smanjuju razlike između fragmenata kada je dostupnost namena u pitanju (slika 2) [10].

Za određivanje gustine dostupnosti namena u obzir su uzeti razvijena izgrađena površina samog bloka za koji se želi odrediti gustina dostupnih sadržaja i razvijena izgrađena površina dostupna u odabranom radijusu.

Rezultati ovog istraživanja su pokazali da su blokovi mešovite namene gušće izgrađeni i da imaju bolju dostupnost različitih sadržaja. Osim toga pokazala se svojevrsna komplementarnost između namena u odabranom bloku i onih u njegovom okruženju, u smislu da na primer blokovi sa većim učešćem stanovanja i poslovanja imaju u neposrednoj blizini blokove sa uslužnim delatnostima i slično.



Slika 2. Gustina dostupnosti namena u zavisnosti od odabranog radijusa uz pomoć Place Syntax metodologije

## 4. MULTIFUNKCIONALNE ZGRADE

Multifunkcionalne zgrade doprinose održivosti gradova. Stvaranjem multifunkcionalnih zgrada kvalitet stanovanja postaje bolji i pristupačniji. Povećava se gustina stambenih struktura. Razmak između smeštaja, radnih mesta, maloprodajnih i drugih objekata je smanjen. Ljudi manje koriste prevoz, a saobraćaj u gradu postaje manje zauzet.

Višenamenske zgrade imaju različite namene:

1. Ušteda javnog prostora,
2. Podsticanje gradskih aktivnosti,
3. Interakcija između korisnika i prostora,
4. Stvaranje socijalne raznolikosti,
5. Istorijski i kulturni kontekst [11].

## 5. INTELIGENTNE ZGRADE

Inteligentne zgrade predstavljaju interdisciplinarnu oblast koja zahteva zajednički i koordinisan rad eksperata iz više oblasti: arhitekture, građevine, mašinstva, elektrotehnike, informacionih tehnologija, automatskog upravljanja i upravljanja objektima i održavanjem. Osim toga inteligentne zgrade, tesno se oslanjaju na ekonomske i kulturološke aspekte.

Zajednička tema u inteligentnim zgradama uvek je integracija i međusobna interakcija tehnologija i tehničkih sistema. Inteligentne zgrade uspešno spajaju upravljanje zgradom i IT sisteme kako bi se optimizovale performanse sistema i pojednostavilo održavanje. Integracija u velikoj meri smanjuje troškove i "frustraciju" vezanu sa instaliranjem i korišćenjem višestrukih autonomnih sistema u zgradi [12].

Za funkcije inteligentnih zgrada, kao što su automatski nadzor i upravljanje, optimizacija performansi zgrada i dijagnostika, integracija sistema je osnov koji omogućava povećanu fleksibilnost i inteligentno upravljanje zgradom.

## 6. KARAKTERISTIKE STAMBENO-POSLOVNIH PROSTORA

Sa brzim razvojem novih tehnologija, novim načinima komunikacije i razmene informacija, mesta za rad kao i sam radni proces prolaze kroz sveobuhvatne promene. U isto vreme, razmera radne kancelarije se konstantno povećava prilagođavajući se modernim informacijama, znanju i društvu. Danas, na primer, retke su najjednostavnije zanatske radnje koje ne koriste kompjutere u radnom procesu, kao i za prodaju i računovodstvo. Proces rada se menja u kancelarijama, a jedan od glavnih ciljeva pri projektovanju objekata u kojima se nalaze kancelarije, je fleksibilnost i organizacija prostora tako da se ostvari bolja komunikacija među zaposlenima.

Čest slučaj je da se napušta princip projektovanja poslovnih zgrada u kojima su kancelarije malih površina, već se teži kancelarijama koje nemaju fiksna radna mesta, već zaposleni biraju željeno radno mesto za taj dan. Iako je praksa dokazala da je taj princip efikasniji za rad i bolji, realnost je da su većina kompanija i radnika naviknuti na standardne, male kancelarije, tako da teško napuštaju stare navike. Ono što je bitno, jeste to da radna okolina koja je oblikovana na moderan i atraktivan način, čini značajan doprinos u komforu i motivaciji zaposlenih [13].

## 7. KONCEPT PROSTORNOG RAZVOJA GRADA NOVOG SADA

Zoniranje je bilo osnovni planerski princip, pre svega u smislu dislociranja industrije iz centralnih delova, saobraćajna funkcija postaje ključni element organizacije, a u cilju optimizacije, grad se deli na rejone, od kojih je svaki trebao da ima i odgovarajući rejonski centar. Koncept prostornog razvoja grada utemeljen pedesetih godina XX veka ostvarivan je u decenijama koje slede, a predviđao je širenje prema jugu, funkcionalno i prostorno otvaranje prema Dunavu, povezivanje sa sremskom stranom grada i rekonstrukciju postojećeg gradskog područja [14]. Od tada pa sve do 1990. godine za proces planiranja, izgradnje, organizacije i funkcionisanja Novog Sada može se reći da je bio vođen idejom „kontrolisanog razvoja“ – čija je jedna od glavnih karakteristika „prenaglašen značaj planiranja, kojem je celokupno funkcionisanje grada bilo podređeno“ [15].

## 8. ARHITEKTONSKI PROJEKAT MULTIFUNKCIONALNE ZGRADE

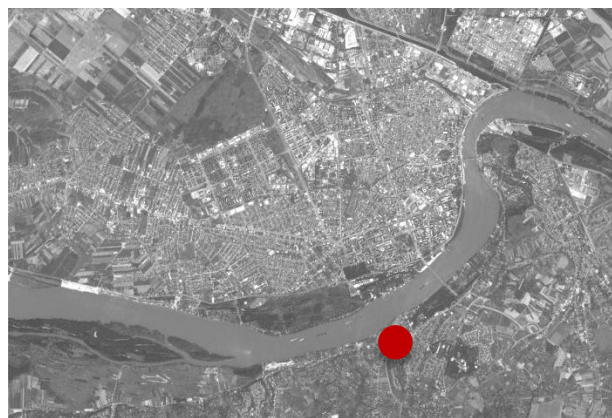
Situacija sa korona virusom koji je pogodio svet tokom 2020. godine primorala je većinu na potpuno novu organizaciju poslovanja, kao i na rad od kuće. Ljudi koji odlazak na posao i razgovor sa kolegama doživljavaju kao vid socijalizacije, bili su oštećeni ovim stanjem, pogotovo ako po prirodi vole da se druže sa ljudima. Za mnoga zanimanja online polje rada nije ni ranije bilo strano. Međutim, boravak kod svojih kuća većini je donelo i olakšanje, kao npr. novinarima, u smislu da su mnogo lakše dolazili do sagovornika, jer nije bilo putovanja ili na

primer studenti nisu imali predavanja i ispite na fakultetima i sami su učili od kuće, bez dodatnih troškova za život i stanovanje. Sreća, ako se to tako u novonastaloj situaciji može nazvati, se osmehnula i online prodavnicama sa asortimanom robe široke potrošnje. Primer je organska hrana koja je, inače skupa i nedostupna većini stanovništva, takođe doživela veliki skok u prodaji.

Zatim redom, kako su se ljudi vremenom navikavali na novonastalu realnost, počela je da raste prodaja različitih proizvoda. Mnoge kompanije u industriji, preko portala su obaveštavali svoje klijente da će iskoristiti sve kapacitete i znanje, uz sve mere zdravstvene zaštite u novonastaloj situaciji, da se proizvodni proces ne zaustavi. Zahtevi za otvaranje online prodavnica agencijama koje se bave IT poslovima stižu na dnevnom nivou, u toj meri da im je često potrebno i proširenje tima. S tim u vezi, verovatno da nema posla ili delatnosti kojoj nije potrebno online prisustvo na tržištu.

### 8.1. Lokacija i okruženje

Lokacija multifunkcionalnog objekta je u neposrednoj blizini glavnog puta sa pogledom na Dunav, Novi Sad i njegovu okolinu. Nalazi se u Sremskoj Kamenici u podnožju Fruške gore, nedaleko od centra grada, a u isto vreme u zelenom i mirnom okruženju, gde uglavnom i dalje preovlađuju monofunkcionalne stambene zone (slika 3). Poznata je po posebnoj mikroklimi ugodnoj za boravak. Na svega 6 km od centra grada, može se pronaći „urbani mir“ uz zelene površine sa drvećem i ukrasnim biljem.



Slika 3. Šira situacija sa lokacijom parcele

### 8.2 Forma objekta

Multifunkcionalni objekat je klasične kubične forme spratnosti P+3. U osnovi zgrade su poslovni prostori kako zbog potreba transporta materijala ili drugih sredstava tako zbog pristupa korisnika usluga. Naglašeni istureni delovi na samom objektu predviđeni su za stambene jedinice koji se mogu u svako doba dana i u zavisnosti od korisnika mogu transformisati u poslovne jedinice. Svaki sprat ima karakteristični istureni deo u vidu zatvorenih balkona koji imaju prozore od poda do plafona koji korisniku daje osećaj kao da je van svog prostora a sa druge strane zaštićen od spoljašnjeg uticaja (Slika 4).



Slika 4. 3D prikaz sa zelenim okruženjem

Objekat okružuje raznovrsno uređeno zelenilo sa elementima vode pored kafića koji se nalazi u prizemlju, kao i igralište za decu, parking prostor za zaposlene odnosno korisnike objekta (Slika 5).



Slika 5. Uža situacija sa položajem objekta na parceli

## 9. ZAKLJUČAK

Arhitekta danas imaju važan zadatak, a to je da nauče kako da raspoređuju različite aktivnosti i različite nivoe privatnosti unutar jednog prostora, istovremeno rešavajući sve složenije tehničke karakteristike savremenog gradskog života. Koncept mešovite namene može pomoći stanovnicima da uspostave česte kontakte i dugoročne veze jedni sa drugima. Virtuelna stvarnost i globalni komunikacioni sistemi povezuju ljude širom sveta. Međutim, sa druge strane, oni ih odvajaju od njihovih najbližih. Izgrađeno okruženje koje održava ljude na okupu i nudi više prilika za susrete moglo bi da ublaži ovaj problem. Kao odgovor na to, svaki savremeni multifunkcionalni objekat motreba prilagoditi načinu života, uz veću fleksibilnost i efikasnost, istovremeno omogućavajući svojim stanarima da posegnu za bogatijom, zdravijom i srećnijom budućnošću.

## 10. LITERATURA

- [1] Ghafouri, A. 2016. Sustainable urban form: multifunctionality and adaptation: redefining urban spaces as multifunctional shared areas. Architecture, space management. Université de Strasbourg
- [2] Terzidis, K. 2003. Expressive Form: A Conceptual Approach to Computational Design, Spon Press, New York
- [3] Madžarević, J. 2012. Trans-forma i multifunkcija, Novi javni oblik u gradu - hibrid, teza master

- projekta, Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd
- [4] Rodenburg, C. A., Nijkamp, P. 2004. Multifunctional Land Use in the City: A Typological Overview. Built Environment, Vol. 30, No. 4, Multifunctional Urban Land Use, 274-288.
- [5] Dinić, M. 2009. Mešovite funkcije u obnovi gradskog centra, Zadužbina Andrejević, Beograd
- [6] Le Corbusier, 1973. The Athens Charter, Grossman Publishers, New York
- [7] Hoppenbrouer, E. Louw, E. 2005. Mixed-use Development: Theory and Practice in Amsterdam's Eastern Dockland, October 2005, European Planning Studies 13(7):967-983
- [8] Coupland, A. 1997. An Introduction to Mixed Use Development. U A. Coupland, Reclaiming The City (p. 1-25). London: E & FN Spon.
- [9] Carević, M. 2017. Mešovite namene – Ključni parametar planiranja savremenih gradova, Doktorska disertacija, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- [10] Mashhoodi, B. Berghauer Pont, M. 2011. Studying land-use distribution and mixed-use patterns in relation to density, accessibility and urban form. 18th International Seminar on Urban Form, (p. 1-19). Montreal.
- [11] Didenko, Y. 2012. Multifunctional Buildings. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv <http://eprints.kname.edu.ua/40820/1/153-154.pdf>
- [12] Sinopoli, J. 2010. Smart Building Systems for Architects, Owners and Builders, Elsevier, Oxford
- [13] Nemet, D. 2019. Enterijer coworking prostora u sklopu objekta mešovite namene u Novom Sadu, master rad, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- [14] Pajović, D. 1996. Novi Sad – slika grada, JP „Urbanizam“, Zavod za urbanizam, Novi Sad
- [15] Nedučin, D. 2014. Postsocijalistički grad – promena društvene i prostorne strukture Novog Sada u periodu tranzicije, doktorska disertacija, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

### Kratka biografija:



**Violeta Kotrošan** rođena je u Zrenjaninu 1990. god. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, iz oblasti Arhitekture – Arhitektonsko projektovanje odbranila je 2017. godine i stekla zvanje diplomirani inženjer arhitekture. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitekture i urbanizma brani 2020. godine  
Kontakt:  
violeta.kotrosan@gmail.com



**Dr Milena Krklješ** rođena je u Novom Sadu 1979. godine. Diplomirala je 2002. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Magistrirala je 2007, a doktorirala 2011. godine. Izabrana je u zvanje vanrednog profesora na Departmanu za arhitekturu i urbanizam 2016. godine.

**U realizaciji Zbornika radova Fakulteta tehničkih nauka u toku 2020. godine učestvovali su sledeći recenzenti:**

Aco Antić	Đorđe Lađinović	Milan Mirković	Slobodan Krnjetin
Aleksandar Erdeljan	Đorđe Obradović	Milan Rapajić	Slobodan Morača
Aleksandar Kovačević	Đorđe Vukelić	Milan Segedinac	Sonja Ristić
Aleksandar	Đula Fabian	Milan Simeunović	Srđan Kolaković
Kupusinac	Đura Oros	Milan Trifković	Srđan Popov
Aleksandar Ristić	Đurđica Stojanović	Milan Trivunić	Srđan Vukmirović
Bato Kamberović	Filip Kulić	Milan Vidaković	Staniša Dautović
Biljana Njegovan	Goran Sladić	Milena Krklješ	Stevan Gostojić
Bogdan Kuzmanović	Goran Švenda	Milica Kostreš	Stevan Milisavljević
Bojan Batinić	Gordana	Milica Miličić	Stevan Stankovski
Bojan Lalić	Milosavljević	Mijodrag Milošević	Strahil Gušavac
Bojan Tepavčević	Gordana Ostojić	Milovan Lazarević	Svetlana Bačkalić
Bojana Beronja	Igor Budak	Miodrag Hadžistević	Svetlana Nikoličić
Branislav Atlagić	Igor Dejanović	Miodrag Zuković	Tanja Kočetov
Branislav Nerandžić	Igor Karlović	Mirjana Damnjanović	Tatjana Lončar -
Branka Nakomčić	Igor Peško	Mirjana Malešev	Turukalo
Branko Milosavljević	Ivan Beker	Miroslava Radeka	Uroš Nedeljković
Branko Škorić	Igor Maraš	Mirko Borisov	Valentina Basarić
Damir Đaković	Ivan Mezei	Miro Govedarica	Velimir Čongradec
Danijela Ćirić	Ivan Todorović	Miroslav Hajduković	Veran Vasić
Danijela Gračanin	Ivana Katić	Miroslav Kljajić	Veselin Perović
Danijela Lalić	Ivana Kovačić	Miroslav Popović	Višnja Žugić
Darko Čapko	Ivana Maraš	Miroslav Zarić	Vladimir Katić
Darko Marčetić	Ivana Miškeljin	Mitar Jocanović	Vladimir Mučenski
Darko Reba	Jasmina Dražić	Mitar Đogo	Vladimir Strezoski
Dejan Ecet	Jelena Atanacković	Mladen Kovačević	Vlado Delić
Dejan Jerkan	Jeličić	Mladen Tomić	Vlastimir Radonjanin
Dejan Ubavin	Jelena Borocki	Mladen Radišić	Vojin Ilić
Dejana Nedučin	Jelena Demko Rihter	Nebojša Brkljač	Vuk Bogdanović
Dragan Ivanović	Jelena Radonić	Neda Milić Keresteš	Zdravko Tešić
Dragan Jovanović	Jelena Slivka	Nemanja	Zoran Anišić
Dragan Ivetić	Jelena Spajić	Stanisavljević	Zoran Brujić
Dragan Jovanović	Jovan Petrović	Nemanja Sremčev	Zoran Čepić
Dragan Kukolj	Jovanka Pantović	Nikola Đurić	Zoran Jeličić
Dragan Mrkšić	Laslo Nađ	Nikola Jorgovanović	Zoran Mitrović
Dragan Pejić	Lazar Kovačević	Nikola Radaković	Zoran Papić
Dragan Šešlija	Leposava Grubić	Ninoslav Zuber	Željko Trpovski
Dragana Bajić	Nešić	Ognjen Lužanin	Željko Jakšić
Dragana	Livija Cvetičanin	Pavel Kovač	
Konstantinović	Ljiljana Vukajlov	Peđa Atanasković	
Dragana Šarac	Ljiljana Cvetković	Petar Malešev	
Dragana Štrbac	Ljubica Duđak	Platon Sovilj	
Dragoljub Šević	Maja Turk Sekulić	Predrag Šiđanin	
Dubravka Bojanić	Marinko Maslarić	Radivoje Dinulović	
Dušan Dobromirov	Marko Marković	Radimir Kojić	
Dušan Gvozdenac	Marko Todorov	Radovan Štulić	
Dušan Kovačević	Marko Vekić	Relja Strezoski	
Dušan Uzelac	Maša Bukurov	Slavica Mitrović	
Duško Bekut	Matija Stipić	Slavko Đurić	
Đorđe Ćosić	Milan Čeliković	Slobodan Dudić	

