



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ  
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА



# ЗБОРНИК РАДОВА ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Едиција: Техничке науке - зборници

Година: XXXIII

Број: 5/2018

Нови Сад

Едиција: „Техничке науке – Зборници“

Година: XXXIII

Свеска: 5

Издавач: Факултет техничких наука Нови Сад

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

#### **Уредништво:**

Проф. др Раде Дорословачки

Проф. др Драгиша Вилотић

Проф. др Срђан Колаковић

Проф. др Владимир Катић

Проф. др Драган Шешилија

Проф. др Миодраг Хаџистевић

Проф. др Растислав Шостаков

Доц. др Мирослав Кљајић

Доц. др Бојан Лалић

Доц. др Дејан Убавин

Проф. др Никола Јорговановић

Доц. др Борис Думнић

Проф. др Дарко Реба

Проф. др Ђорђе Лађиновић

Проф. др Драган Јовановић

Проф. др Мила Стојаковић

Проф. др Драган Спасић

Проф. др Драгољуб Новаковић

#### **Редакција:**

Проф. др Владимир Катић, главни уредник

Проф. др Жељен Трповски, технички уредник

Проф. др Драган Шешилија

Проф. др Драгољуб Новаковић

Др Иван Пинђер

Бисерка Милетић

#### **Језичка редакција:**

Бисерка Милетић, лектор

Софија Рацков, коректор

Марина Катић, преводилац

#### **Издавачки савет:**

Савет за библиотечку и издавачку делатност ФТН, проф. др Радош Радивојевић, председник.

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

СIP-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 пета 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 22.09.2017. до 31.10.2017. год., а који се промовишу 22.03.2018. 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 5., објављени су радови из области:

- грађевинарства,
- саобраћаја,
- графичког инжењерства и дизајна,
- архитектуре,
- инжењерства заштите животне средине и
- инжењерства информационих система.

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

- машинства,
- електротехнике и рачунарства и
- мехатронике.

У свесци са редним бројем 6. објављени су радови из области:

- инжењерског менаџмента,
- геодезије и геоматике,
- регионалне политике и развоја и
- инжењерства третмана и заштите вода (TEMPUS).

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

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

**„Високо место у друштву најбољих“**

**Уредништво**

## SADRŽAJ

### STRANA

### Radovi iz oblasti: Građevinarstvo

1. Vladimir Šovljanski, Nebojša Radović, METODOLOŠKE OSNOVE ZA PROJEKTOVANJE POLETNO-SLETNIH STAZA NA AERODROMIMA – PRIMER AERODROMA ČENEJ .....	681-684
2. Vladan Berić, Srđan Kisin, TEORIJA SPREGNUTIH GREDA SA ELASTIČNIM MOŽDANICIMA I PROJEKAT DRUMSKOG MOSTA .....	685-688
3. Ljubiša Filipović, Stanislav Jovanović, TEHNIČKA ANALIZA VARIJANTNIH REŠENJA KONSTRUKCIJE GORNJEG STROJA MAGISTRALNE PRUGE BEOGRAD-MLADENOVAC-NIŠ-PREŠEVO .....	689-692
4. Milica Bubnjević, UPOREDNA ANALIZA ARMIRANO-BETONSKE KONSTRUKCIJE PREMA EVROKODU I PBAB87 .....	693-696
5. Dunja Krtinić, UPOREDNA SEIZMIČKA ANALIZA PREMA DOMAĆIM I EVROPSKIM PROPISIMA NA PRIMERU VIŠESPRATNE ZGRADE .....	697-700
6. Milan Gordić, PROJEKAT ARMIRANOBETONSKE VIŠESPRATNE ZGRADE PREMA EVROPSKIM STANDARDIMA .....	701-704
7. Ivan Babić, PROCENA STANJA I PROJEKAT REVITALIZACIJE ARMIRANO-BETONSKOG SILOSA U A.D. „VITAL“ VRBAS .....	705-708
8. Aleksandar Bojanić, Andrija Rašeta, UPOREDNA PRORAČUNSKA ANALIZA EVROKODA I DOMAĆEG STANDARDNA NA MODELU VIŠESPRATNE AB KONSTRUKCIJE POSLOVNOG OBJEKTA .....	709-712
9. Jovana Vulić, ИЗБОР ТИПА КОНСТРУКЦИЈЕ ТРАФОСТАНИЦА ПРИМЕНОМ ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКЕ ОПТИМИЗАЦИЈЕ .....	713-716
10. Pero Janjatović, PROCENA STANJA, DOGRADNJA I SANACIJA PROIZVODNOG OBJEKTA U OPŠTINI KRUPANJ .....	717-720
11. Jelena Milošević, Vladimir Mučenski, IZBOR OPTIMALNE TEHNOLOGIJE I ORGANIZACIJE IZMULJENJA KANALA BEGEJ .....	721-724

12.	Branko Mišić, PROBLEMATIKA IZGRADNJE STAMBENO-POSLOVNIH OBJEKATA U SKUČENIM GRADSKIM USLOVIMA .....	725-728
13.	Aljoša Lazinica, TEHNOLOGIJA MONTAŽE PREFABRIKOVANIH GREDA MOSTA LANSIRNOM REŠETKOM .....	729-732
14.	Neda Lazić, PROCJENA STANJA, REKONSTRUKCIJA I DOGRADNJA PRVE LAMELE UPRAVNE ZGRADE STADIONA U UGLJEVIKU .....	733-736
15.	Ђорђе Јовановић, Игор Џолев, Татјана Кочетов Мишулић, ПОЖАРНА АНАЛИЗА ДРВЕНИХ ГРЕДНИХ ЕЛЕМЕНАТА ПРЕМА ЕН ПРОПИСИМА .....	737-740

### Radovi iz oblasti: Saobraćaj

1.	Tijana Makulović, UZROČNO POSLEDIČNE VEZE RAZVOJA GRADA I SAOBRAĆAJA .....	741-744
2.	Nenad Spahić, PROGRAM MERA ZA POBLJŠANJE KVALITETA POSLOVANJA PREDUZEĆA „JUGOPREVOZ“ AD KRUŠEVAC .....	745-748
3.	Anđela Dutina, EKSTERNI TROŠKOVI U FUNKCIJI OBEZBEĐENJA ODRŽIVOG RAZVOJA DRUMSKOG TRANSPORTA .....	749-752
4.	Marko Dimitrijević, ANALIZA PROBLEMA PLANIRANJA PROIZVODNJE U DIREKTNIM LANCIMA SNABDEVANJA SVEŽIM POVRĆEM .....	753-756
5.	Milena Todorović, SUBJEKTIVNI OSEĆAJ BEZBEDNOSTI I ISKUSTVA U ELEKTRONSKOJ TRGOVINI .....	757-760
6.	Dejana Babić, MERE PODSTICANJA VEĆEG KORIŠĆENJA BICIKLA U OBAVLJANJU DNEVNIH PUTOVANJA I DOSTAVI ROBE NA URBANIM PODRUČJIMA .....	761-764
7.	Nemanja Lekić, DIGITALIZACIJA LANCA SNABDEVANJA .....	765-768
8.	Драган Топаловић, РАЗВОЈ И ДЕФИНИСАЊЕ ИНДИКАТОРА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА .....	769-772

### Radovi iz oblasti: Grafičko inženjerstvo i dizajn

1.	Stefan Poljak, Sandra Dedijer, ISPITIVANJE PROMENA POVRŠINSKE HRAPAVOSTI PUNOG TONA NA CTP FLEKSO ŠTAMPARSKIM FORMAMA U ZAVISNOSTI OD TIRAŽA .....	773-776
2.	Vladimir Ilić, Dragoljub Novaković, Ivan Pinčjer, KREIRANJE FOTOREALISTIČNOG DIGITALNOG LJUDSKOG LIKA .....	777-780
3.	Milica Vidović, Sandra Dedijer, Ivana Jurič, UTICAJ BROJA PROLAZA PRI ŠTAMPI NA KRUPNIJE NASUMIČNE VARIJACIJE (MOTLING) NA OTISCIMA INKJET ŠTAMPE .....	781-784
4.	Stefan Milinić, Neda Milić, IZRADA APLIKACIJE PROŠIRENE STVARNOSTI ZA DRUŠTVENO ANGAŽOVANU KAMPANJU .	785-788
5.	Želislav Poljak, Nemanja Kašiković, Rastko Milošević, KONTROLA KVALITETA ŠTAMPE MAGAZINA „HELLO“ .....	789-792

**Radovi iz oblasti: Arhitektura**

1. Bojan Stojković, Miljana Zeković, Višnja Žugić, KREATIVNI DRUŠTVENI HAB U ADELAJDU .....	793-796
2. Miroslav Džigurski, STUDIJA TRANSFORMACIJE STAMBENE TIPOLOGIJE U FUNKCIJI REŠAVANJA STAMBENIH KRIZA XXI VEKA .....	797-800
3. Luka Lukić, IDEJNO REŠENJE PROSTORA ZA DEGUSTACIJU I PROIZVODNJU MASLINOVOG ULJA U SUĆURJU .....	801-804
4. Marija Milosavljević, REVITALIZACIJA OBJEKTA DOMA VOJSKE U ŠAPCU .....	805-808
5. Jelena Krčo, ARHITEKTONSKA ANALIZA I PRIJEDLOG INTERVENCIJE: SLUČAJ „CENTAR 1“ U BANJA LUCI .....	809-812
6. Tijana Đurić, REVITALIZACIJA RANŽIRNE STANICE U NOVOM SADU .....	813-816
7. Nevena Stupar, VIŠEPORODIČNI STAMBENI OBJEKAT U NOVOM SADU .....	817-820
8. Elena Jeđini, TRANSFORMACIJA ČEŠKOG MAGACINA U NOVOM SADU U COWORKING PROSTOR .....	821-824
9. Milica Agatonović, INTEGRACIJA PEJZAŽNIH I ARHITEKTONSKIH STRUKTURA U REKONSTRUKCIJI JAVNE GARAŽE „OBILIČEV VENAC“ U BEOGRADU .....	825-828
10. Irma Ćurkić, Miljana Zeković, PROSTOR MOGUĆNOSTI: HIBRIDNI PROGRAM ZA KULTURU U NOVOM PAZARU .....	829-832
11. Milena Živković, Dragana Konstantinović, OBJEKAT ZA PALIJATIVNO ZBRINJAVANJE U NOVOM SADU .....	833-836
12. Tamara Bajić, UTICAJ MEDIJA NA MINIMALIZAM U ARHITEKTURI: CIVILIZACIJSKA PARADIGMA 21. VEKA ..	837-840
13. Damir Rastoder, STUDIJA MODELA STANOVANJA ZA UGROŽENE KATEGORIJE STANOVNIŠTVA .....	841-843

**Radovi iz oblasti: Inženjerstvo zaštite životne sredine**

1. Jelena Garunović, Nikola Bošković, Sabolč Pap, Maja Turk Sekulić, UKLANJANJE FARMACEUTIKA IZ VODE COST-EFFECTIVE ADSORBENTIMA DOBIJENIM TERMOHEMIJSKOM KONVERZIOM KOŠTICA PLODA ŠLJIVE .....	844-847
2. Ivana Ilić, Dragana Štrbac, FOTOKATALITIČKA RAZGRADNJA NAPROKSENA MEŠAVINOM ZnO/In <sub>2</sub> O <sub>3</sub> NANOČESTIČNOG PRAHA .....	848-851
3. Jelka Đurđević, Slobodan Krnjetin, ANALIZA POŽARNOG OPTEREĆENJA JAVNIH OBJEKATA – PRIMER DOMA ZDRAVLJA U RUMI .....	852-855
4. Milana Kešelj, Dejan Ubavin, IZBOR OPTIMALNOG MODELA SEPARACIJE I RECIKLAŽE PLASTIČNOG OTPADA .....	856-859
5. Aleksandar Bojović, Dragan Adamović, FORMALDEHID U RADNOM OKRUŽENJU ZAPOSLENIH U MEDICINSKOJ LABORATORIJI .....	860-863

**Radovi iz oblasti: Inženjerstvo informacionih sistema**

1. Milan Sredojević,  
SOFTVERSKO REŠENJE ZA REGISTRACIJU TAKMIČARA ZA SPORTSKA TAKMIČENJA NA  
FTN-u ..... 864-867
2. Đorđe Gajišin,  
IMPLEMENTACIJA INTEGRACIONOG REŠENJA UPOTREBOM PLATFORME OTVORENOG  
KODA ..... 868-871



**ПОЖАРНА АНАЛИЗА ДРВЕНИХ ГРЕДНИХ ЕЛЕМЕНАТА  
ПРЕМА ЕН ПРОПИСИМА****FIRE ANALYSIS OF TIMBER BEAM ELEMENTS ACCORDING TO EN CODES**

Ђорђе Јовановић, Игор Џолев, Татјана Кочетов Мишулић, ФТН, Нови Сад

**Област – ГРАЂЕВИНАРСТВО**

**Кратак садржај** – Овај рад укључује анализу постојећег СРБ Закона о заштити од пожара, као и других важећих прописа и стандарда домаће и европске регулативе у области пожарне отпорности дрвених конструкција. Прорачунски део рада заснива се на нумеричкој симулацији понашања гредног елемента од лепљеног ламелираног дрвета, при дејству сталног статичког и пожарног оптерећења.

**Abstract** – This paper includes the analysis of the Serbian fire protection law, as well as consideration of current domestic and European regulations and standards in domain of fire safety of timber structures. The design part is based on numerical simulation of glulam beam behavior under the static and the fire load, varying the insulation depth.

**Кључне речи:** Дрвене конструкције, пожар, изолација, ИСО крива, ЕН стандарди

**1. УВОД**

Пожар је неконтролисано горење које наноси материјалну штету или угрожава људске животе. Према статистици, пожаре најчешће изазивају:

- **Непажња** - тј. људски фактор у 30% случајева.
- **Електрична енергија** – узрок у 12% случајева.
- **Грађевински недостаци** – узрок у 10% случајева.
- **Дечје игре** – узрок су пожара у око 10% случајева.
- **Намерно изазвани пожари** – око 5% случајева.
- **Остали начин изазивања пожара** – у 33% случајева самопаљење или непознати узроци.

**1.1. Заштита од пожара грађевинских објеката**

Приликом пројектовања и изградње објекта сагласно Закону о заштити од пожара и грађевинској регулативи, морају се обезбедити основни захтеви :

- сигурна и безбедна евакуација људи,
- безбедно деловање јединица за гашење,
- очување носивости током одређеног времена,
- спречавање ширења ватре и дима унутар објекта,
- спречавање ширење ватре на суседне објекте.

Ови захтеви се могу постићи пасивним и активним мерама заштите, а са аспекта грађевинске струке од важности је адекватно пројектовање конструкције објеката на пожар као дејство, при стандардним и сложеним сценаријима пожара.

**НАПОМЕНА:**

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је била др Татјана Кочетов Мишулић, диг.

**1.2. Сагоревање и запаљивост грађ. материјала**

Сагоревање неке материје подразумева комплексан физичко-хемијски процес, при ком се из гориве материје, уз брз и буран процес оксидације, у релативно кратком року ослобађања велика количина топлоте. Услед процеса сагоревања дешава се:

- Нагло ослобађање веће количине топлоте,
- Повећава се температура у зони горења и долази до сушења и разлагања (сува дестилација),
- Ужарење честица и горуће материје,
- Појаве продуката сагоревања (дим, пепео, чађ...).

Запаљивост је способност неког материјала да почне са сагоревањем и квантификује се на основу тестова запаљивости. Према ЕН класификацији реакције на пожар, грађевински материјали се сврставају у 7 класа, при чему материјали сврстани у класе А1, А2, В не доприносе разбуктавању пожара, материјали класе С доприносе разбуктавању након 10 минута, материјали класе D доприносе након 2-10 минута, материјале класе Е за мање од 2 минута, док се материјали класе F се не сврставају у претходне класе

**1.3. Отпорност, пожарни сценарији и оптерећење**

Отпорност на пожар се квантификује према ЕН као време током кога производ/објекат треба да задовољи задате критеријуме: носивост (R) и/или целовитост (E) и/или топлотну изолацију (I), сврставајући се при томе у Класе отпорности на пожар (F30 до F180) у домаћим СРБ прописима. Отпорност конструкције објекта директно зависи од развоја пожара у објекту тј. од термодинамике неконтролизованог сагоревања у функцији архитектонских решења, и може се разматрати применом конвенционалних (договорних) или сценаријима природног пожара. Утврђивање отпорности на пожар конструкције најчешће се спроводи на основу нормираног пожара (стандардна ИСО температурно-временска крива), док се природни пожари симулирају разним параметарским кривама, сл. 1 и 2.

Под пожарним оптерећењем подразумева се количина топлоте свих материјала који се налазе у једној просторији, сведена на јединицу површине пода дате просторије:

$$P_i = \frac{\rho_i V_i H_i}{S} \quad (1)$$

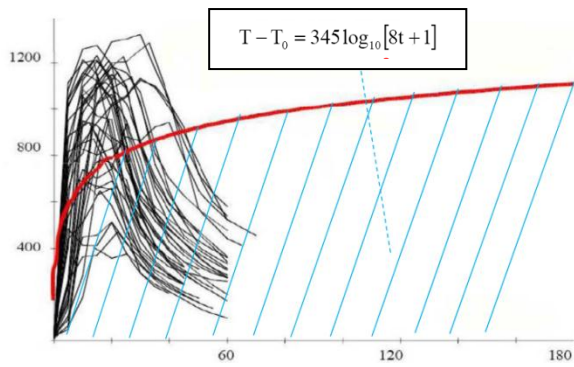
где су:

$P_i$  - пожарно оптерећење, у  $\text{kJ/m}^2$

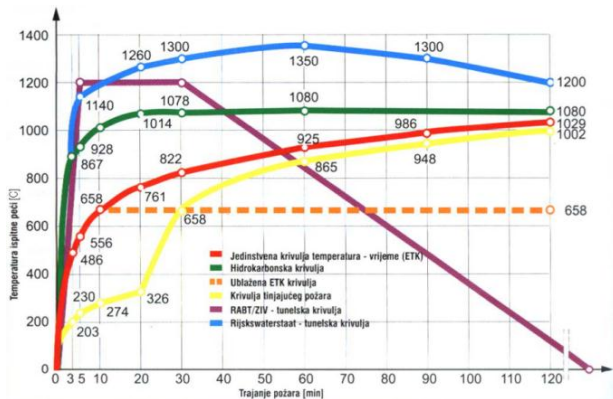
$\rho_i$  - привидна густина материјала, у  $\text{kg/m}^3$

$V_i$  - запремина материје, у  $\text{m}^3$

$H_i$  - стварна топлотна моћ, у  $\text{kJ/kg}$



Слика 1. Нормирана крива температура-време у односу на криве природних пожара



Слика 2. Различите параметарске криве температура-време у односу нормирану пожарну криву

## 2. ОДНОС ДРВО-ПОЖАР

Дрво, као обновљив, природан, енергетски ефикасан,  $\text{CO}_2$  неутралан органски материјал, поново заузима значајно место у градитељству са подизањем еколошке свести човечанства. За безбедну примену у грађевинарству, један од основних и најважнијих недостатака дрвета је његова запаљивост.

Гледано према хемијском саставу, дрво се састоји од следећих елемената:

- Угљеника 49,50%; Водоника 6,30%; Кисеоника 44,13% и Азота 0,07%,

док се, гледано са аспекта градивних макро-молекулских компонената, разликују:

- Целулоза (50%), Лигнин и Хемицелулоза (25 до 30%) + вода и суви остатак.

У састав дрвета улазе и неке минералне материје које после сагоревања остају у виду пепела.

Тачка паљења дрвета зависи од више фактора. Повећани садржај воде у дрвету захтева извесну количину топлотне енергије, која је потребна да најпре вода испари из дрвета. Сматра се да дрво са садржајем воде од преко 30% уопште не може да гори. Температура прихватања пламена за стандардно грађевинско дрво износи  $275^\circ\text{C}$  и мора се усвојити врло условно. Посебно је интересантно анализирати понашање дрвета на различитим температурама:

- **Температура нижа од  $80^\circ\text{C}$**  – Када је температура мања од  $80^\circ\text{C}$  очигледно је испаравање воде из дрвета и исушивање дрвета.
- **Температура од  $80^\circ\text{C}$  до  $150^\circ\text{C}$**  – Дешава се да вода потпуно испари и почињу да настају запаљиви гасови као последица разарања ћелија дрвета.

- **Температура од  $150^\circ\text{C}$  до  $270^\circ\text{C}$**  – Долази до сагоревања запаљивих гасова (ацида и алкохола) и неких смола, уз појаву пламена на површини дрвета и стварање гасова који садрже од 30% до 70%  $\text{CO}_2$  и око 30%  $\text{CO}$ .
- **Температура од  $270^\circ\text{C}$  до  $300^\circ\text{C}$**  – За ове температуре особито је горење насталог сагореваног слоја, пошто се температуре крећу до  $300^\circ\text{C}$  и тиме се равномерно повећава температура унутар дрвене масе. Тада долази до механичког распадања дрвета и до стварања нових горивих површина. Реакција постаје егзотермичка, а то значи да долази до самозагревања дрвета и да се појављују угљоводоници. У овој фази карактеристична је појава да стварањем сагореваног слоја на први поглед изгледа да је дрво престало да гори. Ако се извор топлоте уклони, доћи ће до гашења запаљеног дрвета пошто су из сагореваног слоја већ изашли сви горући гасови, а услед дебљине карбонизованог слоја, који је добар топлотни изолатор, не може да дође до даљег разарања у дубини масе.
- **Температура од  $300^\circ\text{C}$  до  $600^\circ\text{C}$**  - Наступа услед прегрејаности изолационог карбонизованог слоја, даље разарање дрвета и тада је омогућено горење и у случају када се уклони извор топлоте.
- **На температурама од преко  $600^\circ\text{C}$**  долази до горења уз појаву пламена и стварање сагореваног слоја, као и потпуно разарање дрвета.

Према ЕН класификацији (2003/05), конструкцијско монолитно дрво је сврстано у класе отпорности - реакције на пожар D-s2 / d0, за све врсте дрвета са минималном густином од  $350\text{kg/m}^3$  и мин дебелином од 22мм, док је ЛЛД са мин густином од  $380\text{kg/m}^3$  и са мин дебелином од 40мм, такође сврстано у исту класу. Од значаја за прорачун су и средње вредности брзине сагоревања тврдог и меког дрвета, одређене према нормираној пожарној кривој:

- $v_1 = 0,7\text{ mm/min}$  или  $4,2\text{ cm/h}$ , за меко ЛЛД
- $v_2 = 0,8\text{ mm/min}$  или  $4,8\text{ cm/h}$  за меко МД
- $v_3 = 0,65\text{ mm/min}$  или  $3,9\text{ cm/h}$ , за тврдо МД.

## 3. ЕН 1995 -1 - 2: ПРОЈЕКТОВАЊЕ ДРВЕНИХ КОНСТРУКЦИЈА НА ДЕЈСТВО ПОЖАРА

Усвајањем дела 1-2 ЕН 1995, дрво и производи на бази дрвета се, уз уважавање специфичности материјала, третирају равноправно у односу на остале конструкцијске материјале у прорачунском смислу. За објекте од МД и ЛЛД, стандард предвиђа могућности верификације а) само елемената, б) делова конструкције или ц) глобалне конструкцијске анализе, зависно од статичког система објекта. Такође, прорачун се доминантно заснива на стандардној пожарној ИСО криви, а препоручује се могућност употребе сложенијих пожарних модела према потреби. Предложени упрошћени прорачун (сличан као у СРБ стандардима) заснива се на ефекту карбонизације површинског слоја дрвета, при чему се разликује једно-димензионалан (плочасти елементи) и дво-димензионалан проблем (правоугаони елементи) карбонизације.

Дубина карбонизације (растојање између спољне површине елемента и положаја карбонизоване линије) се израчунава на бази времена изложености пожару и релевантних брзина карбонизације. Положај карбони-

зујуће линије се узима као положај изотерме на 300°, при чему се води рачуна да је брзина карбонизације различита за незаштићене и првобитно/накнадно заштићене површине. У даљем тексту се наводе само изводи из стандарда који су даље коришћени у нумеричком моделу.

### 3.1. Незаштићене површине изложене пожару

Брзина за једодимензионалну карбонизацију се усвоја као константна током времена. Пројектована дубина карбонизације се израчунава као:

$$d_{char,0} = \beta_0 \cdot t \quad (2)$$

Где су:

$d_{char,0}$  - пројектована дубина карбонизације за једодимензиону карбонизацију

$\beta_0$  - пројектована брзина за једодимензионалну карбонизацију за стандардно излагање пожару

$t$  - време излагања пожару.

Код дводимензионалних проблема, ефекат угаоних заобљења и пукотина узима се у обзир преко номиналне брзине карбонизације, која се такође усваја као константна током времена. Номинална пројектована дубина карбонизације се израчунава као:

$$d_{char,n} = \beta_n \cdot t \quad (3)$$

Где су:

$d_{char,n}$  - номинална дубина пројектоване карбонизације, која укључује ефекат угаоних заобљења.

$\beta_n$  - номинална пројектована брзина карбонизације, чија величина укључује угаона заобљења и пукотине.

Једодимензионална брзина карбонизације може се применити за пресеке са минималном ширином,  $b_{min}$ :

$$b_{min} = \begin{cases} 2 \cdot d_{char,0} + 80 & \text{за } d_{char,0} \geq 13\text{mm} \\ 8,15 \cdot d_{char,0} & \text{за } d_{char,0} < 13\text{mm} \end{cases} \quad (4)$$

Када је мања димензија попречног пресека нижа од  $b_{min}$ , треба применити номиналну пројектовану брзину карбонизације и за једодимензионални проблем.

## 4. НУМЕРИЧКА СИМУЛАЦИЈА ПОНАШАЊА ДРВЕНИХ ГРЕДНИХ ЕЛЕМЕНАТА НА ПОЖАРНО ОПТЕРЕЂЕЊЕ ПРЕМА ЕН

### 4.1. Основни прорачунски модел

За нумеричку анализу и симулацију пожарног дејства пројектован је модел статичког система прсте греде распона 10м, од ЛЛД класе GL32 према ЕН 1995-1-1.

Прорачун и димензионисање је спроведено према концепту парцијалних коефицијената сигурности, за стално (4кN/m<sup>2</sup>) и променљиво (5кN/m<sup>2</sup>) оптерећење, тј. момент савијања од M=161,25кNm у средини греде. Усвојене димензије греде су b/h=20/50см, а искоришћеност попречног пресека је 82,5%, тј.

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{1,935 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}}{2,34639 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}} = 0,8247 \leq 1,0 \quad (5)$$

За овај пресек спроведен је доказ носивости при дејству пожарног оптерећења према ЕН 1995-1-2, тј. према методи редукације попречног пресека. Димензије ефективног попречног пресека добијају се

умањењем резидуалног попречног пресека. Поступак добијања ефективних димензија на сваких 15 минута, дат је у Табели 1.

Табела 1. Прорачун ефективних димензија попр. пресека

t [min]	d <sub>char,0</sub> [mm]	b <sub>min</sub> [mm] <b[mm]	d <sub>char,n</sub> [mm]	k <sub>0</sub>	d <sub>ef</sub> [mm]	h <sub>ef</sub> [mm]	b <sub>ef</sub> [mm]
15	9,75	79,4625<200	/	0,75	15,00	485,0	170,0
30	19,50	119<200	/	1,00	26,50	473,5	147,0
45	29,25	138,5<200	/	1,00	36,25	463,75	127,5
60	39,00	158<200	/	1,00	46,00	454,00	108,0
75	48,75	177,5<200	/	1,00	55,75	444,25	88,5
90	58,50	197<200	/	1,00	65,50	434,50	69,0
105	/	216,5> 200	73,5	1,00	80,50	419,50	39,0
120	/	236,> 200	84,0	1,00	91,00	409,00	18,0

За дејство пожара, прорачунска вредност чврстоће на савијање одређује се према:

$$f_{d,fi} = k_{mod,fi} \cdot \frac{f_{20}}{\gamma_{M,fi}} = k_{mod,fi} \cdot \frac{k_{fi} \cdot f_{m,g,k}}{\gamma_{M,fi}} = 3,68 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \quad (6)$$

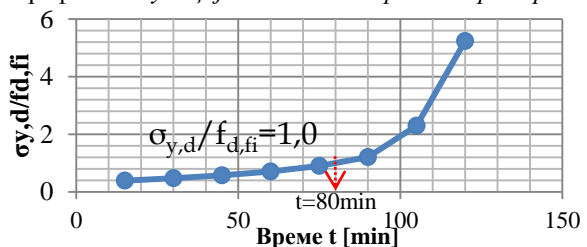
Резултати прорачуна напона у пресеку при деловању пожарног оптерећења на посматрани гредни елемент приказани су у Табели 2 и Графику 1.

Табела 2. Однос напона савијања и прорачунске чврстоће при деловању пожара у односу на тренутак времена

t [min]	A = h <sub>ef</sub> * b <sub>ef</sub> [cm <sup>2</sup> ]	W [cm <sup>3</sup> ]	σ <sub>y,d</sub> [kN/cm <sup>2</sup> ]	σ <sub>y,d</sub> /f <sub>d,fi</sub>
15	824,5	6664,71	1,45167643	0,394477
30	696,045	5492,96	1,761346994	0,478627
45	591,28125	4570,11	2,117016262	0,575276
60	490,32	3710,09	2,607754856	0,708629
75	393,16125	2911,03	3,323564262	<b>0,903142</b>
90	299,805	2171,09	4,456291296	<b>1,210949</b>
105	163,605	1143,87	8,458116967	2,298401
120	73,62	501,843	19,27893784	5,238842

На Графику 1 се може запазити да је носивост пресека изгубљена у тренутку од t=80 минута. Од почетног времена (t=15 мин) до тренутка губитка носивости, функција промене је приближно линеарног облика, док од тренутка губитка носивости поприма облик функције другог реда, те би се ова тачка могла поставити као граница између ових зона.

График 1. Функција носивости пресека кроз време



### 4.2. Нумерички модели без/са изолацијом

Након прелиминарне упрошћене анализе, спроведена је нумеричка статичко-термичка симулација проблема применом ANSYS Workbench платформе. Усвојени гредни ЛЛД модел без изолације са истим геометријским карактеристикама, статичким и пожарним оптерећењем, моделиран је МКЕ са одговарајућом физичком дискретизацијом, тј. геометријским, механич-

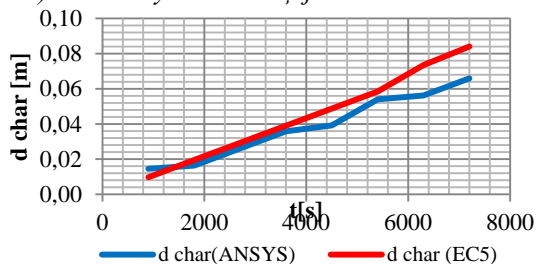
ким и термичким својствима: топлотном проводљивости  $\lambda$  [W/mK] и специфичним топлотним капацитетом  $C_p$  [kJ/kgK]. У варијантним моделима укључена је употреба изолационог материјала - камене минералне вуне (Knauf Corp), у дебљинама од 0 до 25 cm (НТВ).

У сврху смањења броја КЕ и редуције дужине трајања прорачуна, креирани су модели на једној четвртини дефинисане греде, тако да је прва равна симетрије дефинисана у вертикалној равни (паралелно са у-осом) по осовини греде, а друга равна симетрије се налази у вертикалној равни (управно на у-осу) на средини распона греде. Величине КЕ су 2x2x2cm на ослоначком делу у дужини 1m, и 2x2x50cm у средини распона.

#### 4.3. Упоредна анализа резултата

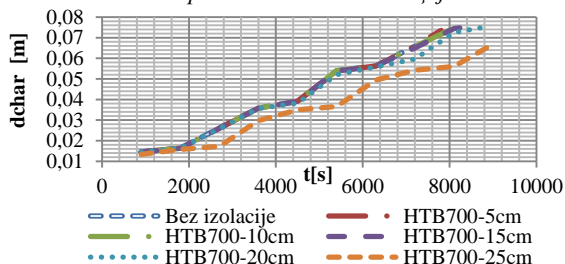
Упоредном анализом резултата добијених применом упрошћеног ЕН прорачуна и МКЕ ANSYS модела без изолације, График 2, може се увидети да примена ЕН даје прилично једноставан и брз одговор о понашању ЛЛД греда под пожарним оптерећењем, као и да су решења конзервативна, тј. на страни сигурности. Са друге стране, применом ANSYS-а, добијају се „реалнији“ утицаји у елементу, јер се у обзир узима и положај попречног пресека у гредном елементу.

График 2. Прираштај дубине карбонизације (ЕН, ANSYS) на моделу без изолације



Предност МКЕ моделирања ANSYS-ом огледа се у могућности сагледавања утицаја дебљине изолације на прираштај дубине карбонизације ЛЛД кроз време пожарног дејства. Са Графика 3 се види да се повољан изолациони ефекат испољава до дебљине од 15cm.

График 3. Прираштај дубине карбонизације у зависности од промене дебљине изолације



На основу термичке анализе ANSYS-ом као основе за механичку анализу, спроведено је и праћење глобалног померања. У сврху дефинисања меродавног критеријума, тј. тренутка прекорачења одређене граничне вредности по померањима коришћен је „Предложени критеријум за дефинисање губитка носивости греде, таванице и кровне конструкције током пожарног теста“, који ограничава извијање - угиб (D) и брзину извијања – угиба (R). За тренутак губитка носивости гредног елемента оптерећеног статичким и пожарним оптерећењем, сматра се онај тренутак када су прекорачене обе вредности (7 и 8).

$$D \geq \frac{L^2}{800d} \geq 0,25m \quad (7)$$

$$R \geq \frac{L^2}{150d} \geq 0,370 \frac{mm}{s} \quad (8)$$

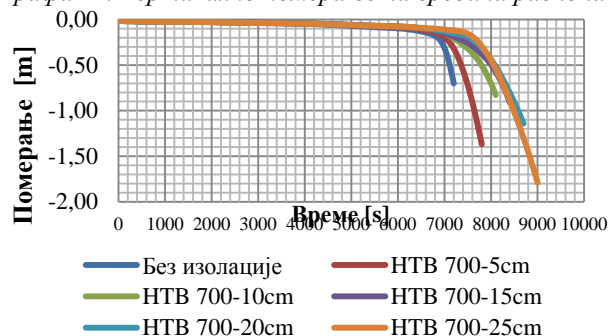
Где су:

L – размак између ослонаца конструкције,

d – размак између горњег и доњег влакна.

На Графику 4 приказан је прираштај вертикалног померања за сваки од појединачних шест модела, а у Табели 3 дато је време губитка носивости. Време резистентности код модела без изолације износи око 115 минута, док је упрошћеним ЕН прорачуном добијено време од 80 минута, График 1.

График 4. Вертикално померање на средини распона



Табела 3. Време губитка носивости код 6 модела са различитим дебљинама изолације

Модел	Услов		испуњена оба услова
	D ≥ 0,25mm	R ≥ 0,37mm/s	
	Време [s]		
Без изолације	6939,60	6844,80	6939,60
НТВ 700-5cm	7107,90	6998,0	7107,90
НТВ 700-10cm	7326,70	7284,90	7326,70
НТВ 700-15cm	7472,00	7601,40	7601,40
НТВ 700-20cm	7680,00	7623,10	7680,00
НТВ 700-25cm	7733,20	7600,30	7733,20

## 5. ЗАКЉУЧАК

ЕН дају могућност упрошћеног прорачуна, који је ефикасан и на страни сигурности, те стога веома прихватљив за свакодневну праксу. Такође, за сложеније објекте и проблеме, ЕН даје могућност детаљног прорачуна на основу различитих пожарних сценарија и експерименталних података, а на основу нумеричке формулације проблема применом МКЕ. Овакве анализе сигурно пружају квалитативно бољи увид у физичко-механичку суштину проблема и доприносе афирмацији дрвених конструкција.

## 6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] EN 1995-1-2: Eurocode 5: Design of timber structures - Part 1-2: General - Structural fire design, CEN, Brussels 2003.
- [2] EN 1995-1-1: Eurocode 5: Design of timber structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings, CEN, Brussels 2001.

### Кратка биографија:



**Борђе Јовановић** рођен је у Новом Саду. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Грађевинарства одбранио је у септембру 2017. године.

**METODOLOŠKE OSNOVE ZA PROJEKTOVANJE POLETNO-SLETNIH STAZA NA AERODROMIMA – PRIMER AERODROMA ČENEJ****METHODOLOGICAL BASES FOR DESIGNING RUNWAYS AT AIRPORTS – EXAMPLE OF THE AIRPORT ČENEJ**Vladimir Šovljanski, Nebojša Radović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

**Kratak sadržaj** – Obradom metodoloških osnova i osnovnih principa za planiranje i projektovanje poletno-sletnih staza na aerodromima kao i analizom primene različitih koncepcija i analizom projektnih elemenata poletno sletnih staza stvoren je preduslov za izradu Idejnog rešenja izgradnje poletno-sletne staze na aerodromu Čenej kod Novog Sada u okviru predloga dogradnje i modernizacije postojećeg aerodroma.

**Abstract** – By elaboration of the methodological bases and basic principles for planning and designing of the runways at the airports, as well as the analysis of the application of different concepts and analysis of the design elements of the runways, the precondition for the development of the Preliminary design of the reconstruction and upgrading of the existing runway at the Čenej airport near Novi Sad have been created.

**Ključne reči:** aerodrom, poletno-sletna staza, orijentacija PSS, projektovanje PSS

**1. UVOD**

Projektovanje aerodroma je složen proces koji karakteriše veliki broj operacija sa složenim procesom pripreme. Primarni element pri projektovanju aerodroma je poletno-sletna staza (PSS), kojoj se posvećuje najviše pažnje jer je jedan od najzahtevnijih projektnih elemenata aerodroma i u mnogome utiče na projektovanje ostalih delova aerodroma. Pre samog početka projektovanja potrebno je proučiti metode rada, važeće pravilnike i zakone za državu gde se planira izgradnja aerodroma. U ovom radu su teorijski obrađene metodološke osnove za planiranje i projektovanje poletno-sletnih staza, kao i osnovni principi za planiranje i projektovanje poletno-sletnih staza na aerodromima koji su u skladu sa važećim pravilnicima i zakonima Republike Srbije. Teorijski je obrađena primena različitih koncepcija poletno-sletnih staza radi izbora optimalnog tipa za dalju obradu i primenu u projektnoj dokumentaciji. Analizirani su svi projektni elementi poletno-sletne staze koji su izabrani, projektovani i dimenzionisani za potrebe Idejnog rešenja poletno-sletne staze na aerodromu Čenej kod Novog Sada u okviru predloga dogradnje postojećeg aerodroma. Proverena je potreba projektovanja aerodroma Čenej kroz analizu stavova javnog mnjenja putem Google Form obrazaca.

**NAPOMENA:**

ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio van. prof. dr Nebojša Radović.

Za ostale analize ekonomske, geostrateške i društveno-političke opravdanosti nije bilo dovoljno ulaznih podataka. Vizuelnim pregledom aerodroma i analizom Aerodromskog priručnika – LYNS, Aeroklub Novi Sad, konstatovano je postojeće stanje aerodroma i utvrđene su aktivnosti koje se obavljaju na aerodromu. Analizirane su polazne osnove za projektovanje izborom merodavnog vozila u skladu sa pravilnikom o aerodroma i obrađenom teorijskom osnovom u prvom delu rada. Određen je položaj PSS, dimenzionisana je PSS sa veštačkim zastorom ali su obrađeni i ostali projektni elementi aerodroma Čenej. Analizirana je zona sigurnosti letenja i određene su zaštitne površi. Dati su predlozi za svetlosno obeležavanje aerodroma, protivpožarno obezbeđenje letenja, službe hitne pomoći, snabdevanje gorivom, unutrašnje i spoljne instalacije i objekte visokogradnje (predlog pristanišne zgrade, garaže, rezervoara i ostalih potrebnih elemenata).

**2. METODOLOŠKE OSNOVE I OSNOVNI PRINCIPI ZA PLANIRANJE I PROJEKTOVANJE POLETNO SLETNIH STAZA NA AERODROMIMA****2.1. Orijehtacija poletno-sletne staze**

Poletno - sletna staza (PSS) je pravougona aerodromska površina na zemlji ili vodi namenjena za poletanje i sletanje vazduhoplova. Njena širina, kao i dužina zavise od namene aerodroma i vrste aviona i drugih vazduhoplova koji na nju sleću i/ili sa nje poleću i regulisana je međunarodnim propisima. Obeležena je za dnevne i noćne uslove letenja. Jedan od osnovnih elemenata prema kome se određuje klasa aerodroma ("A", "B", "C", "D", "E", "F", "G"), je dužina glavne poletno - sletne staze, odnosno glavnog kanala za poletanje i sletanje. Pored dužine glavne poletno - sletne staze, odnosno glavnog kanala za poletanje i sletanje, aerodrom po svojim fizičkim svojstvima treba da zadovoljava i druge osnovne elemente i normative za tu klasu aerodroma, predviđene međunarodnim pravilnikom. [1]

Za izbor pravca poletno - sletne potrebno je izvršiti analizu režima vetrova. Analiza se vrši u reonu aerodroma, po pravcu, brzini i učestalosti za period najmanje od 3 - 5 godina. Ako je koeficijent trenja poletno - sletne staze manji od 0,6 onda brzina bočne komponente vetra ne sme biti veća od 7 m/sec za aerodromske klase "A" i "V" i lakše avione. [3]

Lokaliteti čija je pokrivenost bočnim vetrom manja od 98% smatraju se nepogodnim za građenje aerodroma.

Koeficijent upotrebljivosti "U" po svojoj definiciji označava koliko je procenata vremena u toku godine aerodrom

upotrebljiv s obzirom na vetar. On se dobija preko sledećih formula:

$$U(\%) = (N-n_1)/N \quad \text{ili} \quad U(\%) = n/N * 100 \dots [1]$$

gde su:

N - ukupan broj osmatranja u koji ulazi broj opažanja vetra, kao i broj opažanja mirnog vremena

$n_1$  - nepovoljna opažanja vetra veća od dopuštene vrednosti bočnog vetra  $v * \sin \alpha$

n - broj povoljnih opažanja

Prema propisima ICAO zahteva se da vrednost U ne bude manja od 95%. [1]

## 2.2. Osnovni elementi poletno-sletne staze

Dužina poletno-sletne staze određuje se prema propisima ICAO, za standardne uslove lokacije. Standardni uslovi lokacije jesu atmosferski pritisak od 1013.25 milibara, temperatura od 15°C, vreme bez vetra i nadmorska visina od  $h_n = 0$ . Nakon određivanja početne vrednosti dužine staze, vrše se korekcije dužine prema realnim uslovima na terenu. Kada se odredi početna dužina poletno-sletne staze, neophodno je izvršiti propisanu korekciju i to uvećanje od 7% za svakih 300m nadmorske visine i 1% za svaki °C u odnosu na standardnih 15°C. [1,3]

Širina poletno-sletne staze proizilazi iz gabarita merodavnog vozila, odnosno definiše se pomoću kodnog broja i kodnog slova. Preporučene vrednosti širine u zavisnosti od kodnog broja i kodnog slova, date su u tabeli 1. [1,3]

Tabela 1. Širina PSS u zavisnosti od kodnog broja i kodnog slova [3,6]

Kodni broj	Kodno slovo					
	A	B	C	D	E	F
1 <sup>a</sup>	18m	18m	23m	-	-	-
2 <sup>a</sup>	23m	23m	30m	-	-	-
3	30m	30m	30m	45m	-	-
4	-	-	45m	45m	45m	60m

<sup>a</sup> Širina staze ne bi trebala biti manja od 30m kod kodnog broja 1 i 2.

Poprečni nagib poletno-sletne staze se usvaja iz uslova odvodnjavanja. Može biti jednostrani ili dvostrani-simetričan u odnosu na osu poletno-sletne staze. U slučaju da je nagib poletno-sletne staze jednostran, nagib treba da bude suprotan smeru vetra, ukoliko je vetar praćen kišom. Poprečni nagib poletno-sletne staze mora biti isti celom dužinom staze, osim na ukrštanju sa drugom stazom (poletno-sletnom ili rulnom). Preporučene vrednosti nagiba poletno-sletne staze su date u tabeli 2. [1,3]

Tabela 2. Preporučene vrednosti poprečnog nagiba poletno-sletnih staza [1,3]

Kodno slovo	$i_{max}$
“A”	2%
“B”	2%
“C”	1%
“D”	1%

Granične vrednosti podužnog nagiba su uslovljene odvodnjavanjem površine poletno-sletne staze i ograničenjima aviona. Najmanji radijus vertikalnih krivina poletno-sletnih staza se dobija deljenjem razlike najviše i najniže

tačke u uzdužnom nagibu sa njenom dužinom. Pored ovoga, najmanji primenjeni radijus vertikalne krivine nivelete za određeni kodni broj ne bi trebao biti manji od vrednosti datih u tabeli 3. [1,3,6]

Tabela 3. Najmanji radijus zaobljenja nivelete i uzdužnog nagiba poletno-sletne staze [1,3]

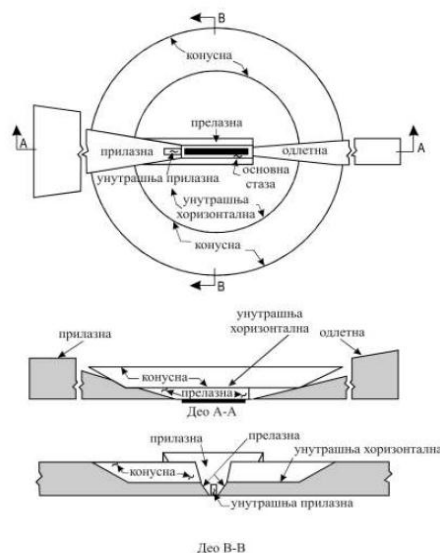
Kodni broj	Radijus krivine	$i_{max}$
1	30000m	2%
2	30000m	2%
3	15000m	1%
4	5000m	1%

## 2.3. Zone sigurnosti oko aerodroma

Jedna od najvažnih stavki na koju se mora obratiti pažnja pri projektovanju PSS jeste obezbeđivanje slobodnog prostora (zaštićenog prostora) od različitih vrsta prepreka koje mogu da utiču na bezbednost odvijanja vazdušnog saobraćaja. Zaštićeni prostor aerodroma obuhvata i zaštitu vazdušne zone i zaštićene površine na tlu. Sigurnost odvijanja letenja na nekom aerodromu ne zavisi samo od aerodromskih površina na zemlji nego se radi i o prilazu, sletanju i uzletanju. Da bi se te i druge operacije mogle sigurno izvoditi u neposrednoj blizini aerodroma, moraju postojati površine bez prirodnih i veštačkih objekata koju služe za bezbedno manevrisanje. Potrebne zone ograničenja utvrđene su sistemom površina kojima je ograničena dozvoljena visina objekata u zoni aerodroma.

Analiza utvrđivanja prepreka radi se iz sledećih razloga:

- Da bi se utvrdilo da li je na nekoj lokaciji moguće izgraditi ili dograditi aerodrom.
- Da bi se na lokaciji, na kojoj se planira ili već postoji aerodrom, kontrolisala i ograničavala izgradnja objekata kako oni ne bi postali prepreke i time ugrozili ili onemogućili izgradnju odnosno eksploataciju aerodroma. [1]



Slika 1. Zaštićene zone aerodroma [5]

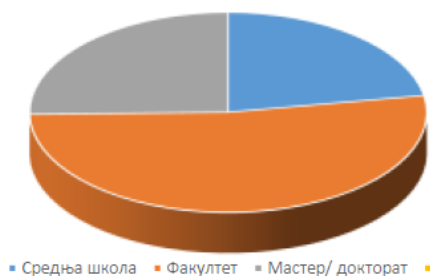
### 3. IDEJNO REŠENJE POLETNO-SLETNE STAZE NA AERODROMU ČENEJ KOD NOVOG SADA U OKVIRU PREDLOGA DOGRADNJE POSTOJEĆEG AERODROMA

#### 3.1. Opravdanost projektovanja aerodroma na Čeneju -stavovi javnog mnjenja

Jedan od faktora koji utiče na utvrđivanje opravdanosti projektovanja izgradnje aerodroma na određenoj lokaciji je mišljenje javnog mnjenja. Osnovni problem istraživanja se može raščlaniti na tri specifična cilja:

1. Utvrditi potencijalnu frekvenciju putnika na aerodromu na Čeneju:
  - a. koliki procenat stanovništva bi koristio navedeni aerodrom i u kojoj meri?
  - b. utvrditi profil putnika koji bi koristio navedeni aerodrom
2. Utvrditi geostratešku opravdanost projektovanja i izgradnje aerodroma na Čeneju
3. Utvrditi društvenopolitičku opravdanost projektovanja i izgradnje aerodroma na Čeneju

U istraživanju je učestvovalo 233 ispitanika, pri čemu je 127 ispitanika (54.5%) bilo muškog pola. Ispitanici su imali između 17 i 64 godine (prosečna starost ispitanika= 31.18, vrednost standardne devijacije= 11.82). Anketa je sprovedena tokom maja i juna 2016.godine.



Grafik 1. Stručna sprema ispitanika u uzorku

Kao što se može uvideti iz predstavljenog grafika, najviše završenu srednju školu imalo je 52 ispitanika (22.3%), fakultet 122 ispitanika (52.4%), a master ili doktorat 59 ispitanika (25.3%). Još jedan od sociodemografskih podataka je taj da je najviše ispitanika svoju materijalnu situaciju ocenilo kao osrednju (63.1%), zatim kao dobru (28.8%), a lošu materijalnu situaciju percipiralo je 8.2% ispitanika. Najviše ispitanika, preciznije njih 143 (61.4%) bilo je u radnom odnosu, njih 58 (24.9%) nezaposleno, dok je u kategoriji „drugo“ bilo 32 ispitanika (13.7%).

Najvažniji sociodemografski podatak za sprovedeno istraživanje je mesto stanovanja ispitanika. Ovaj podatak u velikoj meri odražava validnost sprovedene ankete. Na osnovu ovog podatka može se predviđati frekvencija korišćenja novog aerodroma, te preferencija ispitanika ka određenom aerodromu, a kao rezultat geografske udaljenosti od aerodroma.

Mesto stanovanja ispitanika u kombinaciji sa odgovorima na pitanja o opravdanosti projektovanja i izgradnje aerodroma takođe može ukazati na njegovu geostratešku i društvenopolitičku svrhu i korist. Grafik 2 prikazuje mesto stanovanja ispitanika. Na osnovu predstavljenog grafika može se zaključiti da je veći deo uzorka sa

teritorije AP Vojvodine, a manji broj ispitanika iz centralnog dela R. Srbije i inostranstva. Ovaj podatak od značaja je za analizu rezultata, posebno u okviru potencijalne frekvencije putnika na novom aerodromu.



Grafik 2. Frekvencije mesta stanovanja ispitanika

U poduzorku ispitanika koji trenutno koriste usluge avio prevoza, 30% ispitanika koristi ih ređe od jednom godišnje, 30.6% jednom godišnje, 18.0% nekoliko puta godišnje, 0.90% jednom mesečno, a 1.3% nekoliko puta mesečno. Sa druge strane, najčešći razlog nekorisćenja avio prevoza je finansijske prirode. Analiza profila ispitanika ukazuje da bi podjednak broj muškaraca i žena, pretežno fakultetski obrazovanih sa procenom materijalne situacije kao osrednje i radnim statusom zaposlenih koristilo novi aerodrom na Čeneju. Geostrateška i društvenopolitička opravdanost projektovanja i izgradnje aerodroma predstavljaju neodvojive ciljeve. Posmatrajući rezultate dobijene sprovedenom anketom može se uvideti da je čak 189 ispitanika (81.1%) odgovorilo potvrdno na pitanje: „Da li mislite da je Novom Sadu potreban aerodrom za regionalni (letovi dužine do 3.500 km) avio saobraćaj?“. Dobijeni rezultat nezavistan je od mesta stanovanja ispitanika, što drugim rečima ukazuje na prepoznavanje društvenopolitičke potrebe za izgradnjom ovog aerodroma od strane celokupnog javnog mnjenja.

#### 3.2. Polazne osnove

Polazne osnove za izradu predloga dogradnje aerodroma Čenej, između ostalog čine:

- Rezultati prognoze saobraćaja za period od narednih 20 godina
- Postojeće stanje objekata i instalacija aerodroma
- Rezultati objavljenih prethodnih radova i analiza

Kao referentni avion za dogradnju aerodroma Čenej usvojen je avion klase ATR-72-500, kao najmanji avion u floti domaćeg avio prevoznika Air Serbia Etihad. Shodno tome, aerodrom je definisan sa kodnom oznakom “3C” (prema ICAO), sa PSS sa veštačkim zastorom 1500x30m, sa uslovima za neprecizni instrumentalni prilaz.

U cilju zaštite prostora za eventualni dalji razvoj, aerodrom Čenej bi eventualnom drugom fazom bio definisan kao aerodrom kodne oznake “4D”, sa PSS dimenzija 2500x45m i uslovima za precizan instrumentalni prilaz. [10,11]

### 3.3. Položaj poletno-sletne staze

Postojeća travna PSS aerodroma Čenej je orijentacije 144°-324°. Analizom je ustanovljeno da se položaj postojeće PSS ne može zadržati i za nove PSS, bilo za PSS sa veštačkim zastorom, bilo za travnu PSS i to iz više razloga. Severozapadni prag postojeće travne PSS je na koti 79,0m, a jugoistočni na 81,0m. Zbog visokog nivoa podzemnih voda, u severozapadnom delu postojeće PSS prisutna su česta zabarenja i raskvašavanja terena posle padavina i topljenja snega. Zbog toga se predlaže da se nove PSS povuku maksimalno moguće u pravcu jugoistoka, jer se teren u tom pravcu konstantno penje. Ograničavajući faktor u tom smislu je trasa dalekovoda 380kV u jugoistočnoj aerodromskoj zoni, sa visinom stubova od 33m. Prag 33 nove PSS sa veštačkim zastorom postavljen je na kotu prirodnog terena od 82,0m, čime je izbegnut prodor stubova pomenutog dalekovoda kroz instrumentalni prilazno-odletni koridor nagiba 2%. Zbog toga je nova PSS, pored povlačenja u pravcu jugoistoka, morala biti i zarotirana za 6°, u pravcu 150°-330°, paralelno sa postojećim kanalima za dreniranje terena i što paralelnije pomenutom dalekovodu. Presek produžene ose PSS i trase dalekovoda prisutan je na oko 2 km od praga 33. Produžena osa PSS i u severozapadnom i u jugoistočnom pravcu, ne preseca stambena naselja. Tako postavljen prag 33 nove PSS sa veštačkim zastorom može se smatrati fiksnim, a sva eventualna buduća produženja PSS vršila bi se u pravcu severozapada, uz evidentno povećanu jediničnu cenu zemljanih radova na izdizanju nivelete. Nova travna PSS, dimenzija 1.000x60m, bila bi položena paralelno sa PSS sa veštačkim zastorom, na osovinskom rastojanju od 102,5m. [10]

### 3.4. Analiza zona sigurnosti letenja

S obzirom da se rezervacija prostora u okolini aerodroma mora izvršiti na duge staze, pri analizi zona sigurnosti usvojene su maksimalne realne mogućnosti razvoja aerodroma na čenejskoj lokaciji, odnosno korišćene su domaće i međunarodne preporuke i standardi merodavni za PSS kodne oznake "4D", okvirnih dimenzija 2.500x45 m, a za uslove preciznog instrumentalnog letenja (IFR). [6,10]

Položaj i orijentacija nove PSS sa veštačkim zastorom aerodroma Čenej odabrani su tako da je ustanovljeni sistem prilazno-odletnih, prelaznih, unutrašnje horizontalne i konusne površine bez prodora prirodnih ili veštačkih prepreka (osim delimično vrha vodotornja u severozapadnoj zoni, ali tek za PSS dužine 2.500 m).

Gradnju objekata u okolini aerodroma treba kontrolisti radi zaštite od eventualnih budućih prepreka, čime će se obezbediti sigurnost letenja u budućnosti. Obavezno treba obeležiti najistaknutije objekte u zoni aerodroma: vodotoranj u severozapadnoj i stubove dalekovoda u jugoistočnoj zoni oznakama i za dnevno i za noćno letenje.

## 4. ZAKLJUČAK

Obradom metodoloških osnova i osnovnih principa za planiranje i projektovanje poletno-sletnih staza na aerodromima kao i analizom primene različitih koncepcija i analizom projektnih elemenata poletno sletnih staza stvoren je preduslov za izradu Idejnog rešenja izgradnje poletno-sletne staze na aerodromu Čenej kod Novog Sada

u okviru predloga dogradnje i modernizacije postojećeg aerodroma. Utvrđena je opravdanost projektovanja aerodroma na osnovu istraživanja stavova javnog mnjenja sprovedenog putem ankete. Zbog nedostatka adekvatnih ulaznih podataka nije bilo moguće uraditi neki drugi vid analize ekonomske, geostrateška i društvenopolitičke opravdanosti, koji bi preciznije i detaljnije ustanovio potrebu za izgradnjom aerodroma. Nakon vizuelnog pregleda aerodroma, geodetskog snimanja, analize više predloga dogradnje aerodroma u poslednjih 40 godina uz odgovarajuću stručnu literaturu izrađeno je Idejno rešenje poletno-sletne staze sa pratećim aerodromskim sadržajem.

## 5. LITERATURA

- [1] AERODROMI - predavanja, prof. dr Nebojša Radović dipl.inž.građ, Fakultet Tehničkih Nauka u Novom Sadu, 2014/15
- [2] Pravilnik o projektovanju, izgradnji i rekonstrukciji civilnih aerodroma i njihovoj klasifikaciji ("Službeni Glasnik RS", br. 7-12/03)
- [3] Mazić., B. (2012). Aerodromi. Građevinski fakultet Univerziteta u Sarajevu.
- [4] Horvat., Z. (1990). Aerodromi I. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet Građevinskih znanosti – Zagreb
- [5] Cvetanović., A., Banić B. (2016). Osnove saobraćajnica
- [6] Pravilnik o aerodromima ("Službeni Glasnik RS", br. 23/2012 i 60/2012 – ispr.)
- [7] Uputstvo za projektovanje aerodroma (Departman civilnog vazduhoplovstva Republike Srbije, 2013.)
- [8] Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2007). Multivariate analysis of variance and covariance. Using multivariate statistics, 3, 402-407.
- [9] Aerodromski priručnik – LYNS, Aeroklub Novi Sad (2012). Novi Sad
- [10] Generalni projekat dogradnje aerodroma „Čenej“ (1999). Beograd: BK AEROINŽENJERING
- [11] ATR Family Catalogue – September 2014.
- [12] <http://www.hidmet.gov.rs/>
- [13] Zakon o vazдушnom saobraćaju ("Službeni Glasnik RS", br. 73/2010)
- [14] Pravilnik o vatrogasno-spasilačkoj službi i vatrogasno-spasilačkom obezbeđenju na aerodromima (Sl.Glasnik RS br. 54-12)
- [15] Pravilnik o službi hitne pomoći na aerodromu (Sl.List SFRJ, br. 57-78, 40-95)
- [16] <https://sr.wikipedia.org/sr/>
- [17] Pravilnik o službi prihvata i otpreme vazduhoplova, putnika i stvari na vazduhoplovnom pristaništu (Sl.List SFRJ, br. 66-87, 57-90,51-92, 38-95)

### Kratka biografija:



**Vladimir Šovljanski** rođen je u Novom Sadu 1987. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – Tehnologija organizacija građenja odbranio je 2014.god.



**Nebojša Radović** rođen je u Beogradu 1962.god Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2006.god., a od 2015.god. je u zvanju vanrednog profesora na Katedri za geotehniku saobraćajnice.



**TEORIJA SPREGNUTIH GREDA SA ELASTIČNIM MOŽDANICIMA I PROJEKAT DRUMSKOG MOSTA****THE THEORY OF COMPOSITE BEAMS WITH HEADED STUDS AND THE PROJECT OF THE ROAD BRIDGE**Vladan Berić, Srđan Kisin, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

**Kratak sadržaj** – U ovom radu je prvo obrađena teorija spregnutih greda sa elastičnim moždanicima, a zatim je prikazan projekat drumskog mosta prema Evrokodu. U okviru projekta mosta prikazn je tehnički opis, analiza opterećenja, statički uticaji i dimenzionisanje.

**Abstract** – This paper first elaborate the theory of composite beams with headed studs, and then shows the structural design of road bridge according to Eurocode. Within the bridge project, load analysis, static analysis and design are presented.

**Ključne reči:** *Spregnute grede, elastični moždanici, spregnuti most*

**1. UVOD**

U svijetu razvoj spregnutih konstrukcija počinje oko 1920. godine, još iz tog vremena postoje podaci o nekoliko željezničkih mostova u Francuskoj na kojima je bila ugrađena armiranobetonska ploča debljine 25 cm preko gornjeg pojasa čeličnih nosača. AB ploča je tada služila samo za prenos opterećenja sa kolovoza na glavne čelične nosače. Takva konstrukcija je bila malo skuplja, ali imala je niz prednosti u pogledu kriterijuma nosivosti i trajnosti. Štitila je čelične nosače od raznih atmosferilija, prije svega vode i imala je dosta manju sopstvenu težinu u odnosu na prethodna rješenja kolovoznih tabli sa ispunom od betona. Istovremeno i u zgradarstvu počinju međuspratne konstrukcije da se grade od armiranobetonskih ploča preko čeličnih nosača.

Nakon izgradnje takvih konstrukcija vršena su standardna ispitivanja probnim opterećenjem gdje je uočena i kod mostova i kod objekata u zgradarstvu značajna razlika između mjerenih ugiba i ugiba dobijenih računskim putem pod pretpostavkom da čelični nosači sami nose kompletno opterećenje. Upravo ta činjenica da su ugibi dobijeni mjerenjem bili dosta manji u odnosu na računске dovela je do toga da u pojedinim zemljama Evrope a i u SAD se počne razmišljati o sadejstvu armirano betonske ploče i čeličnih nosača.

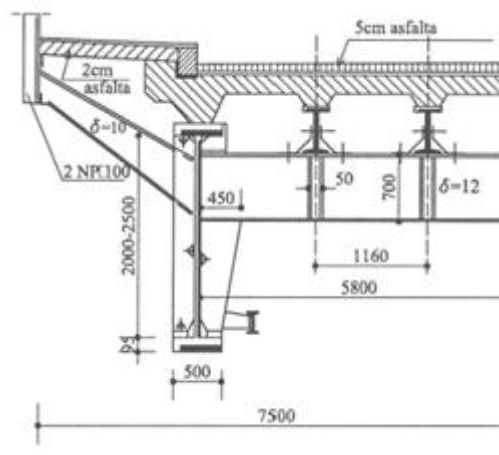
U Parizu 1932. godine na kongresu Međunarodnog društva za mostove i konstrukcije javljaju se prvi radovi u ovoj novoj oblasti spregnute konstrukcije.

**NAPOMENA:**

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

U tim radovima profesor Stussy je objavio rezultate izvršenih eksperimenata i prvi put ukazao na moždanik kao moguće sredstvo sprežavanja betona i čelika. Takođe navedeno je da se nosivost čeličnog nosača povećava sadejstvom sa betonom, da prijanjanje betona za čelik nije dovoljno za konstrukcijsko objedinjavanje čelika i betona i da se ugibi za spregnut nosač usled korisnog opterećenja mogu izračunati za odnos modula elastičnosti  $n = E_a/E_b = 10$ .

Na ovim našim prostorima za oblast spregnutih konstrukcija značajan je drumski most preko Save u Zagrebu (Slika 1) na kojem je 1939. godine izvršeno detaljno ispitivanje usled probnog opterećenja i došlo se do zaključka da most radi kao spregnuta konstrukcija iako nije projektovan tako. Nedvosmisleni rezultati ispitivanja su ukazali na to da su primjenjeni moždanici doveli do značajnog sprežavanja čeličnih nosača i armiranobetonske ploče. Na to su ukazivale znatno manje izmjerene deformacije od računskih.



Slika 1. *Poprečni presjek mosta preko rijeke Save u Zagrebu*

Zbog nedostatka teorijske podloge i njoj odgovarajućih eksperimentalnih istraživanja spregnute konstrukcije nisu tako brzo ušle u širu upotrebu. Međutim, u SAD se već 1936. godine vrše detaljna ispitivanja koja će omogućiti donošenje prvih propisa za spregnute konstrukcije u mostogradnji, a nekih 15-ak godina kasnije su objavljeni propisi za spregnute konstrukcije u zgradarstvu pod nazivom „American Institute of Steel Construction“.

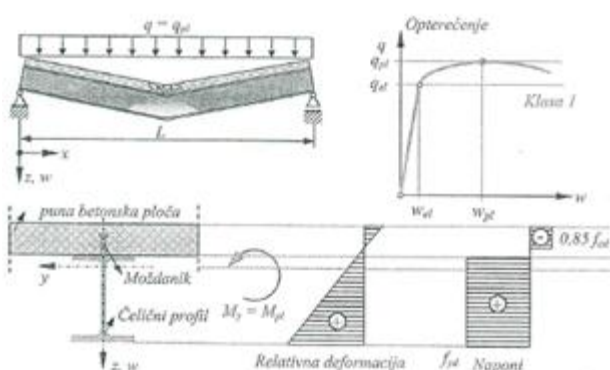
U Evropi prvi propisi za spregnute konstrukcije su donijeti u Švajcarskoj na institutu EMPA pa u Zapadnoj

Njemačkoj, u Švajcarskoj su se tokom 1938/1939. godine vršila sveobuhvatna ispitivanja pojedinačnih moždanika i moždanika ugrađenih u probne nosače koji si bili izloženi i statičkom i dinamičkom opterećenju. Njemački propisi su obradili temperaturne uticaje, uticaje od skupljanja i tečenja i probleme spreznja.

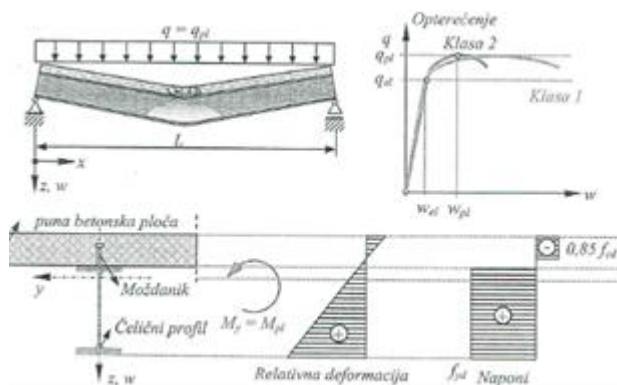
## 2. ANALIZA SPREGNUTIH GREDA SA ELASTIČNIM MOŽDANICIMA PO EVROKODU 4

### 2.1. Određivanje klase poprečnog presjeka

Klasifikacija presjeka za čelične nosače je data u Evrokodu 3, međutim i kod spregnutih konstrukcija dokaz graničnog stanja zavisi od lokalne nestabilnosti pritisnutih dijelova čeličnog nosača. Postoje četiri klase i svaka klasa ima određenu sposobnost rotacije i govori o mogućoj lokalnoj nestabilnosti. Klase spregnutih poprečnih presjeka biće prikazani odnosom opterećenja  $q$  i ugiba  $w$ .



Slika 2. Klasa spregnutog poprečnog presjeka 1



Slika 3. Klasa spregnutog poprečnog presjeka 2

Klasifikacija poprečnog presjeka spregnutog nosača zavisi od lokalne vitkosti flanše i rebra čeličnog nosača, položaja plastične neutralne ose i stepena armiranja betonske ploče. Pored ovoga kod klase poprečnih presjeka 1 (Slika 2) i 2 (Slika 3) potrebno je osigurati duktilnu armaturu za betonski dio presjeka koji se nalazi u zategnutoj zoni.

Kod spregnutih konstrukcija se obično koriste čelični presjeci takvi da su u klasi 1 ili 2 u spregnutim presjecima. Kod statičkog sistema proste grede, spregnuti nosači su skoro uvijek u klasi 1 ili 2 jer je visina rebra u pritisku mala, a veza sa betonskom pločom sprječava lokalno izbočavanje pritisnute flanše.

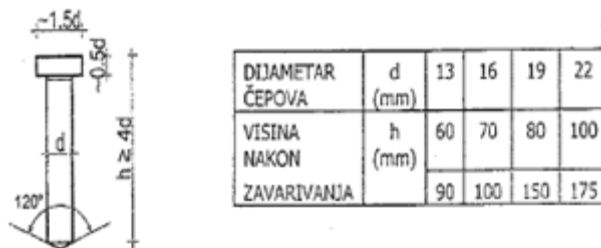
### 2.2. Sredstva za spreznje- elastični moždanici

Čepovi sa glavom su najčešće korišćen tip moždanika kod spregnutih presjeka mostova. Zbog prednosti:

- brzo i jednostavno spajanje sa čeličnim nosačem pomoću ručnog pištolja za poluautomatsko zavarivanje elektro-otporom
- zauzimaju mali prostor pa je postavljanje armature olakšano
- imaju kombinovan prenos smičuće sile, savijanjem, zatezanjem i smicanjem što je posebno povoljno za dinamički opterećene konstrukcije izložene zamoru
- manja težina za 15-30 % u odnosu na druge tipove moždanika
- postavljaju se u proizvodnom pogonu na već gotove nosače bez deformacije gornje flanše na koju se zavaruju

Mana im je što se vrlo teško zavaruju van proizvodnih pogona jer je potrebna jaka struja za poluautomatsko zavarivanje elektro-otporom.

Materijal kod čepova sa glavom je hladno oblikovani čelik sa zateznom čvrstoćom  $\delta_u \geq 450 \text{ N/mm}^2$ , granicom razvlačenja  $\delta_s \geq 350 \text{ N/mm}^2$  i izduženjem  $\delta_z \geq 15\%$ .



Slika 4. Dimenzije i oblik čepa sa glavom

Tu su prikazane standardne dimenzije čepova sa glavom (Slika 4) i ne preporučuje se mijenjanje datih dimenzija bez ispitivanja na velikoj seriji modela.

## 3. ZAKLJUČAK

Primjena spregnutih greda sa elastičnim moždanicima je u mostogradnji česta zbog jednostavne ugradnje moždanika i zbog povoljnog toka u dijagramu nosivost-deformacija usled kombinovanog prenosa smičuće sile, savijanjem, zatezanjem i smicanjem. Ovi moždanci se uglavnom raspoređuju na jednakim rastojanjima kako bi stepen spreznja bio zadovoljen u svim presjecima. Ravnomjeran raspored je ujedno i povoljan za dinamički opterećene konstrukcije kao što su mostovi jer prilikom plastifikacije dijagram smičućih sila takođe postaje ravnomjerniji. Popustljivost kao osobina spoja sa elastičnim moždanicima korisna je za veće raspone u slučaju kada je nosivost armiranobetonske ploče ograničena jer se tako smanjuje dio spregnutog djelovanja u preuzimanju cjelokupnog opterećenja. Primjena spregnutih greda kod mostova srednjih raspona ima prednosti u smislu brže izgradnje i veće isplativosti u odnosu na druga rješenja. Elastični moždanici u odnosu na krute su bolji zbog svoje duktilnosti i omogućavanja idealno plastičnog ponašanja smičućeg spoja, te usled svoje deformabilnosti obezbjeđuju preraspodjelu ukupne smičuće sile na veći broj moždanika.

## 4. PROJEKAT DRUMSKOG MOSTA

### 4.1. Tehnički opis

Prema projektnom zadatku projektovan je drumski most u spregnutoj izvedbi dužine 36 m i širine 10.90 m. Most se sastoji od dve saobraćajne trake širine 3.5 m sa po dve ivične trake širine 0.5 m i dve pješačke staze širine 1.25 m. Most je u pravcu i statičkog sistema prosta greda. Fundiranje se vrši na terenu srednje nosivosti  $\sigma_{dop}=0.25$  MPa. Lokacija mosta je Zrenjanin.

Kao glavni elementi spregnute konstrukcije uzeta su dva zavarena nesimetrična i nosača na razmaku 6.7 m. Glavna karakteristika tih nosača je veća površina donjeg zategnutog pojasa i minimalne dimenzije gornjeg pojasa koji je uglavnom u blizini neutralne ose idealnog presjeka. Rebro zavarenog nosača je visine 1650 mm i debljine 16 mm, dok se donja flanša sastoji iz tri lamele promjenjlive širine 460, 400, 360 mm i debljina po 30 mm, te dimenzije gornje flanše su širina 300 mm i debljina 15 mm. Kvalitet čelika je S355. Predviđena su dva montažna segmenta dužine 9 m i jedan od 14 m. Razlog ovakom odabiru segmenta je uslijedio iz toga da bi se izbjegli montažni nastavci na mjestima veze poprečnog i glavnog nosača i da bi se izbjegla mjesta na kojima se vare grupe moždanika. Montažni nastavci glavnog nosača su izvedeni visokovrijednim prednapregnutim zavrtnejevima M24 klase 8.8. Poprečni nosači su profili IPE 400, dok se u zoni oslonaca predviđaju IPE 500 nosači sa vertikalnim ukrućenjima kako bi imali dovoljnu nosivost prilikom zamjene ležišta. Predviđa se nadvišenje glavnog nosača tako da je sprezanje ostvareno i za kosrisno i ukupno stalno opterećenje. Kao sredstvo za sprezanje koriste se čepovi sa glavom prečnika 19 mm i visine 150 mm.

Kolovozna ploča se izvodi od armiranobetonskih prefabrikovanih segmenata dužine 2.40 m i širine jednake ukupnoj širini mosta 10.90 m. Debljina ploče je promjenljiva, na sredini je 20 cm, a iznad oslonaca se predviđaju vute pa je visina ploče 30 cm. Ploča je izvedena u nagibu od 2% na obe strane zbog odvodnjavanja. Marka betona je C45/55 i armatura je B500.

Ležišta su postavljena tako da na jednoj strani mosta imamo nepokretno ležište i jedno koje je pokretno samo u poprečnom pravcu, a na drugo strani mosta jedno pokretno ležište u podužnom pravcu i jedno pokretno u oba pravca. Koriste se Neotopf ležišta TF4, Tga3, Tga4 i Tge3. Predviđaju se dilatacione razdjelnice tipa „transflex“ MT 100 koje će omogućiti podužno pomjeranje kolovozne konstrukcije i kontinuitet u prelazu sa mosta na put.

Obalni stubovi preuzimaju uticaje sa rasponske konstrukcije i treba da omoguće konstruktivnu vezu prelaza sa puta na most. Sastoje se od čeonog zida debljine 120 cm i visine 705 cm, paralelnih krilinih zidova debljine 50 cm i dužine krila 770 cm i temeljne ploče debljine 80 cm i dimenzija 1000x1200 cm. Na vrhu oporca se nalazi oslonac za prelaznu ploču debljine 25 cm koja je izvedena u nagibu od 10%.

Opremu mosta kao jednu od bitnih stavki u smislu njegove trajnosti treba pažljivo odabrati. Jedan od najvažnijih elemenata opreme je sistem za odvodnju vode sa mosta. Svi elementi sistema za odvodnju trebaju biti dostupni za pregled, čišćenje i zamjenu ako je potrebno. Slivnici se postavljaju prije asfaltiranja i treba da imaju

mogućnost naknadne regulacije položaja rešetke po visini. Izvode se od lijevanog čelika otpornog na koroziju. Dimenzija su 345x255 cm i postavljaju se na svakih 12 m.

### 4.2. Analiza opterećenja

- Stalno opterećenje
- Vertikalno saobraćajno opterećenje
- Opterećenje na pješačkoj stazi
- Horizontalna opterećenj
- Grupe saobraćajnog opterećenja
- Model opterećenja za procjenu zamora
- Incidentna opterećenja
- Dejstvo vjetra
- Temperaturno opterećenje
- Seizmičko opterećenje

### 4.3. Statička analiza i uticaji

Za proračun spregnute konstrukcije mosta po fazama rada korišten je modul CSM (Construction Stage Manager) unutar njemačkog softvera za analizu konstrukcija Sofistik. U ovom softveru je omogućeno modeliranje spregnutog presjeka tako da on sam obuhvata promjenu geometrijskih i materijalnih karakteristika tokom faza rada spregnute konstrukcije.

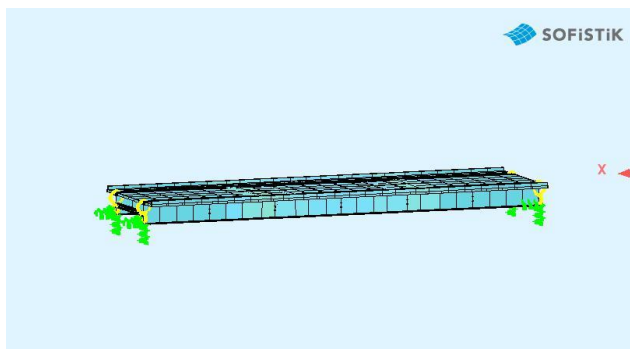
Most je modeliran pomoću kombinacije grednih i površinskih elemenata, to je takozvani hibridni sistem. Model se sastoji od dve spregnute grede koje su povezane kolovoznom betonskom pločom i poprečnim nosačima. Pošto se pretpostavlja da kolovozna ploča nosi samo u poprečnom pravcu onda se kod površinskih elemenata isključi krutost u podužnom pravcu. Oslanjanje mosta je urađeno primjenom opruga tako da se dobije statički sistem prosta greda.

Faze rada mostovske konstrukcije :

1. Faza montaže čeličnog nosača sa nadvišenjem (Slika 5) kada uticaje prima samo čelični nosač, zatim slijedi postavljanje AB prefabrikovanih ploča sa betoniranjem njihovih veza i grupa moždanika gdje i dalje sve uticaje prima čelični nosač.
2. Faza kada usled očvršćavanju betona nosač počinje da radi kao spregnuti nosač (Slika 6) koji prima uticaje od dodatnog stalnog opterećenja, a potom i od ostalih opterećenja.



Slika 5. Faza montaže čeličnog nosača sa nadvišenjem 3d



Slika 6. Faza spregnuti nosač

#### 4.4. Dimenzionisanje spregnutog nosača

Za granično stanje nosivost prvo određujemo:

- klasifikaciju čeličnog poprečnog presjeka prema EN 1993-1-1.
- kontrolu nosivosti čeličnog poprečnog presjeka na dejstvo momenta
- provjeravamo smičuću nosivost čeličnog presjeka.
- proračun bočno torzionog izvijanja se sprovodi prema EN-1993-1-1
- određujemo efektivnu širinu betonske ploče prema 5.3, EN 1994-1-2
- klasifikacija spregnutog poprečnog presjeka
- proračun podužne smičuće veze
- plastična otpornost na savijanje spregnutog poprečnog presjeka
- smičuća otpornost spregnutog poprečno presjeka
- provjera podužne smičuće nosivosti betonske ploče
- provjera betona u pritisnutoj dijagonali

Za granično stanje upotrebljivosti potrebno je ispuniti sledeće kriterijume:

- ograničenje napona u čeliku, betonu i armature
- kontrola prslina u betonu
- dokaz stabilnosti vitkih rebara
- kontrola ugiba

Naponi u betonu se ograničavaju kako bi se izbegla oštećenja betona usled prevelikog pritiskujućeg naprezanja, a ograničenjem napona u čeliku i armaturi se izbegava njihovo neelastično ponašanje. Most spada u klasu D i na osnovu toga se određuje koje su kombinacije opterećenja mjerodavne. Predviđeno je da se za ograničenje napona u čeliku i armaturi koristi karakteristična kombinacija, dok se za ograničenje napona u betonu koristi kvazi-stalna kombinacija.

Provjeru stabilnosti vitkih rebara nije potrebno raditi kod drumskih mostova kod kojih nema podužnih ukrućenja rebra ako su zadovoljeni sledeći uslovi:

$$\frac{h_w}{t} \leq 30 + 40 L$$

L-raspon mosta u m

#### 5. LITERATURA

- [1] Vayas, Iliopoulos "Design of Steel-Concrete Composite Bridges to Eurocode", CRC Press, 2014.
- [2] M. Pržulj, „Mostovi“, Udruženje Izgradnja, Beograd, 2014.
- [3] D. Buđevac, B. Stipanić, Čelični mostovi, IRO „Građevinska knjiga“, Beograd, 2002.
- [4] B. Androić, M. Čaušević, D. Dujimović, I. Džeba, D. Markulak, B. Peroš, „Čelični i spregnuti mostovi“, IA Projektiranje, Zagreb, 2014.
- [5] SCI PUBLICATION P357, „Composite highway bridge design“, The Steel Construction Institute,

#### Kratka biografija:



**Vladan Berić** rođen je u Banja Luci 1993 god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva – Spregnuti konstrukcije odbranio je 2017.god.



**Srđan Kisin** rođen je u Sarajevu 1952 Doktorirao je na Građevinskom fakultetu u Sarajevu 1985. god., a od 1997. ima zvanje redovni profesor. Oblast interesovanja su metalne konstrukcije..

TEHNIČKA ANALIZA VARIJANTNIH REŠENJA KONSTRUKCIJE GORNJEG STROJA  
MAGISTRALNE PRUGE BEOGRAD-MLADENOVAC-NIŠ-PREŠEVO

TEHNICAL ANALYSIS OF SUPERSTRUCTURE DESIGN SOLUTIONS FOR THE MAIN  
RAILROAD LINE BELGRADE-MLADENOVAC-NIS-PRESEVO

Ljubiša Filipović, Stanislav Jovanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

**Kratak sadržaj** – U ovom radu rađeno je variranje i proračun konstrukcije gornjeg stroja preko zadatih parametara i poređenje sa usvojenim parametrima iz projekta, radi poređenja ekonomske isplativosti konstrukcije za predviđeni saobraćaj, kao i analiza habanja najčešće korišćenih šina na prugama Železnice Srbije 49E1, 54E1 i 60E1.

**Abstract** – The subject in this paper was the variation of the railway track superstructure parameters and their comparison with the adopted parameters in the project, for the purposes of comparison of superstructure's economic viability for the predicted traffic, as well as the rail-wear analysis of the most commonly used rail types on the Serbian Railways network, i.e. 49E1, 54E1 and 60E1.

**Ključne reči:** Železnica, gornji stroj, dimenzionisanje, gređa na elastičnoj podlozi, faktor dinamičkog uticaja, habanje šina,

**1. UVOD**

U ovom radu rađena je analiza parametara koji su varirani kako bi se došlo do najekonomičnije konstrukcije, a uporedna varijacija je rađena preko američkog i domaćeg standarda.

U drugom delu rada je rađena analiza habanja najčešće korišćenih šina na prugama Železnice Srbije 49E1, 54E1 i 60E1.

**2. OCENA POTENCIJALNIH VARIJANTNIH REŠENJA KONSTRUKCIJE GORNJEG STROJA**

U tematskoj celini ocene potencijalnih varijantnih rešenja konstrukcije gornjeg stroja urađen je proračun i analiza gornjeg stroja za najčešće korišćenu električnu lokomotivu serije 461 za brzinu od 160 km/h i vagon (LOSTR a.s. Republika Češka) za brzinu od 80 km/h.

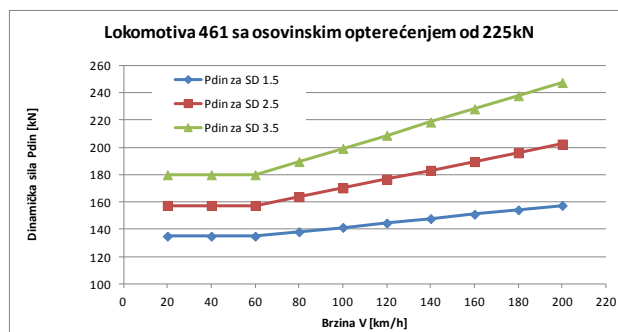
Dinamička opterećenja gornjeg stroja su obično ograničena na kvazi-statička opterećenja koloseka, predstavljena u vidu elastično oslonjene gređe, gde se zatim na statička opterećenja dodaje dinamičko povećanje, tj. faktor dinamičkog uticaja, ili koeficijent dinamičkog dejstva. Za proračun faktora dinamičkog uticaja odabrana je formula profesora Ajzenmana, koja glasi:

$$\phi = 1 + \delta * \eta * t * B \quad (1)$$

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Stanislav Jovanović.

Na osnovu faktora dinamičkog opterećenja i osovinskog opterećenja, dobijena su dinamička opterećenja od točka vagona i lokomotive 461, Slika 1.

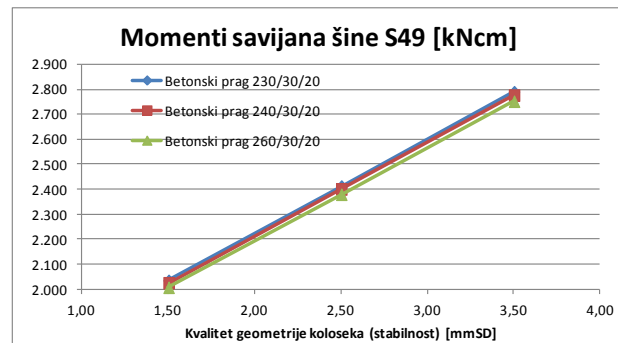


Slika 1. Dinamičko opterećenje točka za lokomotivu 461 (osovinsko opterećenje od 22.5kN)

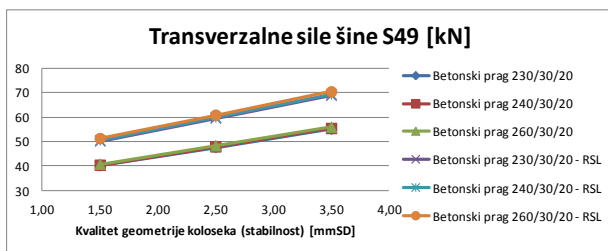
Sa ovih dijagrama moglo se zaključiti da dinamičko opterećenje točka može biti i višestruko uvećano, a da uvećanje zavisi od faktora kao što su (kvalitet geometrije koloseka, brzina kretanja vozila, granica pouzdanosti intervala, faktor simulacije punih ili praznih kola).

**2.1. Proračun gređe na elastičnoj podlozi u zavisnosti od kvaliteta geometrije koloseka, razmaka pragova i tipova šina**

Proračunom gređe na elastičnoj podlozi dobili smo dijagrame za momente savijanja (Slika 2) i transverzalne sile (Slika 3) za standarde koji važe za Republiku Srbiju i transverzale sile RSL (Rail Seat Load) koji važe za Američke standarde za šine 49E1, 54E1 i 60E1 u zavisnosti od kvaliteta geometrije koloseka.



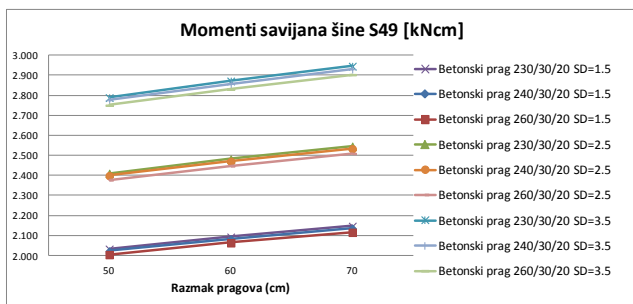
Slika 2. Dijagram momenata savijanja šine 49E1 za razmak pragova od 50 cm u zavisnosti od kvaliteta geometrije koloseka (vagon)



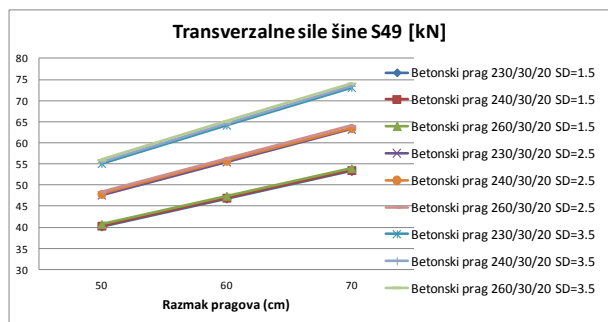
Slika 3. Dijagram transverzalnih sila i RSL šine 49E1 za razmak pragova od 50 cm u zavisnosti od kvaliteta geometrije koloseka (vagon)

Uočeno je da tipovi i dimenzije pragova za šinu 49E1 dovede do konačne razlike u vrednosti momenata savijanja od 1.35% do 1.54% i transverzalnih sila od 0.04% do 1.92%, dok razlike u kvalitetu geometrije koloseka za istu šinu daju razlike u vrednosti momenata savijanja i transverzalnih sila od 33.80 %.

Proračunom grede na elastičnoj podlozi u zavisnosti od razmaka pragova dobili smo dijagrame momenata savijanja (Slika 4) i transverzalnih sila (Slika 5).



Slika 4. Dijagram momenata savijanja šine 49E1E1 u zavisnosti od razmaka pragova i kvaliteta geometrije koloseka (vagon)

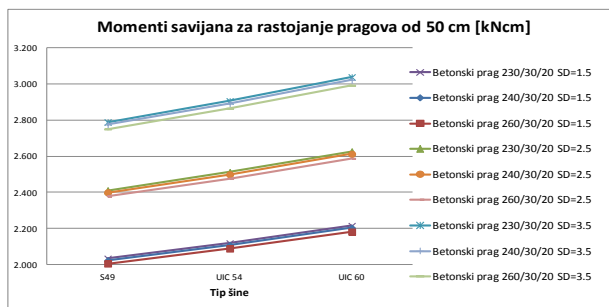


Slika 5. Dijagram transverzalnih sila šine 49E1 u zavisnosti od razmaka pragova i kvaliteta geometrije koloseka (vagon)

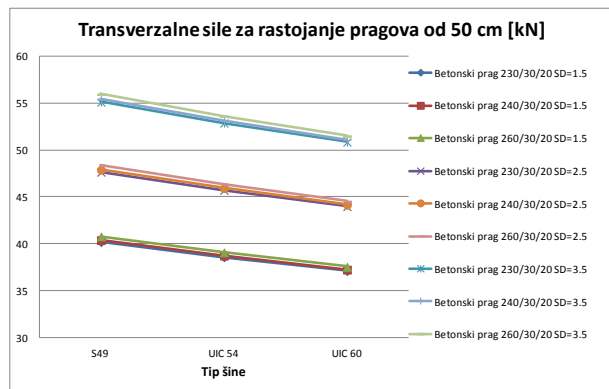
Na dijagramima momenata savijanja, za šine 49E1, 54E1 i 60E1, uočeno je da razmaci pragova dovede do razlike u vrednostima momenata savijanja od 5.24% do 5.73%, dok razlike u kvalitetu geometrije koloseka za gore navedene šine daju razlike u vrednosti momenata savijanja od 33.8%.

Na dijagramima transverzalnih sila u zavisnosti od razmaka pragova, za šine 49E1, 54E1 i 60E1, vidi se razlika u transverzalnim silama od 22.14% do 24.61%, dok razlike u kvalitetu geometrije koloseka daju odstupanje od 33.8%.

U zavisnosti od tipa šine dobili smo dijagrame momenata savijanja (Slika 6) i transverzalnih sila (Slika 7).



Slika 6. Dijagram momenata savijanja za rastojanje pragova od 50 cm u zavisnosti od tipa šine i kvaliteta geometrije koloseka (vagon)



Slika 7. Dijagram transverzalnih sila za rastojanje pragova od 50 cm u zavisnosti od tipa šine i kvaliteta geometrije koloseka (vagon)

Uočeno je da tipovi šina dovede do razlike u momentima savijanja od 8.06% do 8.57%, dok kvalitet geometrije koloseka, kako je već ranije naznačeno, dovede do razlike od 33.80%.

Na dijagramima transverzalnih sila u zavisnosti od tipa šine, vidi se linearni pad vrednosti sila, sa povećanjem poprečnog profila šine.

Analiza je nedvosmisleno pokazala da je uticaj kvaliteta geometrije koloseka najznačajniji u odabiru elemenata gornjeg stroja pruge, dok su uticaji tipova šine i razmaka pragova manje značajni, ali nisu zanemarljivi kao tipovi i dimenzije betonskih pragova. To znači da ako u toku eksploatacije pruge isplaniramo i održavamo redovno kolosek, kako bi zadržao odličnu geometriju, izgradnja koloseka bi bila znatno ekonomičnija, jer bi se mogli primeniti slabiji, dakle jeftiniji elementi ali, važi i obrnuto, da ako se geometrija koloseka ne održava pravilno, to će dovesti do tako velikog povećanja dinamičkih sila, da čak ni skuplji elementi koloseka to neće moći dugo da izdrže, te će čak i te, povećane investicije u skuplje elemente biti potraćene.

## 2.2. Proračun konstrukcije

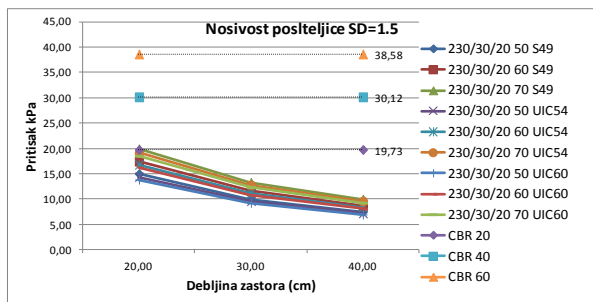
Uticaj opterećenja zavisi od razmaka pragova pa tako npr. za razmak pragova od 500 mm procentulano opterećenje od točka koje se prenosi na prag iznosi 31.6%, za razmak pragova od 600 mm iznosi 36.46%, a za razmak pragova od 700 mm iznosi 41.2%.

Izračunata opterećenja od šine mogu biti pretvorena u pritisak na šinski oslonac uz pretpostavku da je širina nožice za šine 49E1 125 mm, 54E1 140 mm i 60E1 150mm i da je širina gornje naležne površine betonskog praga 200 mm, te da površina naleganja šine 49E1 iznosi 25,000 mm<sup>2</sup>, 54E1 iznosi 28,000 mm<sup>2</sup>, dok 60E1 iznosi 30,000 mm<sup>2</sup>.

Sledeći korak u analizi sadrži proračun pritiska koji će se postojatino različitim dubinama ispod pragova. Ovo se postiže empirijskom formulom koja je predložena od strane Šrama (*Schramm*) za debljine zastora veće od 200 mm, a koja je pronađena da daje rezultate približno jednake rezultatima koje daju laboratorijska ispitivanja.

$$\sigma_z = Pa \frac{1.5(1-g)B}{[3(1-g) + B]z \tan \theta} \quad (2)$$

Završni korak u analizi je da se utvrdi da li izračunati pritisci prekoračuju dozvoljene pritiske koje podtlo može da primi.



Slika 8. Pritisak na posteljicu u zavisnosti od debljine zastora i odnos pritiska sa nosivosti posteljice izraženo preko CBR-a za pragove dimenzija 230/30/20 i SD=1.5 (domaći standard)

Na Slika 8 je prikazan dijagram pritiska na zastor izračunatih za domaće standarde za različite debljine zastora ispod praga, različite kvalitete geometrije koloseka i različite dimenzija betonskih pragova.

Rezultati dobijeni analizom ukazuju na sledeće glavne tendencije:

- Povećanje razmaka pragova dovodi do znatnog povećanja pritiska na zastor
- Lošija geometrija koloseka dovodi do znatnog povećanja pritiska na zastor

### 2.3. Zaključak analize

Sprovedene analize prikazane u prethodnim poglavljima, ukazuju na sledeće značajne zaključke:

- Kvalitet geometrije koloseka (SD) ima najveći uticaj na dinamičko opterećenje koje konstrukcija trpi i ono u najvećoj meri određuje debljinu zastora
- Kako se i očekivalo, povećanje razmaka pragova dovodi do povećanja pritiska na zastor. zbog čega je, u slučaju želje da se poveća razmak pragova, potrebno povećati debljinu zastora
- Povećanje kalifornijskog indeksa nosivosti posteljice dovodi do značajnih smanjenja potrebne debljine zastora

## 3. HABANJE ŠINA

Habanje šine predstavlja problem koji se javlja kod šina gde se šinski čelik, većinom na voznoj strani šine, dakle na prelazu sa unutrašnje bočne strane na gornju horizontalnu, haba pod uticajem kontakta sa točkovima (bandažima) vozila (većinom lokomotiva).

Habanje šina je analizirano upotrebom četiri metode:

1. metoda Univerziteta u Ilinoisu,
2. AREA metoda,
3. metoda Kuara i
4. Vestrejljova metoda.

### 3.1. Metoda Univerziteta u Ilinoisu

*In-situ* podaci o habanju glave šine dobijeni su iz merenja izvršenih na železnicama *Burlington Northern System (BN)*, *Norfolk & Western Railway (N&W)*, *Illinois Central Railroad (IC)* i *Atchinson, Topeka & Santa Fe (AT&SF)*.

Formula razvijena od strane Univerziteta u Ilinoisu, za izračunavanje prognoziranog habanja glave šine usled abrazije izazvane saobraćajem, svedena na godišnje habanje/smanjenje poprečnog profila glave šine, glasi:

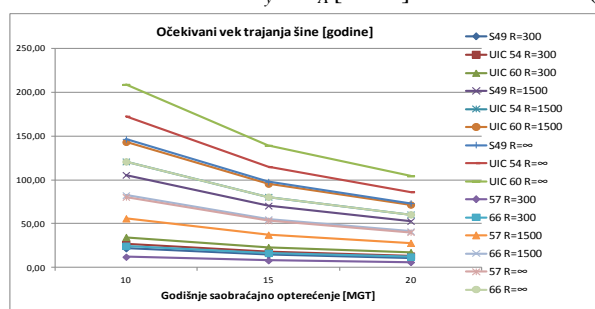
$$Wa = Wt * (1 + Kw * Dc) * Da \quad (3)$$

Ako obeležimo dopušteni limit habanja/gubitka površine poprečnog preseka glave šine sa  $\theta_a$  [mm<sup>2</sup>] očekivani vek trajanja šine  $T_y$  [godine] se može definisati kao:

$$T_y = \frac{\theta_a}{Wa} \text{ [godina]} \quad (4)$$

Posledično, očekivani životni vek šina izražen u smislu akumuliranog saobraćajnog opterećenja  $T$  [Mt.br.] se može definisati kao:

$$T = T_y * D_A \text{ [MGT]} \quad (5)$$



Slika 9. Očekivani vek trajanja šine 49E1, 54E1, 60E1, 57 kg i 66 kg sa aspekta habanja izračunato preko metode iz Univerziteta u Ilinoisu (spoljašnja)

### 3.2. AREA metoda

Osnovna pretpostavka na kojoj je bazirana ova metoda je da se ponašanje koloseka može ustanoviti za neke „osnovne”, ili „referentne” uslove, a da se onda varijacije u odnosu na ove uslove mogu predstaviti putem određenih faktora, tj. da se ponašanje referentne kolosečne konstrukcije može parametrizovati radi prognoze relativnih efekata različitih okruženja, tj. uslova vezanih za konstrukciju gornjeg stroja koloseka i saobraćaja.

Formula koja omogućava usklađivanje procene životnog veka šina kolosekau pravcu prema širokoj lepezi karakteristika koloseka i saobraćaja glasi:

$$T = \frac{1,839 * K_C * K_G * K_R * R_{Wt} * (1,102 * D_A)^{1,565}}{\sum_{i=1}^n \frac{1,102 * D_i}{K_{Vi} * K_{Ai} * K_{Si}}} \quad (6)$$

a kako bi se omogućilo predviđanje životnog veka šina koloseka u pravcu u smislu broja godina, a ne akumuliranog saobraćajnog opterećenja, tj.:

$$T_y = \frac{T}{D_A} * \frac{\theta_V}{4,76} \quad (7)$$

### 3.3. Kuardova metoda

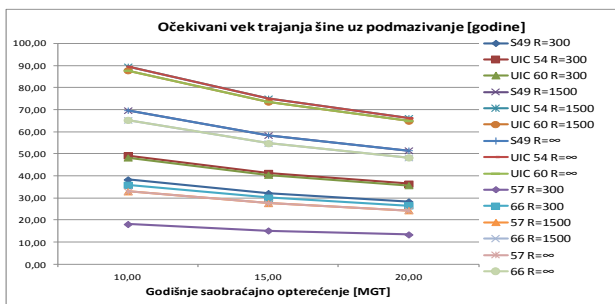
Kuardova metoda za prognozu brzine habanja šine zasnovana je na sledećim izrazima:

Vertikalno habanje glave šine na koloseku u pravcu:

$$W_v = 8.75 * 10^{-5} * Q_I * V * D_A * (1 + 0.23 * G^{1,7}) + 0.0635 \quad (8)$$

Vertikalno habanje glave spoljne šine na koloseku u krivini:

$$W_w = 9.57 * 10^{-5} * Q_I * V * D_A * (1 + \frac{U_B}{254} + 0.23 * G^{1,7}) + 0.0635 \quad (9)$$



Slika 10. Očekivani vek trajanja [u godinama] šina sa podmazivanjem za šine 49E1, 54E1, 60E1, 57 kg i 66 kg (AREA metoda)

Bočno habanje glave spoljne šine na koloseku u krivini:

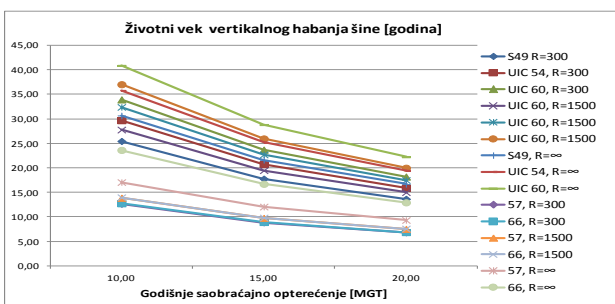
$$W_S = 1.39 \cdot 10^{-5} \cdot Q_2 \cdot V \cdot D_A \cdot D_C \cdot \left(1 + \frac{U_B}{254} + 0.23 \cdot G^{1.7}\right) + 0.0635 \quad (10)$$

Bočno habanje glave spoljne šine na koloseku u krivini uz podmazivanje šine:

$$W_{SI} = 0.7 \cdot (W_S - 0.0635) + 0.0635 \quad (11)$$

Deljenje godišnjih vertikalnih i bočnih habanja glave šine odgovarajućim dopuštenim limitima za habanje, može se predvideti dužina životnog veka šina u godinama. Za slučaj koloseka u krivini, za dužinu životnog veka šina uzima se manja vrednost od sledeće dve:

$$T_y = \frac{\theta_V}{W_V} \text{ ili } T_y = \frac{\theta_S}{W_S} \quad (12)$$

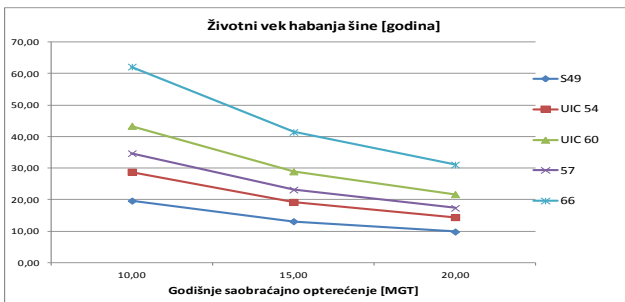


Slika 11. Životni vek šina [u god.] s aspekta vertikalnog habanja, za šine 49E1, 54E1, 60E1, 57 kg i 66 kg u pravcu i krivini za brzinu od 80 km/h (Kuardova metoda)

### 3.4. Vestrejljova metoda

Vestrejljova formula koja predviđa očekivani životni vek šina u koloseku je razvijena u Australiji. Ova jednostavna formula izražava životni vek šina samo u funkciji njihove težine, i kombinuje AREA podatke o životnom veku šina sa težinama iznad 50 kg/m sa Vestrejljovim podacima o životnom veku šina za šine sa težinama ispod 30 kg/m. Formula je razvijena za kolosek sa mehaničkim šinskim spojevima i glasi:

$$T = 35,6 \cdot 10^{-6} \cdot R_{Wt}^{3,98} \quad (13)$$



Slika 12. Životni vek šina 49E1, 54E1, 60E1, 57 kg i 66 kg sa aspekta habanja (Vestrejljova metoda)

Kako će sve rekonstruisane i novoizgrađene pruge na Korodoru X kroz Srbiju biti sigurno zavarene u dugi

šinski trak, tj. neće imati mehaničke spojeve, to se ova metoda ovde razmatra samo iz razloga upoređenja sa ostalim metodama.

### 3.4. Zaključak analize

Po metodi Univerziteta u Ilinioisu na dijagramima očekivanog veka trajanja šina možemo da vidimo da najveći uticaj na habanje šina ima radijus krivina, dok tipovi šina imaju manji uticaj.

AREA metoda u svojoj analizi sadrži proračun za vertikalno habanje šina uz podmazivanje. Iz tih analiza možemo da zaključimo da podmazivanje šina kod malih radijusa krivina može da poboljša habanje šina, tj. produži životni vek šina, skoro dva puta.

Kuardova metoda, pored vertikalnog habanja, sadrži I proračun bočnog habanja šina. Bočno habanje je proračunato sa i bez podmazivanja, i možemo da primetimo da podmazivanje kod bočnog habanja poboljšava životni vek, kao i kod vertikalnog habanja sa podmazivanjem.

Vestrejljova metoda proračunava habanje šina samo u zavisnosti od profila šine, tj. od težine šine, pa joj je nedostatak taj što nam prikazuje iste vrednosti za različite radijuse i različita godišnja opterećenja.

Kuardova metoda je napuздanija i najpotpunija metoda iz razloga što nam daje proračune za sve zadate parametre. Ovu metodu možemo da preporučimo na domaćim prugama i iz razloga što sadrži proračun za šine koje koristimo u domaćim standardima.

## 4. ZAKLJUČAK

Analizom nosivosti došli smo do zaključka da je kvalitet geometrije najznačajniji parametar konstrukcije. Posle geometrije najveći uticaj na nosivost ima razmak pragova a šina kao najskuplji element nema velikog značaja na ukupnu nosivost konstrukcije, a svi ispitani tipovi su sami po sebi zadovoljili s aspekta nosivosti za karakteristična vozila, i očekivane brzine kretanja, kao i analizirane raspona kvaliteta geometrije koloseka.

Proračunom habanja šina za metode (Univerzitet u Ilinioisu, AREA, Kuardova i Vestrejljova) dolazimo do zaključka da je Kuardova metoda jedina metoda koja u svojoj analizi uzima sve parametre u obzir, te se može smatrati za najbolju. Ostale metode je potrebno dalje istraživati i usavršavati.

## 5. LITERATURA

- [1] Wikipedia, "Wikipedia," 2016. [Online]. Available: [https://sh.wikipedia.org/wiki/%C5%BDležnice\\_Srbije](https://sh.wikipedia.org/wiki/%C5%BDležnice_Srbije)
- [2] S. Jovanović (neobjavljeno), Gornji stroj železničkih pruga, skripte za predavanja, Univerzitet u Novom Sadu, Departman za Građevinarstvo i geodeziju., 2016.
- [3] S. Jovanović, Railway infrastructure condition-monitoring and analysis as a basis for maintenance management, Građevinar, Volume 66, 2014, Issue 4, p. 347-358, 2014.
- [4] Pravilnik o tehničkim uslovima i održavanju gornjeg stroja železničkih pruga

### Kratka biografija:



Ljubiša Filipović rođen je u Novom Sadu 1987. god. Završio Osnovne akademske studije na Fakultetu tehničkih nauka 2014 godine, smer Građevinarstvo. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Gornji stroj železničkih pruga i održavanje odbranic je 2016 god.

Dr Stanislav Jovanović radi kao docent na Odseku za saobraćajnu Departmana za građevinarstvo i geodeziju Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu.



**UPOREDNA ANALIZA ARMIRANO-BETONSKE KONSTRUKCIJE PREMA  
EVROKODU I PBAB87****COMPARATIVE ANALYSIS OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURE  
ACCORDING TO EUROCODE AND DOMESTIC REGULATIONS PBAB87**Milica Bubnjević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

**Kratak sadržaj** – U radu je prikazana analiza više-spratne armiranobetonske stambene zgrade Po+P+3 prema PBAB 87 i Evrokodu.

**Abstract** – The paper presents analysis of the multi-storey reinforced concrete residential building (Po+P+3) according to PBAB 87 and Eurocode.

**Ključne reči:** armiranobetonska zgrada, skeletni sistem

**1. UVOD**

U okviru ovog rada izvršna je uporedna analiza stambeno-poslovne konstrukcije prema nacionalnim tehničkim propisima PBAB87 [2] i prema evropskim standardima [5-8] [8].

Projektnim zadatkom predviđena je izrada projekta konstrukcije stambenog objekta spratnosti Po + Pr + 3 u Sremskoj Mitrovici. Spratne visine objekta su: 2,80 + 3,80 + 3 × 3,60 m. U skadu sa ovim uslovima, određeni su podaci neophodni za analizu tla, fundiranje, seizmičkog opterećenja, opterećenja vetra i drugo.

**2. TEHNIČKI OPIS KONSTRUKCIJE****2.1. Konstruktivni sistem**

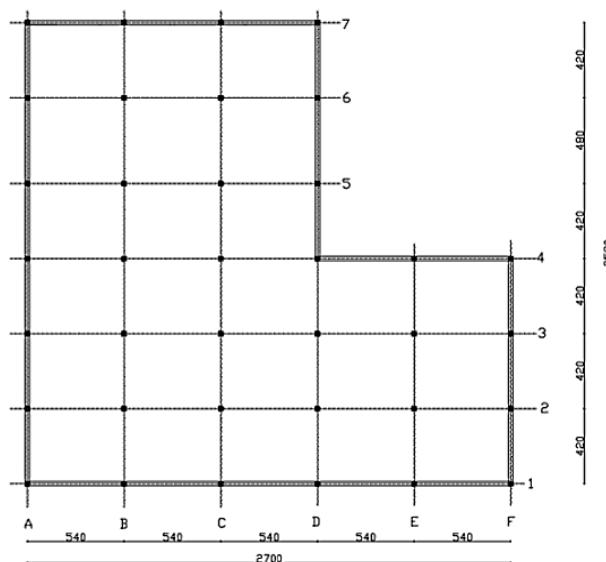
U X-pravcu se pružaju ramovi u osama 1, 2, 3, 4, 5, 6 i 7, međusobnih rastojanja 4.20 m, izuzev ramova u osama 5 i 6 čiji je međusobni razmak 4.80 m. U Y-pravcu se pružaju ramovi u osama A, B, C, D, E i F sa međusobnim rastojanjem od 5.40 m. Konstrukcija je u vertikalnom pravcu podeljena na 5 nivoa:

- Nivo 0 – temeljna ploča – relativna kota -2,80 m
- Nivo 1 – prizemlje – relativna kota ±0,00
- Nivo 2 – prvi sprat – relativna kota +3,80 m
- Nivo 3 – drugi sprat – relativna kota +7,40 m
- Nivo 4 – treći sprat – relativna kota +11,0 m
- Nivo 5 – krovna ploča – relativna kota +14,60 m

Noseća konstrukcija objekta je projektovana u armiranom betonu, kao monolitna armiranobetonska konstrukcija. Čine je stubovi, grede, međuspratne ploče i armiranobetonski zidovi podruma. Konstrukcija je fundirana na armiranobetonskoj temeljnoj ploči debljine 40 cm koja se izvodi preko prethodno izvedenog tampon sloja od šljunka i sloja od nearmiranog betona. Data je šema osnog sistema objekta:

**NAPOMENA:**

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



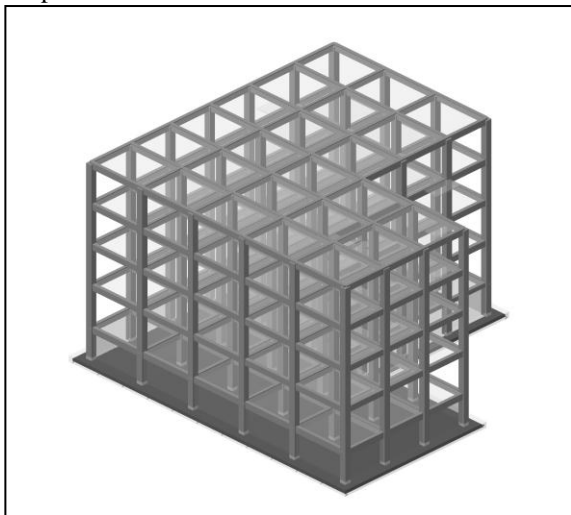
Slika 1. Osnova konstrukcije sa rasponima

Usvojen je Winkler-ov model tla. Ovo je jednoparametarski model definisan koeficijentom posteljice. Tačna vrednost ovog parametra se može dobiti isključivo direktnim ispitivanjem tla na lokaciji konstrukcije. Zbog nedostatka pouzdanih podataka o ovom parametru, pri modeliranju površinskog oslonca su usvojene sledeće vrednosti:

- $K,R1 = 15\ 000\ \text{kN/m}^2/\text{m}$
- $K,R2 = 15\ 000\ \text{kN/m}^2/\text{m}$
- $K,R3 = 30\ 000\ \text{kN/m}^2/\text{m}$

Ove vrednosti predstavljaju krutost oslonca na pomeranje u pravcu njegovih lokalnih osa. Konstruktivni sistem zgrade je neukrućeni skeletni sistem. Skelet nije ojačan zidovima za ukrućenje koji bi, u tom slučaju, primali horizontalne sile – tako da horizontalne sile primaju stubovi koji su opterećeni i momentima savijanja i normalnom silom. Međuspratne ploče su pune armiranobetonske ploče koje su oslonjene na stubove preko grednih elemenata. Svi stubovi su kvadratnog poprečnog preseka dimenzija 55.0x55.0 cm. S obzirom da je objekat male spratnosti, dimenzije poprečnog preseka stubova se ne sužavaju po visini objekta. Usvojene dimenzije svih greda u konstrukciji su  $b/d = 30/55$  cm. Imajući u vidu moguću pojavu prslina na grednim elementima usled glavnih napona zatezanja, pri modeliranju je gredama umanjena torziona krutost 10 puta. Osim glavnih greda, javljaju se i grede koje služe kao oslonac međupodesta i stepenišnog kraka, pretpostavljene dimenzije  $b/d = 30/40$  cm.

Svi betonski elementi konstrukcije su projektovani u armiranom betonu, kvaliteta betona MB30. Armaturne šipke su kvaliteta RA400/500. U nivou podrumске etaže su izvedeni armiranobetonski zidovi debljine  $d=20.0$  cm. Spoljašnja ivica zida je obložena hidroizolacijom i opekama kao zaštitom. Na podrumске zidove deluje opterećenje od okolnog tla koje ulazi u proračun i koje je stalnog karaktera. Zidovi podruma su horizontalno nedeformabilni, sva horizontalna pomeranja se manifestuju iznad nivoa podruma.



Slika 2. 3D model konstrukcije

## 2.2. Arhitektonsko rešenje konstrukcije

Arhitektonsko rešenje objekta prethodno nije postojalo, tako da su pojedini arhitektonski detalji (rešenje fasade i njena težina, raspored stanova unutar objekta, raspored konstruktivnih i pregradnih zidova, uređenje enterijera i slično) određeni u sklopu ovog rada. Predviđeno je da podrum bude iskorišćen kao skladišni prostor pojedinih stanova. Prizemlje je predviđeno kao poslovni deo objekta, dok su ostala tri sprata predviđena za stambeni prostor. Položaj, vrsta instalacija i odgovarajući otvori nisu razmatrani u okviru rada. Vrsta podnih obloga je različita u zavisnosti od predviđene namene prostorija te je za prostorije u prizemlju kao i sve zajedničke prostorije (hodnici), mokri čvorovi, kuhinje i hodnici u stanovima primenjene su keramičke pločice odgovarajućeg kvaliteta. Podovi u prostorijama za boravak i u spavaćim sobama obloženi su parketom. Svaka obloga je postavljena na odgovarajuću podlogu koja se u zavisnosti od prostorija sastoji od: PVC folije, stiropora  $d=1.0$  cm, hidroizolacije (mokri čvorovi) i cementne košuljice u debljini od 4,0-5,0 cm. U podrumskim prostorijama nije predviđena podna obloga, završni sloj je gornja površina plivajuće ploče. Plafoni se malterišu slojem maltera debljine 2.0 cm. Pregradni zidovi između stanova i hodnika su od pune opeke debljine  $d=25.0$  cm, zidovi unutar stanova koji pregrađuju pojedine prostorije izvode se od opeke debljine  $d=12.0$  cm. Fasada se sastoji od fasadnog zida od pune opeke debljine 25.0 cm, sloja termoizolacije debljine 5.0cm koga čini fasadni stiropor i sloj fasadne pune opeke debljine 12.0 cm. Prozori i vrata u svim stambenim jedinicama su od bele PVC stolarije. Svi pregradni zidovi su omalterisani produžnim malterom debljine 1cm i okrečeni poludisperznom bojom različitih dezena. Za vertikalnu komunikaciju su predviđeni lift i stepenište, postavljeni

tako da budu u neposrednoj blizini ulaza u zgradu. Prilikom odabira položaja stepeništa u zgradi jedan od uslova je bio i prirodno osvetljenje ovog prostora [4].

## 3. ANALIZA OPTEREĆENJA

### 3.1. Analiza prema Pravilniku BAB87

Analizirani su sledeći slučajevi opterećenja: Stalna opterećenja (sopstvena težina konstruktivnih (modeliranih) elemenata i sopstvena težina nekonstruktivnih elemenata). Korisno opterećenje - korisna vertikalna opterećenja su definisana propisima u funkciji namene objekta – SRPS U.C7.121/1988. Usvojene su sledeće vrednosti računskih težina: prostorije za stanovanje i sporedne prostorije sa dužinom otvora 4.5-5.5 m (u pravcu nosećih greda) – 1.5 kN/m<sup>2</sup> velike stambene, trgovačke i službene prostorije, stepeništa u stambenim zgradama - 2.5 kN/m<sup>2</sup>. Sneg - Za poslovno-stambeni objekat koji se nalazi u Sremskoj Mitrovici, prosečne nadmorske visine 82.0 m može se usvojiti opterećenje snegom od 1.0 kN/m<sup>2</sup> (horizontalna projekcija jednakodeljenog opterećenja). Opterećenje deluje na krovnoj konstrukciji i na površinama isturenih terasa. Dejstvo vetrar (za X+ i Y+ pravac) uzeto je prema standardima SRPS U.C7.110, SRPS U.C7.111, SRPS U.C7.112, SRPS U.C7.113. Seizmičke sile (za X i Y pravac) - analiza zemljotresnog dejstva zgrada je definisana Pravilnikom o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima. Obavezan je proračun horizontalnih seizmičkih sila u najmanje dve ortogonalna pravca. Proračun se sprovodi prema metodi ekvivalentnog statičkog opterećenja, gde se ukupna horizontalna seizmička sila određuje kao deo težine objekta (Q).

### 3.1. Analiza prema Evrokodu

Korisno opterećenje je definisano standardom *EN 1991-1-1:2002*: 1) Stambene površine 2,00 kN/m<sup>2</sup>; 2) Hodnici i stepeništa 2,00 kN/m<sup>2</sup>; 3) Balkoni 2,50 kN/m<sup>2</sup> i 4) Poslovni prostori 3,00 kN/m<sup>2</sup>. Opterećenje vetrom sračunato je prema standardu *EN 1991-1-4:2005*. Razmatrano je četiri slučaja opterećenja – vetar u podužnom pravcu (u pravcu X ose) u oba smera i u poprečnom pravcu (u pravcu Y ose), u oba smera. Proračun seizmičkih sila se sproveden je prema multimodalnoj spektralnoj analizi u softveru Tower 6.

## 4. UPOREDNA ANALIZA PRORAČUNA PREMA PBAB 87 I EVROKODU

Na osnovu prikazanih analiza i rezultata mogu se uporediti rezultati dobijeni po dva različita standarda što je i tema rada, poređenje rezultata domaćeg standarda i Eurocode-a. Proračun i dimenzionisanje po domaćem standardu i po Evrokodu su rađeni pomoću softvera Tower 6 proizvođača Radimpex-Beograd. Ovaj softver radi na principu konačnih elemenata što znači da za složenu geometriju i složeno opterećenje nije moguće naći rešenja u analitičkom obliku. Zbog toga se koriste numeričke metode, a jedan od njih, najčešće korišten je metod konačnih elemenata (MKE). Ovaj objekat ispunjava sve zahteve u pogledu geometrije – objekat je regularne osnove. Što pogoduje postizanju translatorskog kretanja i umanjenju torzionih uticaja. Ispunjava i sve zahteve u pogledu regularnosti po visini objekta jer nema

naglih promena geometrije i krutosti. Takođe, nema fleksibilnih prizemlja, a krstasto armirana međuspratna tavanica  $d=14$  cm ima dovoljnu krutost u svojoj ravni. Takođe je i ispunjen zahtev  $\lambda = L_{\max}/L_{\min} \leq 4$  [2] u pogledu regularnosti u osnovi.

U prilog dobrog ostvarenja dispozicionog rešenja ide i činjenica da se u prva dva najniža svojstvena oblika oscilovanja javlja translatorno pomijeranje zgrade, dok se u trećem svojstvenom obliku oscilovanja javlja torziona obrtanje konstrukcije u osnovi. Razlike u konceptu aseizmičkog projektovanja između BAB87 i Evrokoda 8 postoje i vrlo su značajne. One su primetne počevši od nivoa projektnog opterećenja, a što je još značajnije one su prisutne u samom konceptu obezbeđenja pouzdanog ponašanja konstrukcije.

Razlikuju se i proračunski modeli i metode koje se koriste za njihovu analizu. Evrokod predviđa koncept projektovanja zgrada na dva nivoa seizmičkog dejstva. Prvi nivo odgovara umerenim zemljotresima, a cilj je obezbediti prijem sila elastičnim radom konstrukcije, bez oštećenja noseće konstrukcije. Drugi nivo odgovara jakim zemljotresima, koji se mogu očekivati jednom u toku veka eksploatacije konstrukcije. Ideja je da ove seizmičke sile konstrukcija primi duktilnim, disipativnim, elasto-plastičnim radom, uz određena oštećenja, koja se posredno ograničavaju.

Zavisno od usvojene klase duktilnosti, projektno seizmičko opterećenje prema Evrokodu 8 je *dva* (klasa visoke duktilnosti – DCH) do *četiri* (klasa niske duktilnosti – DCH) puta veće nego prema domaćem Pravilniku, osim u području dužih perioda oscilovanja ( $T > 2$  s). Niži nivo projektnog opterećenja prema našim propisima, zahtevao bi obezbeđenje visoke duktilnosti konstrukcije, više nego po Evrokodu 8 u poređenju sa njim, čime bi se dobila manja krutost konstrukcije i manje seizmičke sile. Niži nivo projektnog seizmičkog opterećenja prema domaćem Pravilniku, u odnosu na Evrokod 8, trebalo bi da bude praćen i strožijim konstrukcijskim zahtevima za obezbeđenje potrebne duktilnosti, što nije slučaj. Osim nekoliko zahteva u vezi sa detaljima armiranja, kao i dobro ocenjenog ograničenja nivoa normalne sile u stubovima i zidovima, naši propisi daju samo načelne stavove o obezbeđenju duktilnog ponašanja konstrukcije.

Prema domaćem Pravilniku za proračun konstrukcija koristi se ekvivalentna statička metoda za sve vrste zgrada, a preseći elemenata dimenzionišu se za seizmičku kombinaciju opterećenja kao da je u pitanju bilo koje drugo opterećenje. Ne postoji algoritam za određivanje lokacije plastičnih zglobova, oni se mogu javiti bilo gde.

Prema Evrokodu 8, metoda i način proračuna se razlikuju zavisno od ostvarenih uslova za regularnost konstrukcije. Uticaji usled seizmičke kombinacije opterećenja definišu potrebnu nosivost plastičnih zglobova na savijanje. Nakon usvajanja armature plastičnih zglobova, svi ostali elementi se dimenzionišu prema kapacitetu nosivosti plastičnih zglobova sprečavajući tako krći lom u neduktilnim zonama i obezbeđujući duktilan lom i mogućnost preraspodele uticaja. Prema domaćem Pravilniku dva pravca zemljotresnog dejstva smatraju se potpuno nezavisnim. Prema Evrokodu 8, prilikom formiranja seizmičkih kombinacija, kombinuju se uticaji nastali usled delovanja seiz-

mičkog dejstva jednog pravca i 30% uticaja nastalih usled delovanja seizmičkog dejstva drugog pravca.

#### 4.1. Usvojene karakteristike betona i čelika

Prema našim propisima usvojena je marka betona MB 30 i kvalitet čelika RA 400/500, tako da se i pri dimenzionisanju po Evrokodu usvaja beton i čelik istih ili sličnih karakteristika. Marka betona prema domaćim propisima utvrđuje se na osnovu nominalne čvrstoće na pritisak betonske kocke stranice 20 cm, a prema EC na osnovu nominalne čvrstoće na pritisak betonskog cilindra  $D=15$  cm i  $H=30$  cm - u oba slučaja za starost betona od 28 dana. Marki betona MB30 po domaćim standardima odgovara klasa betona C25 prema EC [6].

Softver Tower 6.0 nudi izbor čelika klase S500H i S500N (oba čelika su kvalitetnija od RA400/500), ali i ostavlja mogućnost unosa čelika željenog kvaliteta i to je ovom prilikom urađeno. Usvojen je čelik sa granicom razvlačenja  $\sigma_v = 400$  MPa.

Nakon što su odabrani adekvatni materijali, unešene su karakteristike opterećenja na osnovu kojih je program napravio odgovarajuće granične kombinacije za dimenzionisanje.

#### 4.2. Modalna analiza

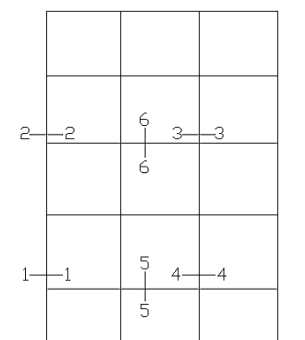
Za modalnu analizu konstrukcije uzet je model sa realnim rasporedom masa i maksimalni broj tonova  $n=5$ . Kombinacije opterećenja za modalnu analizu:

- Domaći propisi 1.0g+0.5Q+1.0S
- Eurocode 1.0G+0.15Q+1.0S

Na osnovu prikazanog zaključuje se da su različite kombinacije opterećenja propisane različitim standardima, a da su tonovi oscilovanja modalne analize približno jednaki.

#### 4.3. Seizmički proračun

Detaljna analiza i seizmički proračun su prikazani u radu detaljno tako da će u ovom delu biti prikazani samo konačni rezultati analize i podaci koji su relevantni za poređenje. Seizmička analiza prema domaćem pravilniku (ekvivalentna statička metoda) i prema Evrokodu (modalna spektralna analiza) razlikuju se. Takođe, razlikuju se veličine korisnog opterećenja i kombinacija opterećenja za modalnu analizu. Veličina i odnos sila se na dijagramima vidi da su seizmičke sile po Eurocode-u znatno veće od sila dobijene proračunom po domaćem standardu. U narednom tekstu posmatran je ram 2 koji se sastoji samo od linijskih elemenata.



Slika 3. Preseci rama koji su analizirani

Tabela 1. Uticaji od seizmičkog dejstva

presek	Uticaji od seizmičkog dejstva			
	JUS - Ekvivalentna statička metoda		EC - Multimodalna spektralna analiza	
	M (kNm)	T (kN)	M (kNm)	T (kN)
1-1	7,93	2,96	9,12	3,43
2-2	15,14	10,46	15,19	10,65
3-3	7,89	3,31	9,18	3,90
4-4	19,7	14,28	20,87	14,48
5-5	20,13	0	22,85	0
6-6	0	0	0	2,82

U poglavlja rada prikazani su dijagrami potrebnih armatura i dimenzionisanje pojedinih elemenata u preseccima datim i označenim na skicama. U narednom delu rada tabelarno su prikazane vrednosti potrebne armature jednog rama konstrukcije.

Tabela 2. Potrebna armatura

presek	Potrebna armatura (cm <sup>2</sup> )			
	JUS - Ekvivalentna statička metoda		EC - Multimodalna spektralna analiza	
	Aa, pod	Aa, uz	Aa, pod	Aa, uz
1-1	0	0	0	0
2-2	0	0	0	0
3-3	0	0	0	0
4-4	0	0	0	0
5-5	6,35	0	5,95	0,20
6-6	1,85	0	1,72	0,17

## 5. ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada je bio poređenje domaćih propisa i Evrokoda kao i ukazivanje na stvari o kojima, kako se na prvi pogled čini, nije vođeno računa u domaćim propisima ili barem ne dovoljno. Dok je sa druge strane u evropskim propisima tim stvarima posvećena velika pažnja, odnosno ponuđeni su odgovarajući obrasci za proveru.

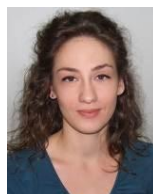
Na osnovu svih rezultata i analiza dolazi se do zaključka da evropski standard ima nešto strožije kriterijume određivanja opterećenja koja deluju na konstrukciju, kako vertikalnih tako i horizontalnih, što prouzrokuje veće presečne sile u preseccima određenih elemenata konstrukcije. Međutim, kada je reč o dimenzionisanju i potrebnoj površini armature u elementima, razlike su manje zbog manjih koeficijenata sigurnosti u kombinacijama opterećenja potrebnim za dimenzionisanje, s tim da su u stubovima većinom zahtevane minimalne površine armature. Takođe, može se videti da Eurocode propisuje nešto veće minimalne vrednosti površina armatura u elementima u odnosu na PBAB87, kao i da evropski standardi imaju manje dozvoljene vrednosti napona kada je reč o kontrolama koje su sprovedene za konstrukciju [1]. U odnosu na iznete kriterijume, Evrokod 8 ima znatne prednosti u odnosu na domaći Pravilnik jer unosi mnoge odredbe i mere koje doprinose poboljšanju seizmičke otpornosti konstrukcije.

Na kraju, kao opšti zaključak se može izvesti da bez obzira na sličnosti u pogledu dejstva, uticaja odnosno ukupne armature, EC8 za razliku od domaćih propisa svakako je precizniji i jasniji u svojim zahtevima. Odnosno, ne ostavlja neizvestnost u smislu ostvarene duktilnosti i rasporeda armature, jer nudi odgovarajuće provere kojima se otklanja svaka nedoumica u tom smislu [10].

## 6. LITERATURA

- [1] B. Petrović: Odabrana poglavlja iz zemljotresnog građevinarstva, Građevinska knjiga, Beograd, 1989.
- [2] Grupa autora: BETON I ARMIRANI BETON prema BAB 87, knjiga 1, Univerzitetska štampa, Beograd, 2000.
- [3] Grupa autora: BETON I ARMIRANI BETON prema BAB 87, knjiga 2, Univerzitetska štampa, Beograd, 2000.
- [4] Ž. Radosavljević, D. Bajić: "ARMIRANI BETON 3", Građevinska knjiga, Beograd, 2007.
- [5] EN 1998-1:2004; Dio 1: Opšta pravila, seizmička dejstva i pravila za zgrade; Građevinski fakultet Beograd, novembar 2009.
- [6] EN 1992-1-1:2004; Dio 1-1: Opšta pravila i pravila za zgrade; Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, februar 2006.
- [7] EN 1990:2002: Osnove proračuna konstrukcija; Građevinski fakultet Beograd, februar 2006.
- [8] EN1991: Deo 1: Zapreminske težine, sopstvena težina, korisna opterećenja za zgrade; Dio 3: Dejstva snijega; Deo 4: Dejstva vjetra, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, novembar 2009.
- [9] Prof. dr Đorđe Ladinović: "Analiza konstrukcija zgrada na seizmičko dejstvo", Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka; Novi Sad, 2007.
- [10] Vanja Alendar: "Projektovanje seizmički otpornih armiranobetonskih konstrukcija kroz primjere"; Deo A – Osnovi teorije i uvod u propise; Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Institut zamaterijale i konstrukcije; Beograd, novembar 2004.

### Kratka biografija:



**Milica Bubnjević** rođena je u Novom Sadu 1991. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu iz oblasti seizmičke analize konstrukcija, odbranila je 2017.god.

**UPOREDNA SEIZMIČKA ANALIZA PREMA DOMAĆIM I EVROPSKIM PROPISIMA  
NA PRIMERU VIŠESPRATNE ZGRADE**
**COMPARATIVE STUDY OF SEISMIC ANALYSIS ACCORDING TO NATIONAL  
STANDARDS AND EUROCODE OF MULTISTOREY BUILDING**

 Dunja Krtinić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*
**Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

**Kratak sadržaj** – U radu je izvršena uporedna seizmička analiza prema domaćim (SRPS) i stranim (Evrokod) propisima na primeru višespratne stambene zgrade. Analiza je rađena u programskom paketu Tower. Upoređene su ukupne seizmičke sile kao i uticaji od seizmičkog dejstva u karakterističnoj ploči i ramu dobijene po ekvivalentnoj statičkoj metodi, SRPS multimodalnoj spektralnoj analizi i modalnoj spektralnoj analizi po Evrokod propisima.

**Abstract** – In this paper comparative seismic analysis according to national (SRPS) and foreign (EUROCODE) standards has been carried out. Analysis was done with Tower software tool. Total seismic load was compared as well as internal forces in characteristic slab and frame caused by seismic load calculated with equivalent static analysis, modal spectral analysis according to SRPS standard and modal spectral analysis according to Eurocode standard.

**Ključne reči:** Seizmička analiza, zemljotres, modalna analiza, SRPS, Evrokod.

**1. UVOD**

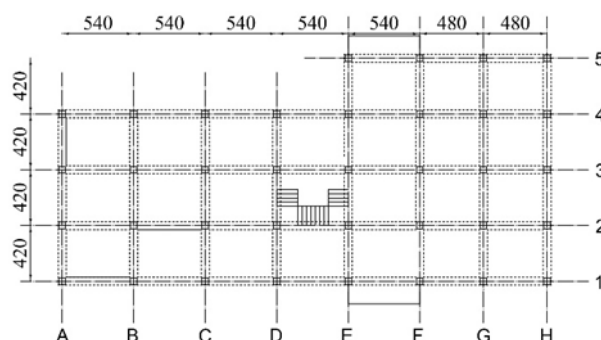
Zemljotres predstavlja kretanje tla usled naglih tektonskih poremećaja u delu zemljine kore - žarištu (hipocentar), na dubini  $H$  - žarišna dubina. Seizmički talasi izazivaju kretanje osnovne stene ispod objekta čime izazivaju kretanje temelja i objekta [1]. Adekvatna zaštita objekata od zemljotresa se postiže pravilnim aseizmičkim projektovanjem i građenjem o čemu će biti reči u ovom radu. Izvršiće se uporedna seizmička analiza na primeru višespratne stambene zgrade prema domaćim i stranim propisima. Cilj ovog rada je da se uporede uticaji usled seizmičkog dejstva prema različitim propisima kao i krajnji rezultat u vidu potrebne armature.

Modelovanje konstrukcije je radjeno u programskom paketu Tower. Analizirana je stambena zgrada spratnosti Pr+4 na Kopaoniku koji spada u IX seizmičku zonu. Zgrada je neukrućenog skeletnog konstruktivnog sistema sa gredama dimenzija  $b/h=40/55$  cm u oba pravca i stubovima promenljivog poprečnog preseka. Dimenzije stubova su: 50/50 cm u prizimlju i prva dva sprata i 40/40 na trećem i četvrtom spratu.

**NAPOMENA:**

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

Visina prizemlja je 4.5 m a visine tipskih etaža su 3.2 m. Površina tipske etaže iznosi 524.2 m<sup>2</sup> a oblik osnove je L oblika kao što je prikazano na slici 1.



Slika 1. Osnova objekta

**2. SEIZMIČKA ANALIZA**

U okviru ovog rada analiziraće se elementi konstrukcije koji su proračunati na seizmičke uticaje prema standardima:

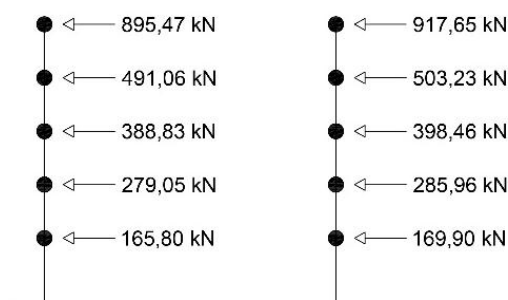
- SRPS - Ekvivalentno statičko dejstvo;
- SRPS - Multimodalna spektralna analiza;
- EC8 - Multimodalna spektralna analiza.

**2.1 SRPS - Ekvivalentno statičko dejstvo**

Ovom metodom seizmička dejstva se zamenjuju ekvivalentnim horizontalnim seizmičkim silama koje deluju u nivoima međuspratnih tavanica [2]. Ukupna horizontalna seizmička sila određuje se prema obrascu:

$$S=k \cdot G \quad (1)$$

gde je  $k$  ukupan seizmički koeficijent a  $G$  zbir gravitacionih opterećenja iznad gornje ivice temelja. Na slici 2 je dat raspored seizmičkih sila po visini u x i y pravcu.



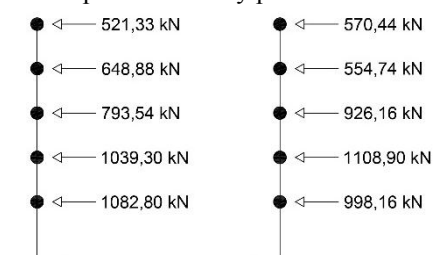
Slika 2. Raspored seizmičkih sila u x i y pravcu po ekvivalentnoj statičkoj metodi (SRPS)

## 2.2 SRPS – Multimodalna spektralna analiza

Ovom metodom seizmička dejstva se dobijaju pomoću spektra odgovora. Spektri odgovora po definiciji predstavljaju maksimalni odgovor sistema sa jednim stepenom slobode, u zavisnosti od perioda sistema i prigušenja za određeno dinamičko opterećenje. Očitavanjem vrednosti sa spektra dobijaju se dinamički koeficijenti  $\beta_i$ . Proračun konstrukcije se dalje svodi na statički proračun sa zameñujućim horizontalnim opterećenjem koje odražava dinamičke osobine građevine pomeranja tla [2]. Projektne seizmičke sile se određuju prema sledećem obrascu:

$$S_{ik} = K_s \cdot \beta_i \cdot \eta_{ik} \cdot \psi \cdot G_k \quad (2)$$

gde je  $K_s$  seizmički koeficijent,  $\beta_i$  dinamički koeficijent,  $\eta_{ik}$  koeficijent koji zavisi od sopstvenih oscilacija konstrukcije,  $\psi$  je koeficijent koji zavisi od prigušenja a  $G_k$  težina odgovarajućeg nivoa. Na slici 3 je dat raspored seizmičkih sila po visini u x i y pravcu.



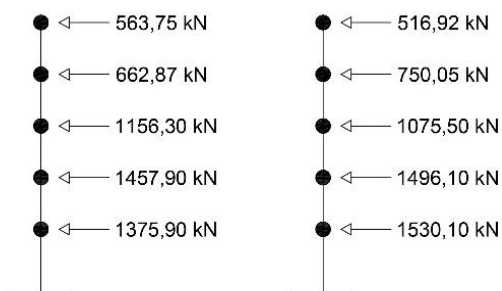
Slika 3. Raspored seizmičkih sila u x i y pravcu po multimodalnoj spektralnoj analizi (SRPS)

## 2.3 EC8 – Multimodalna spektralna analiza

Zemljotresno kretanje neke tačke površi tla dato je elastičnim spektrom odgovora ubrzanja tla. Multimodalna spektralna analiza podrazumeva primenu elastične analize zasnovane na redukovanom spektru odgovora – projektnom spektru [3].

Kod ovog načina proračuna seizmičkih sila uticaj svih svojstvenih oblika slobodnih vibracija koji značajno doprinose globalnom odgovoru moraju da se uzmu u obzir. Ovaj zahtev smatra se da je ispunjen ako zbir efektivnih modalnih masa za razmatrane svojstvene oblike vibracija iznosi najmanje 90% od ukupne mase konstrukcije i ako su svi tonovi sa efektivnim modalnim masama koje su veće od 5% od ukupne mase konstrukcije uzeti u obzir.

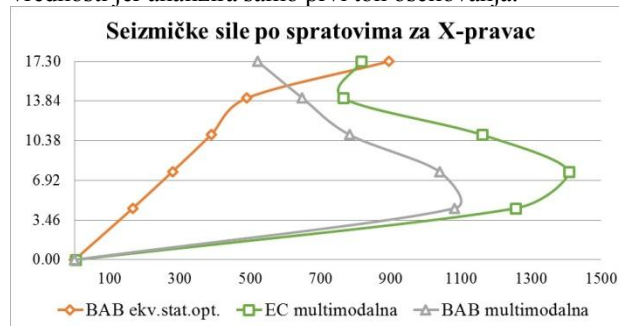
Na slici 4 je dat raspored seizmičkih sila po visini u x i y pravcu.



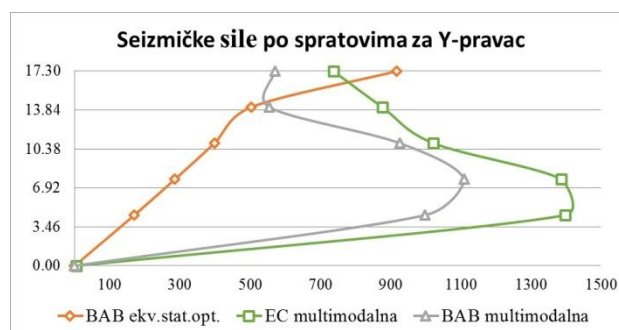
Slika 4. Raspored seizmičkih sila u x i y pravcu po multimodalnoj spektralnoj analizi (EC8)

## 3. UPOREDNA SEIZMIČKA ANALIZA

Na slikama 5 i 6 dat je prikaz rasporeda seizmičkih sila po spratovima za x i y pravac. Krive koje opisuju multimodalne analize po SRPS standardu i Evrokodu su istog oblika jer su zasnovane na istim principima pri čemu su vrednosti po Evrokodu veće. Kriva koja prikazuje metodu ekvivalentnog statičkog opterećenja daje najniže vrednosti jer analizira samo prvi ton oscilovanja.



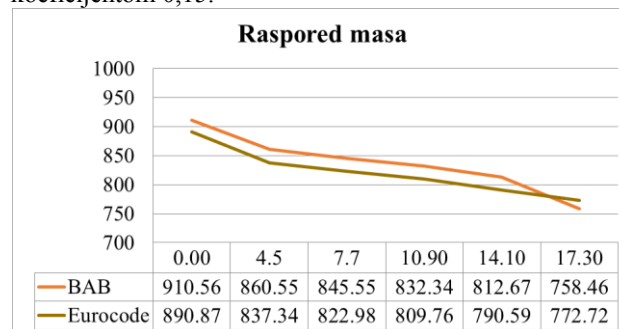
Slika 5. Raspored seizmičkih sila za x pravac



Slika 6. Raspored seizmičkih sila za y pravac

U obe multimodalne analize je razmatrano prvih deset tonova. Ukupna seizmička sila u x pravcu po metodi ekvivalentnih sila iznosi 2221 kN, po multimodalnoj analizi po SRPS standardu iznosi 4078,5 kN i multimodalnoj analizi po Evrokodu iznosi 5219 kN. U y pravcu ukupna seizmička sila po metodi ekvivalentnih sila iznosi 2276 kN, po multimodalnoj analizi po BAB-u iznosi 4161,6 kN i multimodalnoj analizi po Evrokodu iznosi 5372,8 kN. Kvantitativna razlika ukupne seizmičke sile između multimodalnih analiza prema domaćim i stranim propisima je značajno manja od razlike ukupne seizmičke sile ekvivalentne statičke metode i multimodalnih analiza.

Ukupna masa konstrukcije računata prema našim propisima je 5826.66 t, a prema EC8 je 5329.36 t kao što se može videti na slici 7. Vrednosti masa se razlikuju jer se prema SRPS-u korisno opterećenje uzima u visini od 50% opterećenja, a prema EC korisno opterećenje se množi sa koeficijentom 0,15.



Slika 7. Raspored masa po spratovima

Oba pravilnika su dala približne periode oscilovanja zgrade. Ovi tonovi su visoki što znači da je zgrada fleksibilna što je i očekivano s obzirom na činjenicu da je zgrada neukrućenog skeletnog sistema i da se nalazi u IX seizmičkoj zoni. U tabelama 1 i 2 su prikazani periodi oscilovanja za prvih pet tonova.

Tabela 1. Rezultati modalne analize po SRPS standardu

Ton	T [s]	f [Hz]
1.	0.9100	1.0989
2.	0.8879	1.1262
3.	0.8654	1.1556
4.	0.3385	2.9544
5.	0.3347	2.9874

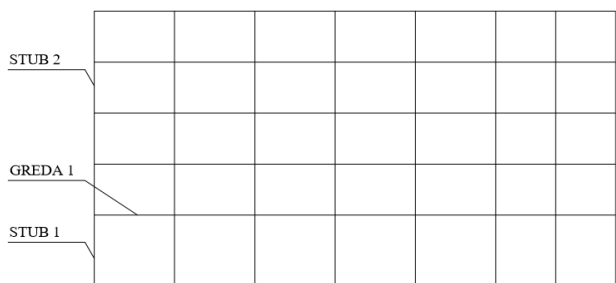
Tabela 2. Rezultati modalne analize po EC8 standardu

Ton	T [s]	f [Hz]
1.	0.8939	1.1187
2.	0.8542	1.1706
3.	0.8503	1.1761
4.	0.3294	3.0361
5.	0.3211	3.1146

U modalnoj analizi po domaćim propisima je uzeto 100 % stalnog opterećenja, 50 % korisnog opterećenja i 100 % opterećenja od snega, dok je prema EC8 razmatrano 100 % stalnog, 30% korisnog i 20 % opterećenja od snega. Obe multimodalne analize su pokazale da je učešće viših tonova u ukupnom seizmičkom odgovoru značajno. Ekvivalentna statička metoda koja razmatra samo prvi ton, koji je uglavnom dominantan, bi u ovom slučaju bila nedovoljna. Rezultati modalne analize su pokazali i da postoji rotacija u prvim tonovima oscilovanja što znači da postoji nepoklapanje centra mase i krutosti zbog izdužene osnove.

### 3.1 Uporedna analiza potrebne armature

Nakon seizmičke analize izvršeno je dimenzionisanje elemenata karakterističnog rama H-5 i ploče prvog sprata. Na slici 8 su označeni elementi rama za koje će biti dat pregled potrebne podužne i poprečne armature. Dimezionisanje će biti sprovedeno za multimodalnu analizu po SRPS i Evrokod standardu.



Slika 8. Karakteristični elementi rama H-4

Da bi uporedna analiza bila merodavna moraju se koristiti materijali sličnih karakteristika. Za dimezionisanje prema domaćim standardima je uzet beton MB 35 i armatura RA 400/500 dok se za dimezionisanje prema stranim propisima koristio beton C30 i armatura S500H. Elementi konstrukcije su dimezionisani prema graničnom stanju nosivosti. Pregled potrebne armature je dat u tabeli 3.

Tabela 3. Potrebna armatura u karakterističnim presecima

Element	SRPS		EC8	
	Aa1/Aa2 [cm <sup>2</sup> ]	Aa,uz [cm <sup>2</sup> ]	Aa1/Aa2 [cm <sup>2</sup> ]	Aa,uz [cm <sup>2</sup> ]
Stub 1	5.20/5.25	0.00	5.02/4.98	0.49
Stub 2	2.67/2.69	0.00	1.97/1.95	0.00
Greda 1-oslonac	16.39/19.58	1.09	11.74/14.08	4.33
Greda 1-polje	7.70/1.08	0.00	4.42/0.27	2.45

Iz dobijenih rezultata se može videti da se više armature dobija iz modalne spektralne analize po SRPS standardu a manje po EC8 iako su ukupne seizmičke sile veće. Ovo se objašnjava manjim koeficijentima sigurnosti prema EC8. Više poprečne armature se dobija za modalnu spektralnu analizu po EC8. Uzrok tome je činjenica da se po domaćim propisima deo smičućih napona predaje betonu, dok se ostatak napona koje beton ne može da primi predaje armaturi dok se prema Evrokodu kompletna smičuća sila predaje armaturi.

Maksimalna potreba armature u donjoj zoni po SRPS standardu iznosi 3.53cm<sup>2</sup> dok je u gornjoj zoni najveća potreba iznad greda i iznosi 5.42cm<sup>2</sup>. Po EC8 maksimalna potrebna armatura donje zone iznosi 4.06cm<sup>2</sup> dok je u gornjoj zoni maksimalna potrebna armatura 5.91 cm<sup>2</sup>. Ove razlike u potrebnoj armaturi su neznatne i gube se nakon usvajanja armature.

## 4. ZAHTEVI ASEIZMIČKOG PROJEKTOVANJA

Zahtevi za aseizmičko projektovanje trebalo bi da osiguraju konstrukciju od seizmičkog dejstva i obezbede joj željenu duktilnost.

Što se tiče oblika osnove i domaći i strani propisi prednost daju jednostavnim i simetričnim osnovama. Simetrijom zgrade u osnovi izbegava se rotaciono pomeranje, barem u najbitnijim tonovima oscilovanja, dok se kao dominantno pomeranja javlja translatorno [4]. Kao i u osnovi, zgrada i u vertikalnom smislu treba da bude što je moguće jednostavna i simetrična. Treba težiti smanjenju mase zgrade što se postiže upotrebom lakših materijala.

Domaći standardi ne ograničavaju maksimalnu količinu armature u gredama, a u stubovima, naročito kod ukrućenih skeletnih zgrada, najčešće je potrebna samo minimalna armatura. Predimezionisanje preseka greda ili nedovoljna nosivost stubova može da rezultuje otvaranjem plastičnih zglobova u stubovima pre nego u gredama. Gredama je potrebno obezbediti duktilnost na mestima potencijalnih plastičnih zglobova. Mere koje treba preduzeti za povećavanje nosivosti pritisnute zone betona: primena viših marki betona, obezbeđenje dovoljne količine pritisnute armature (minimalno 50% zategnute), utezanje preseka uzengijama na rastojanju ne većem od 10cm (povećava se nosivost pritisnutog betona, ali i sprečava izvijanje pritisnutih, plastifikovanih šipki) [4]. Domaći propisi ne zahtevaju proveru usvojenih uzengija na smičuće sile, za razliku od EC8.

Količina podužne armature u zategnutoj zoni po EC8-u je ograničena. Postavljen je i zahtev za odnos sume momenta nosivosti stubova i greda spojenih u istom čvoru.

Suma momenata nosivosti stubova mora biti 30% veća od sume momenata nosivosti greda. Na ovaj način je onemogućeno da se jave veći momenti nosivosti greda u odnosu na stubove i plastični zglobovi će se otvoriti na željenom mestu, tačnije na gredama.

Prema EC8 razmak poprečne armature u kritičnoj zoni zavisi od visine grede, prečnika upotrebljene podužne i poprečne armature i od zahtevane duktilnosti (DCM i DCH). Usvojene uzengije proveravaju se na smičuće sile koje nastaju usled momenata nosivosti grede. Pri tome deo sile se ne poverava betonu već se cela sila smicanja predaje armaturi i ovo je jedan od razloga zašto je smičuća armatura po Evrokodu veća nego po domaćim propisima.

Razmak poprečne armature u stubovima, prema domaćim propisima, ne sme biti veći od 15cm dok se u zoni čvorova taj razmak dvostruko smanjuje. Uzengije se i u ovom slučaju zatvaraju po kraćoj strani. Provera usvojenih uzengija nije definisana kao ni kod greda. Takođe ne postoje izrazi kojima se analizira da li je proglašena i propuštena armatura kroz čvor dovoljna za očuvanje integriteta čvora greda - stub pri pojavi plastičnog zgloba.

U EC8 prečnik uzengija zavisi od maksimalnog prečnika podužne armature, dok razmak zavisi od širine utegnuto jezgra stuba i prečnika upotrebljene podužne armature. Poprečna armatura se usvaja, odnosno proverava na smičuće sile koje nastaju usled odgovarajućih momenata nosivosti stubova. U čvoru greda - stub se kontroliše da li dijagonalni pritisak izazvan mehanizmom pritisnute dijagonale prekoračuje nosivost betona na pritisak. EC8 zahteva proveru utezanja čvora uzengijama, a izrazi se biraju u zavisnosti od toga da li je reč o spoljašnjim ili unutrašnjim čvorovima. U EC8 standardu postoje dodatni zahtevi za lokalnu duktilnost preko vrednosti faktora duktilnosti krivine kao i ograničavanje ekscentriciteta ose stubova i greda [5].

Prema našem standardu ograničeno je maksimalno horizontalno pomeranje objekta za propisano seizmičko opterećenje određeno po teoriji elastičnosti čime se sprečavaju veća oštećenja fasade kao i uticaji drugog reda. Za razliku od našeg pravilnika u odredbama EC8 nije dat kriterijum za maksimalno dopušteno pomeranje vrha zgrade nego se samo ograničavaju relativna spratna pomeranja što je bolji pokazatelj oštećenja objekata.

#### 4. ZAKLJUČAK

U radu je izvršena uporedna seizmička analiza prema domaćim i stranim propisima. U analizama rezultata zaključeno je da multimodalna analiza po Evrokod standardu rezultuje najvećim seizmičkim silama dok metoda ekvivalentnog statičkog opterećenja daje najmanje seizmičke sile. U ovom slučaju se ekvivalentna statička metoda pokazala kao nezadovoljavajuća jer je uticaj viših tonova bio značajan što se može videti po znatno većim ukupnim seizmičkim silama dobijenim prema multimodalnim analizama kojima je obuhvaćeno prvih deset tonova. Domaći propisi su rezultirali većom potrebom za podužnom armaturom u gredama dok su potrebe za uzengijama veće prema EC8. Obe analize su dale slične količine potrebne armature u stubovima koje su minimalne. Nakon usvajanja armature evropski standardi definišu strožije konstrukcijske zahteve koji obezbeđuju lokalnu duktilnost i omogućavaju stvaranje plastičnih zglobova na poželjnim mestima.

#### 5. LITERATURA

- [1] V. Alendar: *Projektovanje seizmički otpornih armiranobetonskih konstrukcija kroz primere*; Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu Institut za materijale i konstrukcije Beograd, novembar 2004.
- [2] Grupa autora: *Beton i armirani beton prema BAB 87*; Univerzitetska štampa, Beograd 2000.
- [3] Grupa autora: *Evrokod 8: Proračun seizmički otpornih konstrukcija Deo1*, Beograd, novembar 2009.
- [4] Z. Brujić: Predavanja iz predmeta: *Betonske konstrukcije, Fakultet tehničkih nauka*, Novi Sad, 2014
- [5] Đ. Lađinović: Predavanja iz predmeta: *Seizmička analiza, Fakultet tehničkih nauka*, Novi Sad, 2014

#### Kratka biografija:



**Dunja Krtinić** rođena je u Vrbasu 1991. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – Seizmička analiza konstrukcija odbranila je 2017. god.



**PROJEKAT ARMIRANOBETONSKE VIŠESPRATNE ZGRADE PREMA EVROPSKIM STANDARDIMA****THE PROJECT OF MULTI-STOREY REINFORCED CONCRETE BUILDING ACCORDING TO EUROPEAN STANDARDS**

Milan Gordić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

**Kratak sadržaj** – U prvom delu rada prikazan je projekat armiranobetonske višespratne zgrade S+Pr+5, a u drugom delu je prikazana uporedna analiza proračuna graničnog stanja transverzalnih sila prema EC2 i Pravilniku BAB 87.

**Abstract** – The first part of the work consist the project of multi-storey reinforced concrete building, basement + ground floor + 5 stories, and the second part consist of the comparative analysis of design for limit effect of shearing forces by EC2 and BAB 87.

**Ključne reči:** Armiranobetonska zgrada, evropski standardi, transverzalne sile

**1. UVOD**

Projektnim zadatkom predviđeno je projektovanje armiranobetonske višespratne stambeno-poslovne zgrade spratnosti S+Pr+5 prema Evrokodu. Konstrukcijski sistem zgrade je ukrućeni AB skelet. Objekat se nalazi na lokaciji Novi Sad.

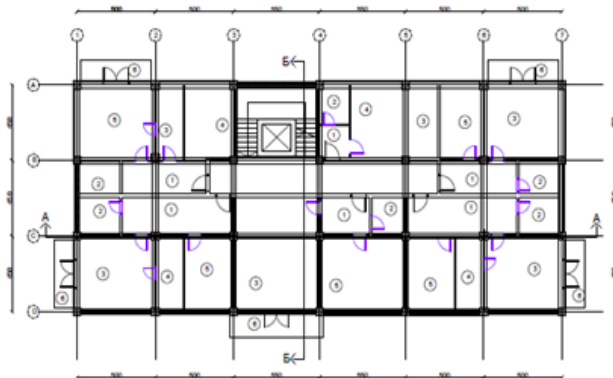
**2. OPIS PROJEKTA****2.1. Projektni zadatak i arhitektonsko rešenje**

Prema projektnom zadatku projektovan je stambeno-poslovni objekat. Objekat je spratnosti suteran + prizemlje + 5 spratova. Dimenzije objekta u osnovi su 32,5m x 15,25m. Ukupna visina objekta iznad kote terena iznosi 20m. Suterenska etaža ima funkciju parkinga za laka putnička vozila. U prizemlju se nalazi 5 lokala a na spratovima po 6 stambenih jedinica različitih površina. Vertikalna komunikacija između spratova ostvaruje se pomoću dvokrakog stepeništa i lifta, osim na poslednjem spratu, gde se izlaz na krov, kroz otvor u krovnoj ploči, ostvaruje pomoću metalnih merdevina. Dimenzije stepenika (širina i visina) su određene tako da što približnije odgovaraju optimalnim dimenzijama. Širina stepenišnog kraka iznosi 130 cm. Obrada podova se razlikuje u zavisnosti od namene prostorija. Podovi u kupatilima, kuhinjama, hodnicima, kao i podovi u lokalima se oblažu keramičkim pločicama. Završna obrada podova u sobama je parket. Fasadni zidovi su izrađeni od pune opeke debljine 25 cm i obloženi su stiroporom debljine 10 cm.

**NAPOMENA:**

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

Sa unutrašnje strane su malterisani produžnim malterom, gletovani i obojeni disperzivnim bojama. Unutrašnji zidovi su takođe od pune opeke, debljine 25 i 12 cm, malterisani produžnim malterom, gletovani i obojeni disperzivnim bojama. Krovna konstrukcija se izvodi kao ravan krov. Da bi se obezbedilo efikasno odvođenje vode urađen je sloj za pad u nagibu.



Slika 1. Osnova tipskog sprata

**2.2. Konstruktivni sistem zgrade**

Konstruktivni sistem objekta je ukrućeni skeletni. Dimenzije svih greda su 35/50 cm. Dimenzije fasadnih stubova su 40/40 cm, dimenzije unutrašnjih stubova suterana, prizemlja i prva dva sprata su 50/50 cm, a trećeg, četvrtog i petog 45/45 cm.

Međuspratna konstrukcija je projektovana kao sistem kontinualnih krstasto armiranih ploča debljine 16 cm. Debljina stepenišne ploče je 16 cm.

Zidovi za ukrućenje su debljine 20 cm. Suterenska etaža je oivičena zidovima po celom obimu, osim na delu gde se nalazi ulaz u garažu.

Objekat je fundiran na temeljnoj ploči debljine 40 cm koja je ojačana temeljnim gredama dimenzija 120/60 (50) cm. Ispod temeljne ploče nalazi se sloj mršavog betona debljine 10 cm i sloj šljunka debljine 20 cm.

Klasa betona svih nosećih elemenata konstrukcije je C30/37, a kvalitet armature B500C.

**2.3. Analiza opterećenja**

Za projektovanje i dimenzionisanje elemenata konstrukcije razmatrana su sva opterećenja koja mogu delovati na konstrukciju u toku eksploatacije, kao i njihove najnepovoljnije kombinacije. Analizom su obuhvaćena sledeća opterećenja:

- stalno opterećenje
- korisno opterećenje

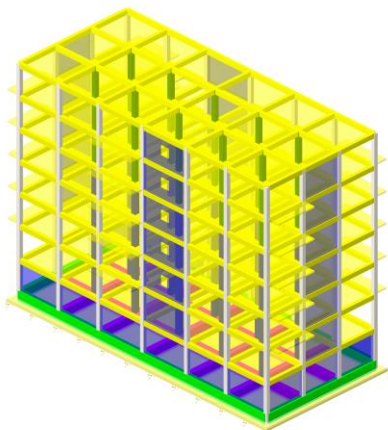
- opterećenje vetrom
- opterećenje snegom
- seizmičko opterećenje

Stalno opterećenje obuhvata težinu svih nosećih (grede, stubovi, ploče, AB zidovi) i nenosećih elemenata konstrukcije, kao i težinu podova i obloga. Korisno opterećenje se usvaja prema standardu Evrokod 1 EN 1991-1 1:2002. Intenzitet korisnog opterećenja zavisi od namene prostorije. Opterećenje snegom se računa prema evropskom standardu EN 1991-1-3:2003[1] za krovove nagiba između  $0^{\circ}$  i  $30^{\circ}$  i aplicira se na konstrukciju u vidu jednakopodeljenog površinskog opterećenja. Opterećenje vetrom je sračunato prema standardu Evrokod EN 1991-1-4:2005. Na konstrukciju je naneto kao linijsko opterećenje. Seizmičko opterećenje se izračunava pomoću softvera Tower 6.0 multimodalnom spektralnom analizom. Ulazni podaci koji se koriste prilikom proračuna su:

- 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

Modeliranje konstrukcije, statički i dinamički proračun urađeni su u softveru Tower 6.0. Osnovni noseći sistem konstrukcije je skeletni sistem sa zidovima za ukrućenje (sl. 2).



izometrija

Slika 2. 3D model konstrukcije

Model se sastoji iz površinskih (ploče, zidovi) i linijskih (grede, stubovi) konačnih elemenata. Prilikom modeliranja uzet je u obzir pad torziona i savojne krutosti elemenata konstrukcije, i to tako što je torziona krutost greda smanjena na veličinu koja odgovara 10% krutosti homogenog betonskog preseka, dok je savojna krutost smanjena na 50%. Savojna krutost stubova i zidova za ukrućenje redukovana je na vrednost koja odgovara 50% krutosti homogenog betonskog preseka.

Opterećenja se nanose na model kao linijska i površinska. Prilikom formiranja proračunskog modela korišćena je mreža konačnih elemenata veličine 0,5m. Tlo je modelirano pomoću Vinklerovog modela, pri čemu je usvojena vrednost koeficijenta posteljice od  $20000 \text{ kN/m}^3$ . Pomoću softvera je izvršena modalna analiza i na osnovu toga su dobijene svojstvene vrednosti i oblici oscilovanja konstrukcije koji služe za proračun seizmičkih sila. Analiza

dejstva horizontalnih opterećenja, kao i modalna analiza, pretpostavlja nedeformabilnost tavanice konstrukcije u svojoj ravni. Seizmički proračun urađen je multimodalnom spektralnom analizom. Proračun konstrukcije izvršen je prema linearnoj teoriji elastičnosti u kojoj se pretpostavlja geometrijska i materijalna linearnost.

## 2.5. Dimenzionisanje i armiranje elemenata

Dimenzionisanje elemenata konstrukcije je izvršeno u softverskom paketu Tower 6.0. Izvršeno je dimenzionisanje temeljne ploče, ploče prizemlja i ploče tipskog sprata, kao i ramova u osama C i 7.

Svi elementi su dimenzionisani u skladu sa pravilnikom Evrokod za merodavne granične kombinacije opterećenja. Sve ploče su armirane glavnom armaturom u oba pravca. Grede su dimenzionisane kao jednostruko armirane, dok su stubovi dimenzionisani kao koso savijani i armirani su simetrično.

Svi konstrukcijski elementi su od betona klase C30/37, dok je kvalitet armature B500C.

## 2.6. Proračunske kontrole

Izvršene su sledeće proračunske kontrole:

- kontrola normalizovane vrednosti aksijalne sile u stubovima
- kontrola normalizovane vrednosti aksijalne sile u zidovima
- kontrola napona u tlu
- kontrola relativnog spratnog pomeranja
- kontrola pomerljivosti konstrukcije

Nakon analize zaključeno je da konstrukcija zadovoljava sve proračunske kontrole.

## 3. PRORAČUN PRESEKA NA GRANIČNE UTICAJE TRANSVERZALNIH SILA PREMA EUROCODE 2 I BAB 87– UPOREDNA ANALIZA

### 3.1. Uvod

Beton je materijal koji ima veliku čvrstoću na pritisak i malu čvrstoću na zatezanje. Prilikom savijanja AB elemenata poprečnim silama mora se sprovesti proračun glavnih napona zatezanja. Ukoliko su naponi zatezanja takvi da beton može sam da ih primi, nije potrebna proračunska armatura za prihvatanje uticaja od transverzalnih sila.

Međutim, kada su vrednosti ovih napona veće, mora se predvideti odgovarajuća armatura. Maksimalne vrednosti ovih napona su karakteristične za minimalnu širinu preseka. Za osiguranje od uticaja transverzalnih sila najčešće se koriste vertikalne uzengije.

Pored vertikalnih uzengija, za osiguranje od uticaja transverzalnih sila mogu da se koriste i kose uzengije i kosa gvožđa. Korišćenje kose armature rezultuje najmanjom širinom prslina, međutim, primenom ove vrste armature javljaju se određeni problemi prilikom izvođenja.

Analiziran je postupak proračuna armiranobetonskih konstrukcija na granične uticaje transverzalnih sila prema Pravilniku BAB 87 i EUROCODE 2 i prikazane su određene razlike, kako u načinu proračuna i dobijanja rezultata, tako i u količini dobijene potrebne armature.

### 3.2. Proračun preseka prema graničnim uticajima transverzalnih sila prema EUROCODE 2

Prilikom proračuna prvo je potrebno odrediti računsku silu smicanja usled spoljašnjeg opterećenja -  $V_{Ed}$  i uporediti ovu vrednost sa proračunskom vrednosti nosivosti na smicanje elementa bez armature za obezbeđenje -  $V_{Rd,c}$ . U delovima elementa gde je ispunjeno  $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$  nije potrebna proračunska armatura za smicanje. Međutim, čak i u situacijama kada prema proračunu nije potrebna armature za smicanje, treba predvideti minimalnu armaturu. U delovima elementa gde je  $V_{Ed} > V_{Rd,c}$ , treba predvideti dodatnu armature za smicanje, takvu da bude ispunjeno  $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$ . Kada su u pitanju elementi sa vertikalnom armaturom za smicanje, nosivost pri smicanju se određuje kao manja od sledeće dve vrednosti:

$$V_{Rd,s} = A_{sw}/s \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot ctg\theta$$

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (ctg\theta + tg\theta)$$

gde je:

- $A_{sw}$  – površina preseka armature za smicanje
- $v_1$  – koeficijent kojim se smanjuje čvrstoća betona zbog prslina usled smicanja
- $\alpha_{cw}$  – koeficijent kojim se uzima u obzir stanje napona u pritisnutom pojasu
- $s$  – rastojanje između uzengija
- $f_{ywd}$  – proračunska granica razvlačenja armature za smicanje
- $\theta$  – ugao između pritisnutog betonskog štapa i ose grede upravne na silu smicanja

Za elemente kod kojih je armatura za smicanje postavljena u nagibu, nosivost pri smicanju se dobija kao manja od sledeće dve vrednosti:

$$V_{Rd,s} = A_{sw}/s \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot (ctg\theta + ctg\alpha) \cdot \sin\alpha$$

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} \cdot (ctg\theta + ctg\alpha) / (1 + ctg^2\theta)$$

Dodatna sila zatezanja u podužnoj armaturi,  $\Delta F_{td}$ , dobija se na sledeći način:

$$\Delta F_{td} = 0,5 \cdot V_{Ed} \cdot (ctg\theta - ctg\alpha)$$

Na delu nosača na kojem nije potrebna proračunska armatura za smicanje potrebno je obezbediti minimalnu količinu ove armature. Minimalni koeficijent armiranja zavisi od čvrstoće betona pri pritisku i granice razvlačenja čelika i dobija se pomoću izraza:

$$r_{w, \min} = \frac{0,08 \cdot \sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}}$$

Maksimalno podužno rastojanje između šipki armature za smicanje ne treba da bude veće od  $S_{I,max}$ . Vrednost  $S_{I,max}$  koja se primenjuje u nekoj državi data je u njenom Nacionalnom aneksu. Preporučena vrednost data je izrazom:

$$S_{I,max} = 0,75 \cdot d \cdot (1 + ctg\alpha)$$

Rastojanje vertikalnih stranica uzengija u poprečnom pravcu, u preseku, ne treba da bude veće od  $S_{t,max}$ . Vrednost  $S_{I,max}$  koja se primenjuje u nekoj državi data je u njenom Nacionalnom aneksu. Preporučena vrednost data je izrazom:

$$S_{t,max} = 0,75 \cdot d \leq 600 \text{ mm}$$

Rastojanje koso povijenih šipki ne treba da bude veće od  $S_{b,max}$ . Vrednost  $S_{b,max}$  koja se primenjuje u nekoj državi data je u njenom Nacionalnom aneksu. Preporučena vrednost data je izrazom:

$$S_{I,max} = 0,60 \cdot d \cdot (1 + ctg\alpha)$$

### 3.3. Proračun preseka prema graničnim uticajima transverzalnih sila prema BAB 87

Izraz za računski (nominalni) smičući napon u neutralnoj osi i u celoj zategnutoj zoni preseka može se napisati na sledeći način:

$$\tau_n(y_b) = T_{mu} / (b(y_b) \cdot z)$$

- $T_{mu}$  – merodavna transverzalna sila u posmatranom preseku pri graničnom opterećenju
- $b$  – širina poprečnog preseka
- $z$  – krak unutrašnjih sila

Za pravougaoni presek, zbog konstantne širine preseka, ovaj obrazac prelazi u:

$$\tau_n = T_{mu} / (b \cdot z)$$

Merodavna transverzalna sila, u opštem slučaju, dobija se na sledeći način:

$$T_{mu} = T_u - dN_u / dz_b (z - y_b + 1 + a) - M_{au} / h (tg\alpha + tg\beta) + N_u \cdot tg\beta$$

U slučaju savijanja silama bez normalne sile dobija se po obrascu:

$$T_{mu} = T_u - M_u / h (tg\alpha + tg\beta)$$

Za nosače konstantne visine koji su izloženi složenom savijanju:

$$T_{mu} = T_u - dN_u / dz_b (z - y_b + 1 + a)$$

U oblastima oslonaca i koncentrisanih opterećenja naponi  $\sigma_y$  u betonu mogu biti veoma značajni, tako da se njihov uticaj na glavne napone ne može zanemariti.

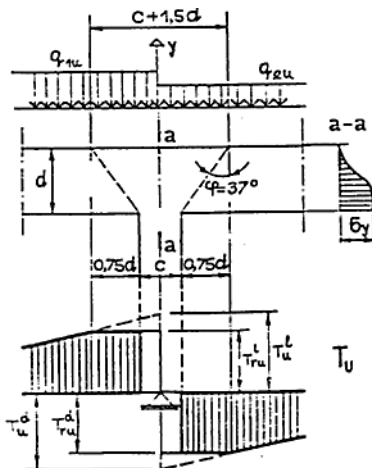
Međutim, raspodela ovih napona po visini preseka u blizini oslonaca se teško može na jednostavan način dovoljno tačno odrediti.

Zbog toga se Pravilnikom BAB 87 predviđa da se ovi naponi ne moraju uzimati u obzir pri proračunu glavnih napona zatezanja ako se raspodeljeno opterećenje koje deluje na dužini  $c/2 + 0,75d$  ( $c$  – širina oslonca,  $d$  – visina poprečnog preseka) zanemari pri određivanju dijagrama transverzalnih sila.

Na ovaj način se pretpostavlja da se opterećenje na tom delu,  $q_u$ , uliva direktno u oslonac u vidu „levka“.

Kada se na prethodno opisani način dobije napon smicanja, on se upoređuje sa računskom čvrstoćom betona pri smicanju -  $\tau_r$ . Računska čvrstoća betona pri smicanju zavisi od marke betona.

Za marku betona MB 35 računski čvrstoća pri smicanju iznosi 1,2 MPa. Napon  $\tau_r$  je napon koji beton može sam da primi, sa potrebnom sigurnošću.



Slika 3. Redukcija transverzalne sile kod oslonca

Ako je ispunjen uslov  $\tau_n < \tau_r$ , tada nije potrebna armatura za prijem uticaja od transverzalnih sila, beton je sposoban da samostalno primi sile zatezanja koje nastaju od glavnih napona zatezanja. Zbog toga, na delu nosača na kojem je ispunjen ovaj uslov je potrebna samo minimalna (konstruktivna) armatura.

Međutim, ukoliko je napon  $\tau_n$  veći od računске čvrstoće betona  $\tau_r$ , potrebna je dodatna armatura za prihvatanje uticaja od transverzalnih sila. U slučaju kada je  $\tau_r < \tau_n < 3\tau_r$ , potrebna površina preseka poprečne armature se dobija iz redukovane vrednosti transverzalne sile  $T_{Ru}$  koja se dobija na sledeći način:

$$T_{Ru} = T_{mu} - T_{bu}$$

$T_{bu}$  – deo sile koji se poverava betonu

Deo transverzalne sile koju preuzima beton,  $T_{bu}$ , dobija se na sledeći način:

$$T_{bu} = 1/2 \cdot (3\tau_r - \tau_n) \cdot b \cdot z$$

Ako je napon smicanja,  $\tau_n$ , u granicama  $3\tau_r \leq \tau_n \leq 5\tau_r$ , beton na tom delu nosača ne preuzima uticaje od dejstva transverzalne sile, odnosno:

$$T_{bu} = 0; T_{Ru} = T_{mu}$$

Nominalni napon smicanja,  $\tau_n$ , ne sme biti veći od vrednosti  $5\tau_r$ . Ukoliko se dogodi da prilikom proračuna ovaj napon ima ovako veliku vrednost, potrebno je povećati dimenzije poprečnog preseka, povećati marku betona ili smanjiti intenzitet spoljašnjeg opterećenja.

Na dužini osiguranja  $\lambda$ , na kojoj se nosač mora osigurati poprečnom armaturom, mora se predvideti minimalna površina preseka ove armature u vidu uzengija, sa minimalnim procentom  $\mu_u = 2\%$ . Maksimalno rastojanje uzengija,  $max_{e_u}$ , na dužini osiguranja  $\lambda$ , ne sme da bude veće od  $h/2$ ,  $b$  ili 25cm, gde je  $h$  statička visina preseka a  $b$  manja strana poprečnog preseka.

#### 4. ZAKLJUČAK

Poređenjem proračuna poprečne armature, koja služi za osiguranje od uticaja transverzalnih sila, prema pravilnicima EUROCODE2 i BAB 87 zaključeno je da postoje određene razlike, kako u načinu proračuna, tako i u količini dobijene potrebne armature.

U konkretnom primeru, za gredu POS G109, proračunom prema EUROCODE2 i BAB 87 dobijene su određene razlike. Prema BAB87 nije potrebna računaska armatura za prijem uticaja od transverzalnih sila pa se na celoj dužini grede može usvojiti minimalna armatura, dok je proračunom prema EUROCODE2 dobijeno da je na delu grede u blizini oslonca, u presecima sa najvećim vrednostima transverzalne sile, potrebno progustiti poprečnu armaturu.

#### 5. LITERATURA

- [1] Evrokod 1: Dejstva na kosntrukcije – deo 1-1: Zapreminske težine, sopstvenatežina, korisna opterećenja na zgrade, Beograd, 2009.
- [2] Evrokod 1: Dejstva na kosntrukcije – deo 1-3: Dejstva snega, Beograd, 2009.
- [3] Evrokod 1: Dejstva na kosntrukcije – deo 1-4: Dejstva vetra, Beograd, 2009.
- [4] Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings, 2004.
- [5] 5.Grupa autora: Beton i armirani beton prema BAB 87, Knjiga 1 – Osnove proračunai konstruisanje, Univerzitetska štampa, Univerzitet u Beogradu, 2000.
- [6] Grupa autora: Beton i armirani beton prema BAB 87, Knjiga 2 - Prilozi, Univerzitetska štampa, Univerzitet u Beogradu, 2000.
- [7] Živorad Radosavljević, Dejan Bajić: “Armirani beton 3”- Građevinska knjiga, Beograd 2008.
- [8] Dr. Zoran Brujić: “Materijal sa predavanja iz predmeta Betonske konstrukcije”, Novi Sad 2015.
- [9] M. Čaušević: Dinamika konstrukcija, Tehnička knjiga, Zagreb 2010.

#### Kratka biografija:



**Milan Gordić** rođen je u Priboju 1992. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka, iz oblasti Građevinarstva – Seizmička analiza konstrukcija, odbranio je 2017. god.

**PROCENA STANJA I PROJEKAT REVITALIZACIJE ARMIRANO-BETONSKOG  
SILOSA U A.D. „VITAL“ VRBAS****ASSESSMENT AND RECONSTRUCTION OF RC SILO IN „VITAL“ VRBAS**Ivan Babić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

**Kratak sadržaj** – Rad obuhvata teorijske osnove o skladištima zrnastih (rastresitih) materijala, detaljnu procenu stanja predmetnog objekta kao i kontrolnog proračuna konstrukcije u programskom paketu Tower 6. Na osnovu analize uočenih oštećenja dat je detaljan opis sanacionih mera u cilju povećanja trajnosti i upotrebljivosti konstrukcije.

**Abstract** – This paper consists of theoretical part which presents the division, examples and description of objects for the storage of loose materials, detailed assessment of the current state of the silo cells by visual inspection, as well as control calculations made in software Tower 6. Based on analysis of registered damages and results of calculations a detailed description of the repair measures is given in order to increase the service life of structure.

**Cljučne reči** – silos, oštećenje, sanacija, modeliranje.

**1. UVOD**

Rad se sastoji od dve međusobno nezavisne celine. Prva celina se odnosi na teorijski deo razvoja objekata za skladištenje zrnastih materijala, njihove podele kao i kratkog predstavljajnja osnovnih elemenata, svakog od objekata i njihove namene. Drugi deo je u vezi sa praktičnim delom koji obuhvata detaljnu procenu stanja i predlog mera sanacije čelija silosa a.d. industije ulja „Vital“ u Vrbasu, u zavisnosti od stepena oštećenja, kao i kontrolnog proračuna vršenog u programskom paketu Tower 6.

**2. SKLADIŠNI OBJEKTI****2.1. Uvod**

Skladišni objekti su se koristili još u dalekoj prošlosti, kada je bilo potrebno sačuvati rod poljoprivrednih kultura (stari Egipat, Meksiko, Stara Grčka, skladištenje žitarica), (Slika 1) koji je stizao samo u jednom period godine, a bio potreban tokom cele godine za preživljavanje. Pored hrane, skladišta su pronašla primenu i u čuvanju materijala za izradu raznih građevinskih objekata.

Za vreme industrijske revolucije je došlo do napretka po pitanju samih materijala od kojih su se pravila skladišta. Koriste se opeka i kamen, dok je za podove i krovnu konstrukciju korišćeno drvo. Kako su se za osvetljenje koristile sveće, ovakvi objekti su bili izloženi visokom požarnom riziku.

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio Vlastimir Radonjanin, red. prof.

Krajem XVIII i početkom XIX veka došlo je do primene novih materijala i konstruktivnih oblika. Glavni deo nosećeg sistema konstrukcije preuzima liveno gvožđe. Počinje primena novih tehnologija za skladištenje rasutih materijala.



Slika 1. Jedni od prvih silosa korišćenih za skladištenje žitarica u Meksiku

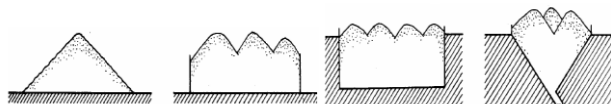
Tokom XX veka je došlo do najznačajnijeg napretka kako u objektima za skladištenje tako i u mehanizaciji koju su koristila skladišta. Od ovog perioda počinje korišćenje savremenih konstrukcija industrijskih objekata i skladišta, čije se noseće konstrukcije izrađuju od betona i čelika.

Tada već dolazi i do značajnog napretka u svim prapratnim sistemima. Počinje korišćenje savremenih ventilacionih sistema koji su rešili problem skupljanja toksičnih i/ili zapaljivih gasova, povećali trajnost samih skladišnih materijala. Pravilnim skladištenjem materijala i poljoprivrednih proizvoda, mogućnost pojave požara i eksplozija je svedena na minimum.

Skladišni objekti predstavljaju sve otvorene, natkrivene ili zatvorene površine namenjene za čuvanje robe. Po obliku, dimenzijama, konstrukciji i drugim karakteristikama treba da omoguće primenu predviđene tehnologije realizacije skladišnih, pretovarnih i transportnih procesa. Osnovna namena - čuvanje robe na način koji će obezbediti da roba tokom mirovanja zadrži sva upotrebna svojstva u dozvoljenim granicama.

**2.2. Otvoreni skladišni objekti**

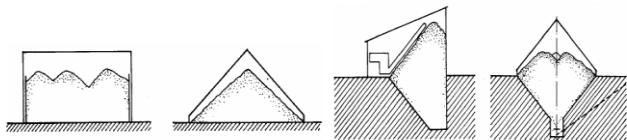
- Deponije rasute robe- tipično rešenje za čuvanje rasute robe (ugalj, šljunak, pesak, šećerna repa, rude, asfalt, kamen, otpadne materije, itd), slika 2,
- Materijal koji se skladišti može formirati različite prostorne oblike.



Slika 2. Različiti primeri otvorenih skladišnih objekata

### 2.3 Zatvoreni skladišni objekti

- zatvoreni objekti visokogradnje - zgrade različitih dimenzija i geometrijskih oblika, nadzeme ili poluukopane, najčešće čelične ili betonske konstrukcije, - karakteristike objekta zavise od robe koja se skladišti i primenjene tehnologije realizacije pretovarnih procesa (obično imaju oblik koji prati konture robe koja se unutra nasipa; sama konstrukcija je posledica i primenjenih sredstava pretovarne mehanizacije), slika 3.



Slika 3. Različiti primeri zatvorenih skladišnih objekata

### 2.4 Podna skladišta

Podna skladišta su prijemna mesta za praškasti i zrnasti materijal i prvi su objekti u lancu prerade, slika 4. Ona omogućavaju prečišćavanje materijala u potrebnoj meri, koje zavisi od namene i dalje prerade. Ako su u pitanju žitarice, koje pritom trebaju da se suše, neophodno je dobro predčišćenje kako bi se sprečilo zagušenje. Nakon toga potrebno je i pravo čišćenje da bi se omogućilo sigurno čuvanje robe na duže vreme.

Ova skladišta mogu biti smeštena iznad nivoa pogona (na spratu), u nivou pogona i ispod nivoa pogona. Podna skladišta iznad nivoa pogona su povoljnija jer omogućavaju doziranje sirovina u količini potrebnoj za određenu proizvodnju. Podno skladište u nivou pogona ima prednosti u olakšanom prijemu i manipulaciji sirovina u unutrašnjosti pogona. Skladište ispod nivoa je najređe zastupljeno.



Slika 4. Primer podnog skladišta

Podno skladište treba da je dobro izolovano, sa glatkim ravnim zidovima radi lakšeg održavanja higijene i sprečavanja razvijanja mikroorganizama.

Prozori podnog skladišta moraju biti smešteni na suprotnim zidovima zbog pravilne ventilacije skladišta. Prozori ne smeju biti velikih dimenzija i potrebno je da su smešteni ispod tavanice.

Po sredini skladišta ostavlja se širi prostor (do 1,5m) radi neometanog kretanja transportnih sredstava koja se koriste u unutrašnjem transportu u skladištu. Vreće se postavljaju na drvene podmetače (palete) kako bi se omogućila ventilacija sa svih strana kao i transport vreća pomoću viljuškara. Vreće se povremeno moraju preslagati (npr cement) da ne bi došlo do nepovoljnih promena u sirovinama.

Svako skladište mora da ima određeni broj transportnih sredstava kao i instrumente za merenje temperature i relativne vlažnosti vazduha.

Aktivna ventilacija je način čuvanja zrnastih sirovina u ispravnom stanju i primenjuje se radi rashlađivanja, sušenja i odstranjivanja stranih mirisa iz zrnaste mase. Opremu aktivne ventilacije čini ventilator i sistem kanala za razvođenje vazduha.

Sistem aktivne ventilacije sastoji se od razvodnih kanala poredanih na određenom rastojanju kroz koje se dovodi i pravilno raspoređuje vazduh po celoj površini skladišta.

### 2.5 Silosi i bunkereri

Silos i bunkereri su građevinski objekti namenjeni uskladištenju zrnastih i prašinih poljoprivrenih ili industrijskih materijala (ugalj, cement, pesak, žito...). Izvode se na lokacijama gde se skladištene materije proizvode, prikupljaju i privremeno skladište, zatim na železničkim stanicama i u lukama (pretovarni silosi), te na mestima gde se skladištene materije prerađuju.

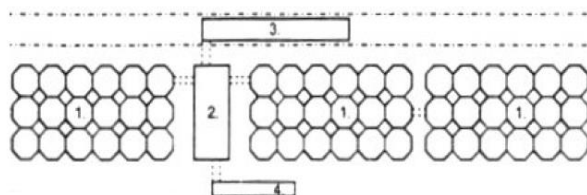
Ovi objekti se mogu izrađivati kao betonski, čelični ili spregnuti. Silosi i bunkereri predstavljaju površinske konstrukcije, srodne rezervoarima.

Silos srednjih i velikih zapremina se najčešće rade kao betonske konstrukcije i to bilo kao armirano-betonske ili prednapregnute, zbog mogućnosti proizvoljnog oblikovanja, velike otpornosti na koroziju, otpornosti na udare, manje provodljivosti toplote od čelika, otpornosti na visoke temperature i požar...

Sam poprečni presek ćelija može da bude različitih oblika, npr. krug, kvadrat, pravougaonik, a međućelije u skladu sa tim opet mogu biti, kvadratne, trougaone, zvezdaste, višeučane... Sa gornje strane ćelije se izrađuje ploča koja zatvara samu zapreminu ćelije. Na ovoj ploči se obično nalaze otvori za punjenje ćelija.

Ćelija može da stoji sama, ali je najčešće u skupu sa određenim brojem ćelija, sa kojima zajedno formira bateriju ćelija.

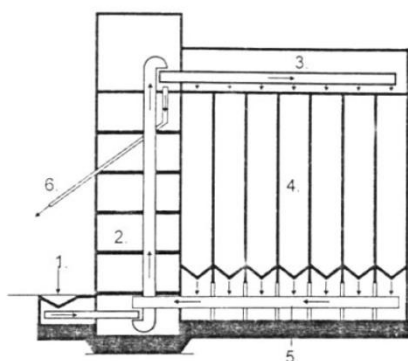
Sam izbor dispozicionog rešenja najviše zavisi od usvojenog tehnološkog procesa, te sistema tehnološke opreme i vođenja pristupnih saobraćajnica. Samo jezgro svakog silosnog postrojenja čini mašinska zgrada koja služi za smeštaj opreme za vertikalni transport materijala. U slučaju da se radi o manjem broju ćelija, ili ćelija manje zapremine, ovu opremu je moguće smestiti u međućeliju, dok se kod „ozbiljnijih“ silosnih postrojenja mašinska zgrada radi nezavisno. Svrha mašinske zgrade, pored vertikalnog transporta materijala, je i organizovanje sve ostale potrebne prateće mehanizacije, npr. uređaji za čišćenje, liftovi, itd. Slika 5.



Slika 5. Šema silosnog postrojenja (1 ćelije silosa; 2 mašinska zgrada; 3 vagonski koš; 4 kamionski koš za nasipanje materijala)

Funkcionisanje jednog osnovnog modela silosa je dato na slici br. 6. Materijal se iz kamiona ili železničkih vagona sipa u koš (obeženo brojem 1) i horizontalno transportuje do vertikalnog transportera (2), kojim se materijal podiže vertikalno do nivoa potkrovlja (3). Horizontalnim transporterima u potkrovlju (nadaćelijska galerija), materijal se prenosi do otvora za punjenje u vrhu ćelije silosa i sipa u ćelije.

Prilikom pražnjenja se materijal, otvaranjem donjih levkova, ispušta na donji transportni uređaj (5) u prostor ispod silosnih ćelija. Horizontalno i vertikalno se, dalje, materijal transportuje do otpremne cevi unutar mašinskog okna, radi odvoza ili dalje prerade. Za horizontalni transport se koriste trakasti, lančani ili pužni konvejeri, dok se za vertikalni transport koriste prenosnici sa posudicama (elevatori) ili pneumatski konvejeri.



Slika 6. Silosno postrojenje; 1 koš za nasipanje sa horizontalnim transporterom; 2 mašinsko okno; 3 potkrovlje sa horizontalnim transporterom za punjenje; 4 ćelije silosa; 5 prostor ispod ćelija sa horizontalnim transporterom za pražnjenje; 6 otpremna cev

### 3. PROCENA STANJA I SANACIJA ARMIRANO-BETONSKOG SILOSA INDUSTRIJE ULJA A.D. „VITAL“ VRBAS

#### 3.1 Uvod

Procena stanja konstrukcije je urađena za bateriju I. Za vreme izrade rada u predmetnoj bateriji se skladištilo suncokreta (silos se redovno koristi), slika 7.



Slika 7. Fabrika Vital u Vrbasu

#### 3.2. Procena stanja konstrukcije

Procena stanja konstrukcije je urađena po celinama i to tako da su pregledane nadćelijska galerija, obodni zidovi ćelija 1,2,3,8 i 13 i podćelijska galerija.

#### 3.3. Nadćelijska galerija

Vizuelnim pregledom dostupnih elemenata nadćelijske galerije primećeni su defekti u vidu procurivanja cementnog mleka na spojevima oplata, segregacija betona, nedovoljno dobro spojeni slojevi betoniranja.

Od oštećenja je primećena korozija armature (koja je dovela do otpadanja površinskog sloja betona), razna oštećenja koja su nastala procurivanjem vode kroz postojeće prsline ali i na spojevima zid-ploča (kao što su otpadanje zaštitnog premaza sa betonske površine, vlažne mrlje na površini betona, ljuskanje površinskog sloja betona, ubrzan proces korozije armature), slika 8. Na pojedinim mestima su vidljiva i mehanička oštećenja.



Slika 8. Procurivanje vode kroz krovnu ploču, zaprljan površinski sloj betona, korozija armature, ljuskanje i otpadanje zaštitnog premaza

#### 3.4. Podćelijska galerija

U podćelijskoj galeriji su od defekata uočeni tragovi nastali procurivanjem cementnog mleka na spoju oplata, nedovoljno precizno izveden spoj stub-greda, loše ugrađen beton, rupičasta površina betona; dok se od oštećenja uočavaju: loše izvedeni prodori instalacija kroz zidove, korozija armature, betonska gnezda, procurivanje tečnosti kroz prsline koje vodi ka otpadanju i ljuskanju površinskog sloja betona, i vlažnim mrljama na samoj površini betona.

#### 3.5. Obodni zidovi pregledanih ćelija

Na zidovima pregledanih ćelija uočeni su sledeći defekti: nedovoljna debljina zaštitnog sloja, nedovoljno dobro povezani slojevi betoniranja prilikom klizanja oplata i segregacija betona u donjem delu slojeva betoniranja.

Od oštećenja su uočeni: korozija armature, horizontalne prsline izazvane korozijom armature (slika 9), raslojavanje na mestu prekida i nastavka betoniranja, podužne (vertikalne) prsline, kose prsline, (slika 10) površinsko ljuskanje maltera i otpadanje betona u blizini otvora, mehanička oštećenja i vlažne mrlje na površini betona.



Slika 9. Prsline na mestu korozije armature, ljuskanje i otpadanje betona.



Slika 10. Vertikalne i kose prsline, korozija horizontalne armature, ljuskanje betona

### 3.6 Utvrđivanje kvaliteta betona

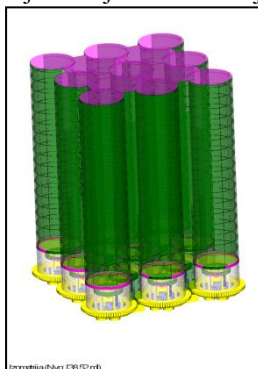
Utvrđivanje kvaliteta betona urađeno je metodama kuckanja čekićem, metodom merenja površinske tvrdoće betona-sklerometrom (slika 11) i fenoltaleinskim testom. Na osnovu pomenutih metoda se zaključeno je da je stanje betona u svemu odgovarajuće, tj. da odgovara projektom predviđenom.



Slika 11. Ispitivanje površinske tvrdoće pomoću sklerometra

### 3.7 Kontrolni proračun

Kontrolni proračun je urađen u programskom paketu Tower 6. Proračunom je obuhvaćena jedna baterija (slika 12), a na osnovu podataka dobijenih iz projektne tehničke dokumentacije i podataka dobijenih radom na terenu. Kontrolnim proračunom se došlo do zaključka da nije potrebno dodatno ojačavanje silosnih ćelija.



Slika 12. Proračunski model iz programa Tower 6

### 3.8 Sanaciono rešenje – predlog revitalizacije silosa

#### Uklanjanje oštećenog betona po fazama

U prvoj fazi se uklanja sav oštećen beton, sve dok ne ostane potpuno zdrav beton. Na mestima gde se nalaze vlažne mrlje ili mrlje nastale od procurivanja materijala za injektiranje vrši se njihovo uklanjanje. Kao rezultat ove faze dobija se neravna, hrapava i čista površina betona, i na pojedinim mestima ogoljena armatura.

U zavisnosti od stanja površinskog sloja betona moguća su sledeća dva slučaja:

- Skidanje površinskog sloja betona lokalnog karaktera, odnosno male površine na više mesta,
- Skidanje velikih površina betona.

U oba slučaja moraju se izračunati ukupne površine skinutog trošnog betona. Na osnovu ovih površina, a koje će se znati tek posle prve faze, vrši se proračun ekonomske isplativosti sledećeg koraka. Pod tim se daju dva moguća slučaja:

- Ručna obrada betona i armature, metalnim četkama i sličnim alatima, kao priprema za nanošenje reparaturnog materijala,
- Obrada betona i armature peskarenjem.

#### Apliciranje reparaturnog materijala

Nakon što je površinski sloj betona očišćen od svih vrsta prljavština, masnoća, vlažnih mrlja i nakon što je uklonjen sav oštećen beton može se pristupiti nanošenju reparaturnog materijala.

Kao i prilikom uklanjanja površinskog sloja betona i ovde su moguća dva slučaja u zavisnosti od površine koju treba reparirati (odabrano na osnovu ekonomske isplativosti):

- Nanošenje reparaturnog materijala mistrijom,
- Nanošenje reparaturnog materijala tehnikom mokrog prskanja – „wet spraying“.

## 4. ZAKLJUČAK

Iako stabilnost, nosivost i upotrebljivost konstrukcije nisu trenutno ugroženi, potrebno je izvršiti sanaciju konstrukcije sa ciljem obezbeđenja trajnosti.

## 5. LITERATURA

- [1] Ž. Radosavljević, D. Bajić: "Armirani beton 3", Građevinska knjiga, Beograd, 2007.
- [2] LLC 2000 Monitoring and Assessment of structures, G.S.T. Armer, New York, Spon Press, pp. 167, 2001.
- [3] В. Радоњанин, М. Малешев: Материјал са предавања из предмета "Праћење, процена стања и одржавање грађевинских објеката" и "Материјали и технике санације и заштите грађевинских објеката", 2005.
- [4] Д. Ковачевић, МКЕ моделирање у анализи конструкције, Грађевинска књига, 2006.
- [5] EVROKOD 1: "Osnove proračuna i dejstva na konstrukcije, Deo 4: Dejstva u silosima i rezervoarima", Prevod na srpski: GF Univerziteta u Beogradu, 1997.

Internet smernice:

<http://rc5.gaf.ni.ac.rs/>

<http://www.itn.rs/>

<http://www.mapei.com/>

<http://www.gradjevinans.net/>

#### Kratka biografija:



**Ivan Babić** rođen u Vrbasu 1992. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo - konstrukcije - procena stanja i sanacija konstrukcija odbranio je 2017.god.



**UPOREDNA PRORAČUNSKA ANALIZA EVROKODA I DOMAĆEG STANDARDA NA  
MODELU VIŠESPRATNE AB KONSTRUKCIJE POSLOVNOG OBJEKTA****A COMPARATIVE NUMERICAL ANALYSIS OF EUROCODE AND NATIONAL  
STANDARDS ON A MODEL OF A MULTI-STOREY RC COMMERCIAL BUILDING**

Aleksandar Bojanić, Andrija Rašeta, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

**Kratak sadržaj** – U radu se analiziraju i upoređuju računске metode i rezultati za tipične elemente armiranobetonske nosive konstrukcije poslovnog objekta u Velikom Gradištu, u skladu sa Evrokod normama i važećim domaćim pravilnicima i standardima.

**Abstract** – The thesis analyzes and compares calculation methods and results for typical elements of a reinforced concrete structure of a commercial building in Veliko Gradište, in accordance with the Eurocode standards and valid domestic regulations and standards.

**Ključne reči:** armiranobetonska zgrada, skeletni sistem, statički proračun, dimenzionisanje konstrukcije, uporedna analiza propisa.

**1. UVOD**

Zadatkom rada je predviđeno upoređivanje metoda proračuna veličina vrednosti svojstva materijala; upoređivanje metoda proračuna geometrijskih karakteristika konstrukcije; upoređivanje metoda proračuna veličina i normi opterećenja na konstrukciju i uticaja izazvanim opterećenjima; upoređivanje metoda proračuna, kontrole, dimenzionisanje tipičnih konstruktivnih elemenata za oba standarda i prikaz plana armature dva ortogonalna rama konstrukcije prema oba standarda

**2. PROJEKAT OBJEKTA****2.1. Arhitektonsko rešenje**

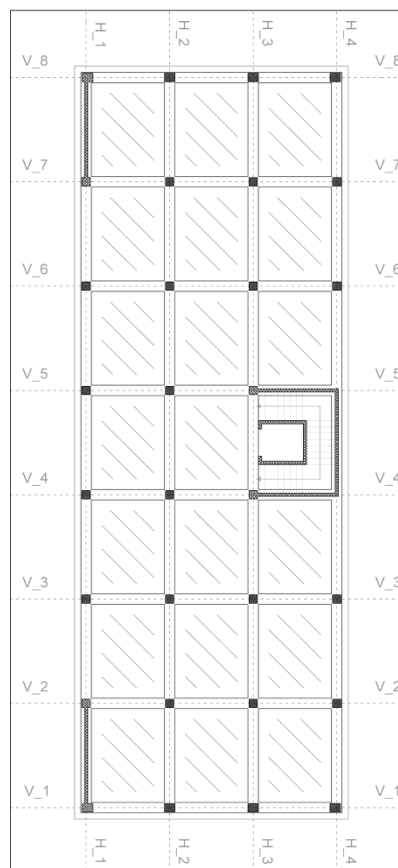
Objekat je dvospratni, jednostavnog arhitektonskog rešenja, „kutijastog“ oblika i ravne staklene fasade. Krov je projektovan kao ravan, prohodan, sa malim padom od ~1,0%.

Krov je oivičen betonskim parapetom visine 1,0 m. Spratna visina je 3,60 m, za sve spratove.

Takođe, svaki sprat je oivičen po obimu zidanim parapetom 0,6 m. Za vertikalnu komunikaciju u objektu predviđeni su trokrako stepenište i lift, sa predviđenim izlaskom na krovnu terasu. Stepenište se spiralno uzdiže oko okna lifta.

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada, čiji mentor je bio Andrija Rašeta.**



Slika 1. Prikaz rešenja tipskog sprata

**2.2. Konstruktivni sistem**

Konstruktivni sistem objekta predstavlja ukrućeni skeletni sistem. Armiranobetonski skelet ukrućen je seizmičkim platnima, odnosno duktilnim zidovima u oba pravca, koji dodatno ukrućuju konstrukciju prihvatajući horizontalno opterećenje.

Međuspratne tavanice projektovane su kao pune ploče, kontinualno krstasto armirane ploče u oba pravca, linijski oslonjene na grede i pravilnog su pravougaonog rastera, osovinskog raspona jednog polja 5,0x4,0 m. Po obodu objekta ploče su ispuštene za 10 cm radi oslanjanja fasadne obloge.

Stepenište formiraju tri kose ploče, širine 1,38 m, i dve horizontalne ploče podesta. Kose ploče su elastično uklješteno samo na dve strane, što ih čini pločama koje nose u jednom pravcu.

Gredni nosači se betoniraju zajedno sa pločama, sadejstvujućeg odnosa sa pločama, „T“ poprečnog

preseka po načinu primanja uticaja. Dimenzije poprečnog preseka 30x40 cm su usvojene na osnovu najvećeg raspona na objektu, kako bi bile armirane optimalnim procentom armature.

Stubovi su u zavisnosti od svog položaja u objektu, predviđeni sa konstantnim poprečnim presekom po visini objekta. Dimenzije stubova su 40x40 cm, odnosno 40x50 cm na konturnom kraćem pravcu osnove objekta.

Materijal izabran za sve elemente, prema kojem je sproveden proračun konstrukcije, je beton C25/30, odnosno MB30. Za potrebe armiranja usvojen je čelik klase B500B, odnosno RA400/500.

### 2.3. Analiza opterećenja

Stalno opterećenje se u analizu uvodi kao opterećenje od sopstvene težine konstruktivnih elemenata, kao i nekonstruktivnih, poput: hidroizolacije, termoizolacije, betonske košuljice i dr. Sopstvena težina konstruktivnih elemenata se automatski proračunava i aplicira korišćenim softverom, a dodatno stalno opterećenje se određuje prema EN i važećim domaćim pravilnikom i standardom, i posebno nanosi na proračunski model.

Vrednosti korisnog opterećenja, u zavisnosti od namene prostorije, su usvojene i nanete na proračunske modele u skladu sa odredbama EN, odnosno važećih domaćih propisa.

Opterećenje snegom, takođe, izračunato prema standardima posebno i uslovima iz prakse, svedeno je na identičnu vrednost.

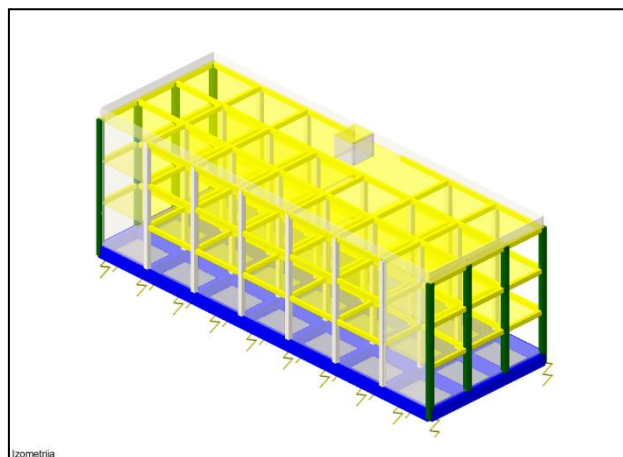
Opterećenje vetrom je dobijeno korišćenjem standarda EN i važećih domaćih standarda. Na konstrukciju je nanoseno kao površinsko, u proračunatim zonama uticaja određenog intenziteta. Zatim, u zavisnosti elemenata koji opterećuje, površinsko opterećenje konvertovano u linijsko.

Seizmičko dejstvo je izračunato i automatski na objekat aplicirano preko korišćenog softvera, Tower 6.0. Sam programski paket nudi opciju seizmičkog proračuna prema EN 1998-1:2004 multimodalnom spektralnom analizom, i prema domaćim normama, metodom ekvivalentnog opterećenja

### 2.4. Statički i dinamički proračun

Za potrebe proračuna, konstrukcija je prostorno modelirana u programskom paketu Tower 6.0. Veza objekta i podloge je modelirana preko serije elastičnih opruga, po Vinklerovom modelu. Pri analizi horizontalnih dejstava, kao i modalnoj analizi, pretpostavljeno je da su međuspratne tavanice apsolutno krute u svojoj ravni. Dimenzije generisanih konačnih elemenata su 0,5 x 0,5 m.

Nakon sprovedene modalne analize zgrade, pristupa se definisanju parametara za proračun seizmičkih sila. Seizmički proračun sproveden je u skladu sa evropskim standardom EN 1998-1:2004 koji sadrži opšta pravila, seizmička dejstva i pravila za zgrade, i Pravilniku normativa za objekte visokogradnje u seizmičkim područjima.



Slika 2. Prikaz 3D proračunskog modela

Za EN model usvojena je srednja klasa duktilnosti objekta – DCM i na osnovu nje i pomenutog pravilnika dobijena je vrednost faktora ponašanja  $q = 3,9$ . Od ostalih ulaznih podataka, na osnovu vrste objekta i njegove lokacije usvojeni su kategorija tla B, kategorija značaja II i odnos  $a_g = 0,08g$ .

Za model po domaćim propisima ulazni podaci, na osnovu vrste objekta i njegove lokacije, usvojeni su kategorija tla II, kategorija značaja II i seizmička zona VIII.

### 2.5. Proračunske kontrole

Oba pravilnika nalažu da pre samog usvajanja konačnih dimenzija elemenata i količina armature, sprovedu kontrola normalnih napona. Kontrola se sprovodi na primarne seizmičke elemente: stubove, grede i zidna platna. Kontrola na stubove se sprovodi za seizmičke proračunske kombinacije, uključujući parcijalne koeficijente sigurnosti opterećenja, kao i za materijale - beton i čelik. Po Evrokod normama, za stubove projektovane u srednjoj klasi duktilnosti (DCM), vrednost ne sme biti veća od 0,65 “normalizovane aksijalne sile”. Prema domaćem pravilniku dozvoljena opterećenja ne prelazi vrednost od 35% čvrstoće betona.

Kontrola horizontalnih pomeranja, prema EN, se sprovodi na osnovu eksploatacionih uticaja, odnosno bez korišćenja parcijalnih koeficijenata sigurnosti. Pomeranja za svaku etažu posebno za eksploatacionu seizmičku kombinaciju opterećenja, propisujući dopuštenu vrednost od 5% visine jednog sprata. Domaći propisi zahtevaju da maksimalno horizontalno pomeranje neke tačke u najvišem nivou zgrade mora biti manje od 1/600 visine zgrade.

### 2.6. Dimenzionisanje

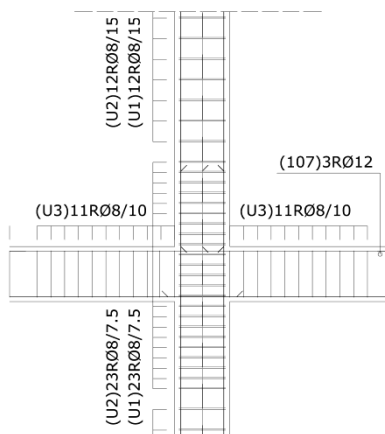
Armiranobetonski elementi se dimenzionišu prema graničnom stanju nosivosti, prema maksimalnim statičkim uticajima. Nosivosti na savijanje i smicanje su računati po odredbama evropskog pravilnika EN 1990: 2004 i domaćeg pravilnika BAB87.

Zaštitni slojevi betona do armature su usvojeni na osnovu pravila definisanih klasa izloženosti za pojedine elemente, prema pravilnicima EN i PBAB87.

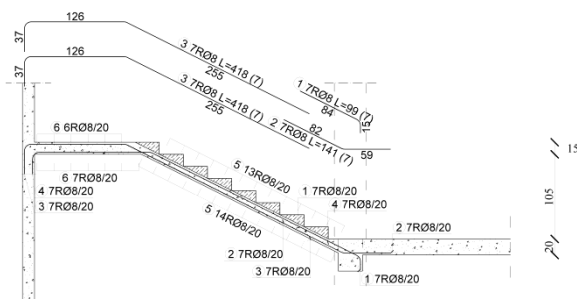
Od ploča dimenzionisane su temeljna ploča, ploča I sprata - tipska ploča. Za dimenzionisanje ramova izabrana su dva karakteristična - H\_1 i V\_2.

Pored ploča i ramova, izvršeno je i dimenzionisanje seizmičkog platna u sklopu rama H\_1, kao i tipsko stepenište, jedan podest i jedan stepenišni krak.

Na osnovu rezultata dobijenih dimenzionisanjem, usvojena je armatura i napravljeni planovi armiranja za sve gore navedene elemente u skladu sa pravilima armiranja prema evropskim i domaćim standardima.



Slika 3. Detalj plana armiranja čvora rama u H\_1 prema PBAB87



Slika 4. Plan armiranja stepeništa prema EN normama

### 3. POREĐENJE PROPISA

#### 3.1. Analiza opterećenja

Oba standarda predviđaju uvođenje 5 grupa opterećenja kojima je objekt izložen: stalno, korisno, sneg, vetar i seizmičko. Stalno opterećenje je identično, pošto se tematska analiza sprovodi na jednom objektu.

Korisno opterećenje potiče od namene objekta i predviđenog korišćenja u eksploataciji. U samim predloženim vrednostima nema većih razlika, već je glavna razlika u tome što EN korisno opterećenje deli u više kategorija i podkategorija, i dozvoljava umanjenja nekih vrednosti uz obrazloženje male verovatnoće delovanja opterećenja u punom iznosu.

Domaći propis na mnogo jednostavniji način definiše korisno opterećenje kao jednu vrstu opterećenja.

Vrednosti opterećenja vetrom, kao i proces određivanja opterećenja i način uticaja, se veoma razlikuje kod poređenih propisa. Kod oba propisa se prvo određuje udarni, odnosno aerodinamički pritisak vetra. Razlika osnovne proračunske vrednosti je ~20%.

Tabela 1. Poređenje pritiska vetra

Propisi	EN [kN/m <sup>2</sup> ]	SRPS [kN/m <sup>2</sup> ]
Osnovne vrednosti	0,440	0,352

Za opterećenje snegom, takođe, postoje razlike u određivanju intenziteta. EN daje veće uticaje od domaćih, ali zbog primetnih promena u globalnoj klimi, u odnosu na vreme nastanka domaćeg propisa, navodi nas da te vrednosti uticaja snega povećamo. Vrednosti intenziteta opterećenja od snega za EN i domaći model proračuna su jednake.

Kod seizmičke analize prema pomenutim propisima, glavnu razliku čini metoda za proračun. Domaći propisi predviđaju statički ekvivalentnu metodu za proračun seizmičkih sila, koja razmatra prvi ton oscilovanja. Nedostatak uključenosti ostalih tonova kompenzuje koncentracijom 15% ukupne seizmičke sile u nivou najviše tavanice, što dalje nije pogodno za objekte veće spratnosti. U opštem slučaju, evropski propisi predviđaju upotrebu multimodalne spektralne analize. Kako joj i sam naziv govori, ona uzima u obzir više tonova oscilovanja, zapravo svih svojstvenih.

U oba slučaja, pre seizmičkog proračuna, neophodno je izvršiti modalnu analizu, kako bi se odredile svojstvene vrednosti konstrukcije. Dobijeni rezultati su prikazani u Tabeli 2.

Tabela 2. Poređenje perioda oscilovanja konstrukcije

Ton oscilovanja	Period oscilovanja [s]	
	EN	SRPS
I	0,5694	0,5100
II	0,4960	0,4285
III	0,4111	0,3641

Na osnovu dobijenih vrednosti može se izvesti zaključak da su periodi oscilovanja nešto duži po evropskim standardima. Takvim rezultatima je doprinelo i to što je objekat po Evrokodu projektovan za srednju klasu duktilnosti - DCM.

#### 3.2. Modeliranje konstrukcije

Kod EN modela, prema propisima, smanjenja je savojna i torziona krutost kod grednih nosača, kao i savojne krutosti kod stubova i seizmičkih zidova, kako bi se uzela u obzir isprskalost poprečnog preseka., što za rezultat ima veća pomeranja i duže periode oscilovanja. Domaći propisi, na osnovu BAB 87, za proračunski model smanjenja je torziona krutosti kod greda.

#### 3.3. Statički proračun

Razlike u statičkom proračunu, pri kombinacijama merodavnim za dimenzionisanje, između modela upoređivanih propisa je u postojanju razlika u parcijalnim koeficijentima sigurnosti i realnijem kombinovanju opterećenja po EN u odnosu na domaće propise. Rezultati proračuna

konstrukcije prema evropskim standardima generalno daje manje momente savijanja i normalne sile. Dodatno utiče različitost u načinu proračuna seizmičkih sila, odnosno seizmičkog dejstva prema evropskim standardima.

### 3.4. Dimenzionisanje elemenata

Određivanje debljine zaštitnog sloja betona do armature se donekle razlikuje. Pravilnik BAB87 propisuje nešto manje vrednosti, osim za temeljnu ploču i grede. Usvojene vrednosti za potrebe uporedne analize, date su u narednoj tabeli.

Tabela 3. Poređenje debljina zaštitnih slojeva

Konstruktivni element	Zaštitni sloj [cm]	
	EN	PBAB87
temeljna ploča	3,5	4,0
međuspratna ploča	2,5	2,5
krovna ploča	2,5	2,5
greda	2,5	3,0
stub	3,0	3,0
zid	3,0	2,5

U krajnjoj komparaciji izdimenzionisanih istih tipskih elemenata konstrukcije, po EN i domaćem propisu, može se zaključiti da se proračunski potrebna armatura razlikuje u granicama 4-7%. Kod tipskih elemenata konstrukcije međuspratne ploče i grede proračunski potrebna armatura je veća prema domaćim propisima.

Za stubove, u oba slučaja, proračunom dobijena armatura je manja od propisane minimalne, prema uslovima oba standarda. Dalje, sa sigurnošću bi se moglo tvrditi da bi isti rezultat bio i za seizmičke zidove.

## 4. ZAKLJUČAK

U zaključku se rezimiraju i komentarišu prethodno dobijeni rezultati, kroz analizu sličnosti i razlika pri projektovanju prema oba standarda.

Po pitanju opterećenja nema bitnijih razlika, osim kod seizmičkog dejstva. Zbog različitih metoda proračuna dobijaju se različite vrednosti seizmičkih sila. U slučaju analiziranja objekata veće visine, dosta tačniji rezultati se dobijaju metodom koju preporučuje evropski standard.

Posmatrajući ukupan utrošak armature, nakon njenog usvajanja, primećuje se da je potrebna veća količina prema domaćem standardu. Razlog za to tome može biti donekle u činjenici što je prema Evrokodu predviđen čelik za armiranje sa boljim mehaničkim karakteristikama, i „jači“ koeficijenti sigurnosti prema domaćem propisu.

Uporednom analizom na ovom nivou, nije moguće doneti konačan zaključak koji od ova dva standarda je bolji. Bez obzira na navedene prednosti Evrokoda, nikako se ne može reći da su domaći standardi loši. U prilog tome govore brojni objekti visokogradnje, koji već decenijama odolevaju svim opterećenjima.

## 5. LITERATURA

- [1] Evrokod 0: Osnove proračuna konstrukcija Beograd, Februar 2006.
- [2] Evrokod 1: Dejstva na konstrukcije  
Deo 1-1: Zapreminske težine, sopstvena težina, korisna opterećenja na zgrade  
Deo 1-3: Dejstva snega  
Deo 1-4: Dejstva vetra  
Beograd, Novembar 2009.
- [3] Evrokod 2: Proračun betonskih konstrukcija  
Deo 1-1: Opšta pravila i pravila za zgrade  
Beograd, Februar 2006.
- [4] Evrokod 8: Proračun seizmički otpornih konstrukcija  
Deo 1-1: Opšta pravila, seizmička dejstva i pravila za zgrade  
Beograd, Novembar 2009.
- [5] Grupa autora, Beton i armirani beton prema BAB 87 Univerzitetska štampa, Beograd 2000.

**ИЗБОР ТИПА КОНСТРУКЦИЈЕ ТРАФОСТАНИЦА ПРИМЕНОМ  
ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКЕ ОПТИМИЗАЦИЈЕ****SELECTION OF TYPE OF STRUCTURAL CONSTRUCTION BY APPLICATION OF  
MULTICRITERIAL OPTIMIZATION**

Jovana Vulić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

**Kratka sadržaj** – U radu je razmatran problem izbora tipa konstrukcije trafostanice primenom metode višekriterijumske optimizacije. Metode višekriterijumske optimizacije koje su primenjene u ovom radu su: metoda kompromisnog programiranja i metoda višekriterijumskog kompromisnog rangiranja alternativnih rešenja.

**Abstract** – The subject of this paper is the selection of type of substation construction using the multi-criteria optimization method. The methods of multi-criteria optimization that have been applied in this paper are: Compromise Programming Method The method of multi-criteria compromise ranking of alternative solutions.

**Кljučне речи:** Montažna trafostanica, polumontažna-zidana trafostanica, višekriterijumska analiza

**1. UVOD**

Razvodno postrojenje ili trafostanica je deo sistema za proizvodnju, prenos i distribuciju električne energije. Razvodna postrojenja transformišu napon sa visokih vrednosti na niske i obrnuto, ili vrše bilo koju od nekoliko drugih važnih funkcija.

Razvodna postrojenja mogu biti u vlasništvu i pod upravom elektroenergetskog preduzeća, ili mogu biti u vlasništvu velikih industrijskih ili komercijalnih kupaca. Razvodna postrojenja su uglavnom bez nadzora, i oslanjaju se na SCADA sisteme za daljinski nadzor i upravljanje. Mogu posedovati transformatore za promenu naponskih nivoa između visokih napona u prenosnim mrežama i nižih napona u distributivnim mrežama ili za povezivanje dva različita prenosna napona.

**1.1. Predmet rada**

Predmet ovog rada jeste analiza različitih tipova trafostanica: montaznih armiranobetonskih trafostanica MBTS 35/10kV i polumontažnih-zidanih armiranobetonskih trafostanica 35/10kV, kao i izbor najpovoljnijeg načina izvođenja trafostanica 35/10kV, primenom različitih tehnologija od strane jednog izvođača radova.

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Milan Trivunić, red.prof.

**1.2. Cilj rada**

Cilj ovog master rada jeste izbor optimalne varijante armiranobetonske trafostanice 35/10kV, prema adekvatnom kriterijumu kojim će se predložene varijante vrednovati sa više različitih aspekata (očekivani troškovi izgradnje trafostanice 35/10kV, vreme izrade armiranobetonske trafostanice 35/10kV, održavanje armiranobetonske trafostanice 35/10kV i resursi). Konačan cilj ovog master rada je stvaranje dobre osnove za vođenje radova i upravljanje projektom, a kojim se postiže da se što preciznije odredi:

1. da li je isplativije graditi montažnu armiranobetonsku trafostanicu MBTS 35/10kV ili polumontažnu-zidanu armiranobetonsku trafostanicu 35/10kV;
2. koja vrsta trafostanice ima duži "rok trajanja" i
3. koju vrstu trafostanica je lakše održavati.

**2. IZGRADNJA TRAFOSTANICA****2.1. Montažne betonske trafostanice MBTS 35/10 kV**

Montažne armiranobetonske kućice trafostanice 35/10kV su modularnog tipa i montiraju se od armiranobetonskih prefabrikovanih elementa. Moguće ih je upotrebiti kao distributivne ili kao industrijske trafostanice za transformatore snage do 630 kV i nazivnog napona 20/10/0,4kV. Predviđene su za uklapanje visokonaponske i niskonaponske elektroopreme svih domaćih i stranih proizvođača.

**2.2. Polumontažne – zidane betonske trafostanice 35/10 kV**

Polumontažne – zidane armiranobetonske trafostanice 35/10kV su namenjene za prenos i distribuciju električne energije u naseljima, industrijskim objektima, gradilištima. Izvode se kao tipska rešenja na pojedinim distributivnim područjima ili prema projektnim rešenjima. Prema naponskom nivou mogu biti:

- TS 10/0,4 kV
- TS 20/0,4 kV
- TS 35/10 kV

Distributivne trafo stanice su tipskog karaktera smeštene u zidana kućišta, moguće tipske šeme:

- TS 10/0,4kV, snage 630kVA
- TS 10/0,4kV, snage 630kVA merenje na VN strani
- TS 10/0,4kV, snage 2 x 630kVA
- TS 10/0,4kV, snage 1000kVA EDB
- TS 10/0,4kV, snage 1000kVA merenje na VN strani

### 3. IZBOR OPTIMALNOG NAČINA IZGRADNJE TRAFOSTANICE

#### 3.1. Primeri optimizacije

U okviru ovog rada izvršeno je poređenje 4 varijante trafostanica: 2 montazne armiranobetonske trafostanice MBTS 35/10 kV koje se razlikuju prema veličini i 2 polumontažne-zidane armiranobetonske trafostanice 35/10kV.

- *Varijanta 1:* Montažna armiranobetonska trafostanica MBTS 35/10 kV, K.O.Kragujevac 1
- *Varijanta 2* - Montažna armiranobetonska trafostanica MBTS 35/10 kV, K.O.Zlatibor
- *Varijanta 3:* Polumontažna-zidana armiranobetonska trafostanica 35/10 kV, K.O.Kragujevac 1
- *Varijanta 4:* Polumontažna-zidana armiranobetonska trafostanica 35/10 kV, K.O.Zlatibor

#### 3.2. Kriterijumi optimizacije

U postupku vrednovanja i optimizacije uvrštena su četiri kriterijuma. Kriterijumi su tehničko-tehnološkog i ekonomsko-finansijskog karaktera. Definisani su sledeći kriterijumi optimizacije:

- Očekivani troškovi izrade trafostanica
- Vreme izrade trafostanice
- Održavanje trafostanica i
- Resursi.

Tabela 1: Rekapitulacija svih kriterijuma za izradu sva 4 tipa trafostanica

Vrsta trafostanice:	Trajanje izgradnje	Očekivani troškovi	Održavanje	Resursi
Montažna AB trafostanica MBTS 35/10 Iličevo, Kragujevac 1	108 dana	8.637.085 din	1	10 (5NK,5KV)
Montažna AB trafostanica MBTS 35/10, Zlatibor	110 dana	8.400.740 din	1	10 (5NK,5KV)
Polumontažna-zidana AB trafostanica 35/10 Iličevo, Kragujevac 1	127 dana	9.032.915 din	2	14 (7NK,7KV)
Polumontažna-zidana AB trafostanica 35/10, Zlatibor	129 dana	8.796.800 din	2	14 (7NK,7KV)

### 4. IZBOR OPTIMIZACIJE I IZBOR NAJPOVOLJNIJEG TIPRAFOSTANICE

#### 4.1. Metode optimizacije

Metode višekriterijumske optimizacije koje su primenjene u ovom radu su:

- Metoda kompromisnog programiranja i
- Metoda višekriterijumskog kompromisnog rangiranja alternativnih rešenja

#### 4.2. Optimizacija-postupak proračuna

$(f_i^+)$ -minimum fi

$(f_i^-)$ -maximum fi

$D_i = (f_i^+) - (f_i^-)$

Tabela 2: Ulazni podaci

Krit. fun/alter	A1	A2	A3	A4
f1	8.637.085	8.400.740	9.032.915	8.796.800
f2	108	110	127	129
f3	1	1	2	2
f4	10	10	14	14

$f_i^+$	$f_i^-$	$D_i$
8.400.740	9.032.915	-632.175
108	129	-21
1	2	-1
10	14	-4

Tabela 3: Pojedinačna rang lista formirana na osnovu ulaznih podataka iz tabele 2 u kojoj su date ocene od 1-4.

Krit. fun/alter	A1	A2	A3	A4
f1	2	1	4	3
f2	1	2	3	4
f3	1	2	3	4
f4	1	2	3	4

$$L_p(F^*, F) = \{\sum [f_i^+ - f_{i(x)}^-]^p\}^{1/p}$$

$$R'(F_{(x)}, p) = \sum [f_i^+ - f_{i(x)}^-]^p$$

Za  $p=1$ ,  $R'(F_{(x)}, p) = \sum [f_i^+ - f_{ij}] / D_i$ , rešenje je najbolje po svim kriterijumima posmatrano zajedno.

Tabela 4: Kompromisno programiranje

Alter. rešenja	A1	A2	A3	A4
$(f_i^+) - (f_{ij})$	-632.175	-395.790	-1.028.005	-791.890
	-21	-19	-1	0
	-1	0	0	0
	-4	-2	0	0
$(f_i^+) - (f_{ij}) / D_i$	1	0,6261	1,626	0,747
	1	0,905	0,048	0
	1	0	0	0
	1	0,705	1	2,5
$\sum (f_i^+) - (f_{ij}) / D_i$	4	2,2361	2,674	3,247
Redosled alter.rešenja	4	1	2	3

Tabela 5:

Za  $p=2$   $R'(F_{(x)}, p) = \sum [f_i^+ - f_{ij} / D_i]^2$ , rešenje je geometrijski najbliže idealnoj tački.

Alter. rešenja	A1	A2	A3	A4
$[(f_i^+) - (f_{ij}) / D_i]^2$	1	0,392	1,644	0,558
	1	0,819	0,002	0
	1	0	0	0
	1	0,497	1	6,25
$\sum [(f_i^+) - (f_{ij}) / D_i]^2$	4	2,181	2,646	6,808
Redosled alter.rešenja	3	1	2	4

Tabela 6:

$$p=\infty R_j = \max (f_i^+ - f_{ij}) / (f_i^+ - f_i^-)$$

$p=\infty$  Prioritet je dat kriterijum sa najvećim odstupanjem

Alter. rešenja	A1	A2	A3	A4
Max. ( $f_i^+$ )-( $f_{ij}$ )/ $D_i$	1	0,905	1,626	2,5
Redosled alter.rešenja	2	1	3	4

Konačna rang lista se određuje pomoću mere  $Q_j$

$$Q_j = v_1 (S_j - S^*) / (S' - S^*) + v_2 (R_j - R_j^*) / (R' - R^*)$$

( $S^+$ )-minimum  $S_j$

( $S'$ )-maximum  $S_j$

( $R^+$ )-minimum  $R_j$

( $R'$ )-maximum  $R_j$

$$D_s = (S) - (S^+); D_r = (R') - (R^+)$$

Tabela 7: Kompromisno rangiranje

$$\text{Za } p=1, S_j = \sum [(f_i^+ - f_i^-) / (f_i^+ - f_i^-)]$$

$$\text{Za } p=\infty, R_j = \max (f_i^+ - f_{ij}) / (f_i^+ - f_i^-)$$

$$S^* = \min S_j, R^* = \min R_j$$

$$Q_j = (S_j - S^*) / (S' - S^*) + (R_j - R_j^*) / (R' - R^*)$$

$$v_1 \text{ i } v_2; v_2 = 1 - v_1$$

Tabela 8:

Alter. rešenja	A1	A2	A3	A4	S+/R+	S-/R-	DS/DR
$S_j(p=1)$	2	1,531	1,674	2,747	1,531	2,747	1,216
$R_j(p=\infty)$	1	0,905	1,626	2	1	1,626	0,626
$(S_j - S^+) / DS$	0,386	0	0,118	1			
$(R_j - R^+) / DR$	0	0,152	1	1,597			
$Q_j(v=0,0)$	1	0,152	1	1,597			
$Q_j(v=0,33)$	0,129	0,101	0,699	1,387			
$Q_j(v=0,66)$	0,195	0,051	0,409	0,257			
$Q_j(v=1,0)$	1	0	0,118	1			
Redosled alternativnih rešenja							
$Q_j(v=0,0)$	2	1	4	3			
$Q_j(v=0,33)$	2	1	4	3			
$Q_j(v=0,66)$	2	1	4	3			
$Q_j(v=1,0)$	2	1	4	3			

#### 4.2.1. Različiti težinski koeficijent – Varijanta

$$e(f_i) = 1 / \ln \sum (d_{ij} / S_i) \ln (d_{ij} / S_i) \quad 1 \dots n$$

$$d_{ij} = (f_i^+ - f_{ij}) / D_i, \quad S_i = \sum d_{ij}$$

$$b_i = (1 - e(f_i)) / (n - E) \quad 1 \dots n, \quad E = \sum e_i(f_i)$$

$$a_i = w_i b_i / \sum w_i b_i \quad 1 \dots n$$

Tabela 9:

Alter. rešenja	A1	A2	A3	A4	S+/R+	S-/R-	DS/DR
$S_j(p=1)$	0,980	0,209	0,096	0,428	0,096	0,980	0,884
$R_j(p=\infty)$	0,408	0,106	0,096	0,228	0,096	0,408	0,312
$(S_j - S^+) / DS$	1,000	0,128	0,000	0,375			
$(R_j - R^+) / DR$	1,000	0,032	0,000	0,423			
$Q_j(v=0,0)$	1,000	0,032	0,423	0,743			
$Q_j(v=0,33)$	1,000	0,061	0,409	0,737			
$Q_j(v=0,66)$	1,000	0,089	0,394	0,730			
$Q_j(v=1,0)$	1,000	0,118	0,380	0,723			
Redosled alternativnih rešenja							
$Q_j(v=0,0)$	4	1	2	3			
$Q_j(v=0,33)$	4	1	2	3			
$Q_j(v=0,66)$	4	1	2	3			
$Q_j(v=1,0)$	4	1	2	3			

#### - Varijanta 2

$$e(f_i) = 1 / \ln \sum (d_{ij} / S_i) \ln (d_{ij} / S_i) \quad 1 \dots n$$

$$d_{ij} = (f_i^+ - f_{ij}) / D_i, \quad S_i = \sum d_{ij}$$

$$b_i = (1 - e(f_i)) / (n - E) \quad 1 \dots n, \quad E = \sum e_i(f_i)$$

$$a_i = w_i b_i / \sum w_i b_i \quad 1 \dots n$$

J=5-broj varijantnih rešenja, n=4 -broj kriterijuma

Izborom težinskih koeficijenata naglasak je dat kriterijumskim funkcijama: f1-Troškovi izgradnje trafostanice  
J=5-broj varijantnih rešenja, n=4-broj kriterijuma

Izborom težinskih koeficijenata naglasak je dat kriterijumskim funkcijama: f2-Potrebno vreme za izradu trafostanice

Tabela 10:

Alter. rešenja	A1	A2	A3	A4	S+/R+	S-/R-	DS/DR
Sj(p=1)	0,961	0,143	0,389	0,636	0,096	0,980	0,884
Rj(p=∞)	0,389	0,054	0,389	0,389	0,096	0,408	0,312
(Sj-S <sup>+</sup> )/DS	1,000	0,000	0,300	0,603			
(Rj-R <sup>+</sup> )/DR	1,000	0,000	1,000	1,000			
Qj(v=0,0)	1,000	0,000	1,000	1,000			
Qj(v=0,33)	1,000	0,000	0,790	0,881			
Qj(v=0,66)	1,000	0,000	0,580	0,762			
Qj(v=1,0)	1,000	0,000	0,370	0,643			
Redosled alternativnih rešenja							
Qj(v=0,0)	4	1	2	3			
Qj(v=0,33)	4	1	2	3			
Qj(v=0,66)	4	1	2	3			
Qj(v=1,0)	4	1	2	3			

### 4.3. Analiza dobijenih rezultata i izbor najpovoljnijeg tipa trafostanice

Tabela 11: Isti težinski koeficijenti –ANALIZA 1

	1	2	3	4
v1=0,00	A2	A3	A4	A1
v1=0,33	A2	A3	A4	A1
v1=0,66	A2	A3	A4	A1
v1=1,00	A2	A3	A4	A1

Tabela 12: Različiti težinski koeficijenti –ANALIZA 2

	1	2	3	4
v1=0,00	A2	A3	A4	A1
v1=0,33	A2	A3	A4	A1
v1=0,66	A2	A3	A4	A1
v1=1,00	A2	A3	A4	A1

Tabela 13: Isti težinski koeficijenti –ANALIZA 2

	1	2	3	4
v1=0,00	A2	A3	A4	A1
v1=0,33	A2	A3	A4	A1
v1=0,66	A2	A3	A4	A1
v1=1,00	A2	A3	A4	A1

## 5. ZAKLJUČAK

Predmet ovog rada je bila analiza različitih tipova trafostanica: 2 montažne armiranobetonske trafostanice MBTS 35/10 kV, na katastarskoj parceli broj 1485/1 K.O. Kragujevac 1, odnosno na katastarskoj parceli broj 1845/1 K.O. Zlatibor i 2 polumontažne - zidane armiranobetonske trafostanice, na katastarskoj parceli broj 1485/1 K.O. Kragujevac 1, odnosno na katastarskoj parceli broj 1845/1 K.O. Zlatibor. Varijantna rešenja su:

- **Varijanta 1** – Montažna armiranobetonska trafostanica MBTS 35/10kV, K.O.Kragujevac
- **Varijanta 2** - Montažna armiranobetonska trafostanica MBTS 35/10 kV, K.O.Zlatibor
- **Varijanta 3** – Polumontažna - zidana armiranobetonska trafostanica 35/10 kV, K.O.Kragujevac
- **Varijanta 4** – Polumontažna - zidana armiranobetonska trafostanica 35/10 kV, K.O.Zlatibor

Radi lakšeg izbora i pronalaženja optimalnog rešenja za trafostanicu, formiran je model sa kriterijumskim funkcijama. Optimizacija je rađena na bazi 4 kriterijumske funkcije:

- Troškovi izrade trafostanica
- Potrebno vreme za izradu trafostanice
- Održavanje trafostanice i
- Resursi.

Primenom metode višekriterijumske optimizacije, metode kompromisnog programiranja i kompromisnog rangiranja, dobijeni su izlazni rezultati i rang lista sa prikazom najpovoljnijeg rešenja trafostanice 35/10kV. Rangiranjem u postupku optimizacije, prema analizi u kojoj su svi kriterijumi tretirani ravnopravno, prednost se daje izradi montažne armiranobetonske trafostanice MBTS 35/10 kV, K.O. Zlatibor (*Varijanta 2*).

Analiza u kojoj je naglasak dat na kriterijumima efektivnosti izgradnje - vreme izgradnje i očekivani troškovi, kao najpovoljnije tj. optimalno rešenje takođe daje izgradnju montažne armiranobetonske trafostanice MBTS 35/10 kV, K.O. Zlatibor (*Varijanta 2*).

## 6. LITERATURA

- [1] Trivunić, M., Mr Matijević, Z. :“Tehnologija i organizacija građenja”- praktikum (treće izdanje), *Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, 2009.*
- [2] “Normativi i standardi rada u građevinarstvu- visokogradnja”, *Građevinska knjiga, Beograd, 2004.*
- [3] “Strukovno obrazovanje i osposobljavanje radnika u graditeljstvu”, *Građevinske konstrukcije, Zagreb, 2007.*
- [4] “Strukovno obrazovanje i osposobljavanje radnika u graditeljstvu”, *Tehnologija zidarskih radova, Zagreb, 2007.*

### Kratka biografija:



**Jovana Vulić**, rođena je u Užicu 27.02.1991. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Organizacija i tehnologija građenja odbranila je 2017. god.



**PROCENA STANJA, DOGRADNJA I SANACIJA PROIZVODNOG OBJEKTA U  
OPŠTINI KRUPANJ****ASSESSMENT, CONSTRUCTION AND REHABILITATION OF THE PRODUCTION  
OBJECT IN THE MUNICIPALITY OF KRUPANJ**

Pero Janjatović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

**Kratak sadržaj** – U radu je u kratkim crtama predstavljen „Evrokod 6“, zatim je izvršena procena stanja zidane konstrukcije proizvodnog objekta u opštini Krupanj. Na objektu su uočena mnogobrojna karakteristična oštećenja, za koja je bilo potrebno uraditi određene vrste tehničke sanacije. Osim sanacije oštećenih delova konstrukcije objekta, izvršena je nadogradnja i dogradnja postojećeg objekta. Pošto se radi o objektu u kome je bitno održavati propisanu temperaturu, urađen je i deo proračuna energetske efikasnosti, gde su sračunate potrebne debljine termoizolacije.

**Gljučne reči** – procena stanja, nadogradnja, oštećenja, sanacija, termoizolacioni materijali

**Abstract** – In this paper „Eurocode 6“ is presented and then the assessment of the production facility in Krupanj has been done. On this structure, many characteristic damages have been noticed, for which it had to be done certain measures of technical rehabilitation. Beside rehabilitation of damaged parts of the construction, upgrading of the same structure has been done. Since this structure has to have certain kind of temperature regime at all time, calculations of energy efficiency has been done, too, where needed depth of thermal insulation has been calculated.

**Keywords** – assesment, upgrading, damages, repairing, thermal insulation

**1 EVROKOD 6****1.1 Uvod**

Evrokod 6 je pravilnik koji se primenjuje za proračun zidanih zgrada i drugih građevinskih objekata. Odnosi se samo na zahteve u pogledu nosivosti, upotrebljivosti i trajnosti zidanih konstrukcija. Evrokod 6 se sastoji iz četiri dela (EN 1996 – 1-1, EN 1996 – 1-2, EN 1996 – 2, EN 1996 – 3). Deo Evrokoda 6, EN 1996-1-1, predstavlja generalnu osnovu za proračun zgrada i drugih građevinskih objekata izgrađenih od nearmiranih i armiranih zidova. Deo EN 1996-1-2, se bavi proračunom konstrukcija na dejstvo požara. Deo EN 1996-2, se bavi proračunskim razmatranjem, izborom materijala i izvođenjem zidova. Deo EN 1996-3, se bavi pojednostavljenim računskim metodama za nearmirane zidane konstrukcije.

**NAPOMENA:**

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

**1.2 Materijali za zidanje**

Propisane su vrste i tehnički uslovi materijala za zidanje, kojima su tačno definisane potrebne čvrstoće materijala, dimenzije, odnosi materijala od kojih se spravlja. Definisani su potrebni parametri koji se moraju ispuniti radi jednostavnije i lakše ugradnje i obrade samih materijala.

**1.3 Mehanička svojstva zida**

Pri projektovanju se ne koriste mehaničke karakteristike materijala od kojih je zid sačinjen, već se eksperimentalnim putem određuju njegova mehanička svojstva. Najvažnija mehanička svojstva su: čvrstoća pri pritisku, smicanju, savijanju, modul elastičnosti E, modul smicanja G, zavisnost napon – dilatacija ( $\sigma - \epsilon$ ).

**1.4 Analiza konstrukcije**

Proračunski model konstrukcije mora biti usvojen na osnovu analize okruženja, materijala od kojih će biti sagrađen, dobrog sagledavanja konstruktivnog sistema. Pored toga vrlo je važno pretpostaviti moguće ponašanje cele konstrukcije i uticaj dejstava, kao i način na koji su aplicirana.

**1.5 Osnove proračuna prema graničnim stanjima**

Proračun zidanih konstrukcija mora biti u skladu sa opštim pravilima koji podrazumevaju proračun prema graničnim stanjima u kombinaciji sa metodom parcijalnih koeficijenata sigurnosti. Granična stanja nosivosti i upotrebljivosti je neophodno razmatrati za sve aspekte konstrukcije, uključujući i pomoćne komponente u zidu. U analizi i proračunu je neophodno razmatrati sve projektne situacije, kako u eksploataciji, tako i u fazi gradnje.

**2 PREGLED I PROCENA STANJA OBJEKTA****2.1 Uvod**

Za objekat koji se nalazi u mestu Kostajnik, opština Krupanj, izvršena je procena stanja konstrukcije, na osnovu čega će se dati predlozi sanacije, adaptacije, rekonstrukcije i nadogradnje zbog promene namene objekta. Objekat je izgrađen 1960. godine, do pre 15- tak godina služio je za sušenje šljiva i od tada nije u funkciji, pa su zbog neodržavanja nastala razna oštećenja.

**2.2 Lokacija**

Proizvodni objekat se nalazi u selu Kostajnik, opština Krupanj, Zapadni deo Republike Srbije, poznat kao Rađevina. Smešten je pored Kostajničke reke (potoka) i lokalnog puta koji spaja Krupanj sa Loznicom. Lokacija se nalazi u II klimatskoj zoni, sa stepenom seizmičnosti od 8<sup>0</sup> MKS.

### 2.3 Osnovni podaci o objektu

Objekat je prizeman, pravilnog pravougaonog oblika dimenzija u osnovi 9 x 28 m, sa dvovodnim krovom, nagiba 30°, tipa dvostruka vešaljka, koja se oslanja na podužne zidove objekta.

Unutar objekta se nalazi tunelska komora i naknadno dozidana prostorija koja je služila kao kancelarija. Postoje dva bočna ulaza i jedan prednji.

Osvetljenost objekta je delimično obezbeđena pomoću prozorskih otvora.

### 2.4 Konstruktivni sistem i ugrađeni materijali

Konstruktivni sistem objekta je masivni, čine ga samo spoljašnji zidovi od pune opeke starog formata debljine 30 cm, povezani samo horizontalnim serklažom debljine 20 cm.

Temeljenje je obezbeđeno zidanjem temeljnih traka od kamena, širine 40 cm i dubine 80 cm. Nadvratne i nadprozorne grede su AB visine 20 cm. Podna ploča je plivajuća, debljine 8cm od nearmiranog betona. Objekat nema međuspratnu konstrukciju.

Krov je dvovodni, konstruktivnog tipa – dvostruka vešaljka i oslonjen je na podužne zidove. Izrađen je od tesane građe, sa razmakom vezača oko 4 m i razmakom između rogova od 80 cm.

Krovni pokrivač je „mediteran“ crep. Ispod krovnog pokrivača nije postavljena hidroizolacija.

### 2.5 Vizuelni pregled konstrukcije – registrovanje oštećenja

Vizuelni pregled konstrukcije objekta i delova objekta unutar objekta je detaljno urađen za svaki deo konstrukcije, sem krovne konstrukcije koja je pregledana sa zemlje, zbog nemogućnosti prilaza.

Na osnovu vizuelnog pregleda spoljašnjih zidova objekta, uočena su karakteristična oštećenja u vidu otpadanja i krunjenja slojeva maltera, kako na spoljašnjim, tako i na unutrašnjim stranama zidnih ravni.

Uočena oštećenja su najviše izražena u donjim i gornjim delovima zidne ravni, kao i na uglovima objekta. U donjim delovima zidnih ravni i na uglovima objekta su registrovana oštećenja u vidu krunjenja i otpadanja delova opeke.



Slika 1 - Izgled donjeg spoljašnjeg dela zida, otpadanje i krunjenje maltera, ogoljene opeke, tragovi soli, promena boje na fasadi



Slika 2. Oštećen malter u donjem delu zida i otpadanje delova opeka. Ljuspanje fasade i promena boje

Na nekoliko lokaliteta su primećena i mehanička oštećenja sloja maltera, kao i samih opeka. Na podužnim zidovima su registrovane dve vertikalne pukotine, koje se protežu celom debljinom zida i kreću se od vrha zida prema naniže. Na pojedinim delovima zidnih ravni je primećeno prisustvo biološke korozije.



Slika 3. Otpadanje maltera, biološka korozija, pomeren crep

Pregledom Tunelskog dela objekta, registrovana su mehanička oštećenja malterskog sloja i opeke, kao i ljuštenje i krunjenje završne obrade zidne ravni i maltera. Oštećenja u vidu krunjenja maltera su uglavnom locirana u donjim delovima zidnih ravni. Oštećenja uočena na krovnoj konstrukciji su u vidu vitoperenja elemenata konstrukcije, iscvetavanja soli, pojave pukotina, sivila. Građa je izrađena tesanjem, što dovodi do pojave nepravilnih geometrijskih karakteristika nosača. Jedna od zatega krovnog vezača je skroz istrulila, pa je na tom mestu došlo do malog razmicanja krovne ravni.



Slika 4. Gubitak zatege, potpuno truljenje, lom, krov prokišnjava, tragovi buđi na letvama i rogovima. Tragovi pokušaja sanacije zatege – improvizacija

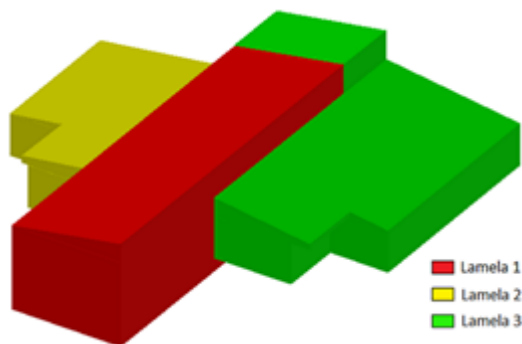
## 2.6 Analiza rezultata vizuelnog pregleda

Glavni uzroci nastanka uočenih oštećenja su nepostojanje horizontalne hidroizolacije, dejstvo mraza, a zatim i izbor maltera neadekvatnih karakteristika i nekontrolisanog postupka pravljenja prilikom ugrađivanja. Zbog nepostojanja horizontalne hidroizolacije, velika količina vlage usled povišenog nivoa podzemnih voda i konstantnog slivanja niz teren prema objektu i zadržavanja vode uz objekat, prilikom atmosferskih padavina, a i zbog nepostojanja barijera i sistema za odvođenje atmosverilija od objekta, dospeva u zidove kapilarnim putem.

## 3 NADOGRAĐNJA OBJEKTA

### 3.1 Tehnički opis

Objekat je proizvodnog karaktera, predviđena je prerada poluproizvoda od sušenog voća, tj. pakovanje sušenog voća, čokoladiranje sušenog voća, pakovanje i kratkotrajno skladištenje gotovih proizvoda. Da bi zadovoljili potrebe predviđene proizvodnje potrebno je obezbediti oko 260 m<sup>2</sup> proizvodnog prostora, 100 m<sup>2</sup> skladištenog prostora za poluproizvode, 100 m<sup>2</sup> skladištenog prostora za gotove proizvode i oko 80 m<sup>2</sup> skladištenog prostora za ambalažu. Pored prostora za proizvodnju, potrebno je obezbediti i prateće prostorije (kancelarijski prostor, sanitarni čvor, kuhinja, spavaonica, prilazne rampe). Samo projektovanje „novog objekta“ vršiće se prema Pravilniku o sanitarno – higijenskim uslovima za objekte u kojima se obavlja proizvodnja i promet životnih namirnica. Novoprojektovani objekat se sastoji iz tri lamele, međusobno povezane. Lamela 1 je postojeći objekat sa nadograđenim spratom gde je smešten proizvodni pogon i prateće prostorije, dok su lamele 2 i 3 predviđene za skladišteni prostor.



Slika 5. Prikaz međusobnog položaja lamela objekta

### 3.2 Analiza opterećenja

Prema projektnim uslovima i lokaciji objekta sračunate su vrednosti opterećenja koja će tokom eksploatacionog veka delovati na konstrukciju, a to su: stalno opterećenje, korisno opterećenje, sneg, uticaji vetra i seizmičko opterećenje.

### 3.3 Modeliranje konstrukcije

Modeliranje konstrukcije je izvršeno u programu „Tower 7“, koji nam omogućava modeliranje konstrukcije, proračun statičkih uticaja i dimenzionisanje elemenata konstrukcije. Elementi konstrukcije postojećeg objekta su modelirani prema dimenzijama izmerenim prilikom pregleda konstrukcije, dok su dimenzije elemenata nadograđenog dela objekta pretpostavljene na osnovu nekih od pravila projektovanja.

## 3.4 Modeliranje opterećenja

Modeliranje opterećenja koja nisu od stalnog delovanja konstrukcije je urađeno pomoću programskih alata za nanošenje opterećenja, dok stalna opterećenja od konstrukcije program sam generiše na osnovu zadatog tipa materijala i njegovih fizičkih karakteristika.

### 3.5 Statički proračun

Statički proračun je izvršen prema linearnoj teoriji I reda. U okviru statičkog proračuna su urađene proračunske kontrole, koje obuhvataju kontrolu napona u tlu, kontrolu pomeranja vrha objekta, kontrolu normalnih napona u stubovima, kontrolu glavnih zatežućih napona u zidovima. Proračunske kontrole su bitne, pošto na osnovu njih znamo jesmo li dobro pretpostavili dimenzije poprečnih preseka elemenata konstrukcije i sam raspored elemenata u konstrukciji.

### 3.6 Dimenzionisanje

Dimenzionisanje svih elemenata od armiranog betona je urađeno prema važećem pravilniku za beton i armirani beton (PBAB '87). Dimenzionisanje čeličnih elemenata krovne konstrukcije je izvršeno prema dopuštenim naponima. Za sve armirano betonske elemente je usvojena marka betona MB30 i rebrasti čelik RA 400/500. Armiranje elemenata je vršeno prema liniji zatežućih sila.

## 4 SANACIJA UOČENIH OŠTEĆENJA

Zbog sprečavanja smanjenja nosivosti i stabilnosti konstrukcije, produžetka trajnosti konstrukcije i ostvarenja ekonomične upotrebljivosti objekta, potrebno je uraditi sledeće tehničke sanacije objekta. Sprečavanje kapilarnog penjanja vlage u zidovima (primeniti metodu presecanja zidne ravni – HIO- metoda), zamena trošnog maltera, zamena oštećenih opeka, podbetoniranje temeljnih traka, sanacija vertikalnih pukotina.

## 5 UKLANJANJE DELOVA OBJEKTA ZBOG PRENAMENE OBJEKTA

Zbog promene namene objekta potrebno je ukloniti delove objekta unutar objekta (tunelsku komoru i kancelariju), plivajući pod i krovnu konstrukciju.

## 6 HRONOLOŠKI REDOSLED IZVOĐENJA RADOVA NA OBJEKTU

Zbog jednostavnijeg uvida u sam tok izvođenja radova na objektu vezanih za sanaciju postojećeg objekta, kao i za nadogradnju i dogradnju novih lamela, dat je sažet redosled izvođenja potrebnih građevinsko- sanacionih radova.

## 7 ODREĐIVANJE POTREBNE DEBLJINE TERMOIZOLACIONIH MATERIJALA

Zbog uštede energije prilikom zagrevanja i hlađenja prostora, izvršena je provera toplotne provodljivosti elemenata konstrukcije koji dele grejan prostor od negrejanog. Na osnovu pravilnika o energetskej efikasnosti, usvojene su potrebne debljine izolacionih materijala, kako bi se na što efikasniji način održala potrebna temperatura unutar objekta.

## 8 LITERATURA

- [1] Evrokod 6, EN 1996-1-1:2005
- [2] Zbornik radova: Evropska regulativa iz oblasti elemenata od gline i kalcijum silikata u zidanim konstrukcijama – Evrokod 6 i prateći standardi
- [3] Zbornik radova: Evrokod 6 – 3 deo – uprošćena pravila za proračun zidanih konstrukcija
- [4] Malešev M., Radonjanin V.: Oštećenja i sanacija zidanih konstrukcija, Skripta sa predavanja, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- [5] Grupa autora: Beton i armirani beton prema BAB 87, tom 1 - Priručnik, tom 2 - Prilozi, Univerzitetska štampa, Beograd, 1995.
- [6] Buđevac D.: Metalne konstrukcije u zgradarstvu, Građevinska knjiga, Beograd, 2000.
- [7] ("Sl. glasnik RS", br. 61/2011) : Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada
- [8] Rešenja i proizvodi Rolomatik: [www.rolomatik.com](http://www.rolomatik.com)
- [9] Rešenja i proizvodi: [www.velux.rs](http://www.velux.rs)

### Kratka biografija:



**Pero Janjatović** rođen je u Bosanskoj Gradišci 1992. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – Konstrukcije odbranio je 2017.god.

**IZBOR OPTIMALNE TEHNOLOGIJE I ORGANIZACIJE IZMULJENJA KANALA  
BEGEJ****THE CHOICE OF THE OPTIMAL TECHNOLOGY AND ORGANIZATION OF SLUDGE  
REMOVAL IN BEGEJ CHANNEL**

Jelena Milošević, Vladimir Mučenski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – TEHNOLOGIJA I ORGANIZACIJA  
GRADENJA**

**Kratak sadržaj** – Predmet ovog rada je planiranje i organizovanje izmuljenja Kanala Begej, tj. njegovog dela u Republici Srbiji. Ovo podrazumeva planiranje procesa izmuljenja Kanala, izbor odgovarajuće mehanizacije i broja mašina, kao i analizu vremena i cena potrebnih za izvršenje radova.

**Abstract** – This thesis describes planning and organization of sludge removal in Begej Channel, on the territory of Republic of Serbia. This involves planning soaking process, choosing the appropriate mechanization and number of machines, as well as analyzing necessary time and price.

**Ključne reči:** Tehnologija i organizacija građenja, Kanal Begej

**1. UVOD**

U prošlosti je Kanal Begej predstavljao važan plovni put, ali je 1958. godine bio zatvoren za plovidbu iz političkih razloga, što je dovelo do značajnog pogoršanja stanja životne sredine, naročito kada je reč o kvalitetu vode.

Zagađenje vode i sedimenta u Kanalu je najvećim delom posledica ispuštanja neprerađenih otpadnih voda, kako u Srbiji tako i u Rumuniji.

Cilj je vraćanje Kanala u prvobitno stanje, uklanjanje kontaminiranog nanosa, popravka hidrotehničkih objekata na Kanalu i ostvarivanje uslova za plovidbu.

**2. POSTOJEĆE STANJE KANALA**

Trenutno su voda i sediment u Kanalu su zagađeni, što je najvećim delom posledica naglog razvoja industrije i poljoprivrede u rumunskom delu Banata.

Postoji znatan zaostatak u održavanju objekata na Kanalu. Potrebne su popravke delova brodskih prevodnica, kao i mostova, pristaništa, utovarnih stanica...

Treba izvršiti uklanjanje vegetacije duž Kanala, a potrebno je postaviti i osvetljenje radi obezbeđenja bezbedne plovidbe.

**NAPOMENA:**

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

**3. REVITALIZACIJA KANALA**

Revitalizacija podrazumeva sve radove koje je potrebno izvršiti u cilju dovođenja Kanala i pratećih objekata u funkciju.

Najvažniji su radovi na izmuljenju Kanala i sanaciji kosina. Primarni cilj je uklanjanje kontaminiranog mulja sa dna Kanala radi obezbeđenja uslova zdrave životne sredine. Drugi cilj je da se novim profilom Kanala omogući slobodan i bezbedan prolaz brodova (transportnog kapaciteta do 500 tona).

Prethodno je određena zapremina izmuljenja za svaku deonicu Kanala. Do ovih podataka se došlo izračunavanjem razlike između originalnog poprečnog preseka Kanala Begej u Rumuniji i konačnog plovnog poprečnog profila za Begej. Ukupna zapremina mulja koji treba odstraniti iz Kanala iznosi 442 715,96 m<sup>3</sup> [1].

**4. MEHANIZACIJA**

Na osnovu podataka dobijenih računanjem praktičnog učinka i cene časa rada mehanizacije, za izvršenje radova na izmuljenju Kanala usvojene su sledeće mašine:

- za obradu kosina Kanala korišće se hidraulični bageri – New Holland E215B,
- za izmuljenje dna Kanala korišće se bager refuler sa frezom – IHC B300.

**Hidraulični bager**

Prednost rada ovih bagera ogleda se u njihovoj fleksibilnosti zbog moguće obrade dna i kosina Kanala iz iste pozicije, sa plovila. Ukoliko je potrebno, što često jeste slučaj, moguće je napuštanje pontona i izlazak na teren radi obrade elemenata Kanala koji su nepristupačni sa pontona. Rad hidrauličnog bagera vrši se u kombinaciji sa senkerom ili šlepom, tj. sa baržom koja omogućava transport iskopanog materijala na predviđenu lokaciju deponovanja. Ova kombinacija odgovara uslovima rada na terenu i za lokacije kasete koje su u određenim slučajevima udaljene od lokacije izmuljenja za 10 km [2].

**Bager refuler sa frezom**

Produktivnost ovih bagera je nekoliko puta veća od plovnog i hidrauličnog bagera, te je zato njihovo korišćenje ekonomski isplativije. Ovim bagerom iskopani materijal može da se prepumpava direktno na deponiju. Malim bagerom može se zahvatati nanos na udaljenosti do 4 km (bez pomoćnih pumpi), a korišćenjem pomoćnih pumpi povećava se razdaljina zahvatanja. Kada se iskopavanje vrši ovim bagerom, u svaka 3 – 4 m<sup>3</sup> iskopanog materijala

nalazi se 1 m<sup>3</sup> zemlje jer se mulj meša sa vodom tokom procesa refuliranja u odnosu 1:4. Prilikom određivanja dimenzija deponije potrebno je uzeti u obzir i ove relativno velike količine dodatne vode [2].

## 5. TEHNOLOGIJA IZVOĐENJA RADOVA

Cilj radova je uklanjanje kontaminiranog mulja sa dna Kanala radi obezbeđenja uslova zdrave životne sredine, kao i obezbeđenje uslova za plovidbu brodova (kapaciteta do 500 tona).

Mora se definisati strategija izmuljenja koja predstavlja najefikasniju kombinaciju raspoloživih ili novih materijala sa fizičkom i geografskom situacijom u i oko Kanala.

Kada se iskopavanje vrši bagerom refulerom sa frezom u svaka 3 m<sup>3</sup> iskopanog materijala se nalazi 1 m<sup>3</sup> zemlje (neto) jer se mulj meša sa vodom tokom procesa refulisanja. Refulisani materijal se cevovodom transportuje direktno do kasete predviđene da primi suspenziju čvrste materije i vode, pri čemu se mulj iz suspenzije taloži u kaseti, a na najudaljenijem kraju se nalazi preliv za povraćaj vode u recipijent.

Visina zida kasete, kao i dubina kasete, varira od deponije do deponije u zavisnosti od bagerovanog i refulisanog materijala iz Kanala na toj deonici. Višak vode iz kasete se pomoću cevi prečnika 300 mm izliva u Kanal.

Ukupna zapremina deponija je 13,30 ha, što se ocenjuje kao dovoljno za deponovanje količine iskopanog materijala.

### 5.1. Organizacija radova

Na početku analize mogućih varijanti mehanizacije koja će se koristiti za izmuljenje ceo Kanal je podeljen na dve ili tri pozicije, na kojima se i za obale i za dno Kanala koriste iste mašine. Ovo je urađeno zbog velikih varijacija količina izmuljenja na deonicama. Korišćeni su hidraulični bageri, plovni bageri i bageri refuleri na određenim pozicijama. I pored paralelizacije radovi traju izuzetno dugo, što je najvećim delom posledica upotrebe plovnog bagera, koji ima izuzetno mali praktični učinak u odnosu na bager refuler i hidraulični bager, ove varijante su odbačene. Naravno, treba uzeti u obzir i činjenicu da mašine na jednoj poziciji rade istovremeno i na izmuljenju obala i dna Kanala.

Na sličan način (Kanal je podeljen na dve pozicije) su analizirane i varijante bez paralelizacije radova i sa upotrebom hidrauličnih bagera i bagera refulera na određenim pozicijama. Kod pojedinih varijanti radovi ne traju predugo, ali nije praktično koristiti iste mašine i za obale i za dno Kanala, zbog ograničenja u radu mašina koje nameću uslovi na terenu.

Analizirane su i varijante kada je Kanal podeljen na tri dela (pozicije) – levu obalu, desnu obalu i dno Kanala. Urađena je analiza i za slučaj bez paralelizacije radova i za slučaj sa paralelizacijom. Zbog kraćeg izvođenja radova usvojena je varijanta sa paralelizacijom radova.

Za radove na obalama usvojeno je da se koriste hidraulični bageri, a za dno Kanala bager refuler.

Nakon analize različitih kombinacija, kao najpovoljnija usvaja se varijanta koja podrazumeva upotrebu po četiri

hidraulična bagera na obalama i jednog bagera refulera na dnu Kanala, što je prikazano u tabeli 1.

Tabela 1. *Varijante korišćenja mehanizacije na Kanalu*

Varijanta	Mehanizacija	Vreme (meseci)	Troškovi (din)
1.	Po 2 hidraulična bagera i 1 bager refuler	12,50	215 700 805
2.	Po 4 hidraulična bagera i 1 bager refuler	6,25	215 700 805
3.	Po 6 hidrauličnih bagera i 1 bager refuler	4,17	215 700 805

## 6. ANALIZA VREMENA I CENA IZVOĐENJA RADOVA

### 6.1. Gantogram

Upotrebom programa „Microsoft Project 2013“ dobijen je gantogram radova. Gantogram je dinamički plan u kome su prikazane sve aktivnosti. On pokazuje datume početka i završetka svake aktivnosti, kao i ukupnu sliku odvijanja radova u toku vremena i omogućava uvid u projektovanu paralelizaciju radova. Gantogram omogućava kontrolu količine izvedenih radova i utrošak resursa.

Analiza različitih kombinacija izmuljenja je obavljena pravljenjem gantograma za svaku od mogućih varijanti. Ova analiza podrazumeva upoređivanje potrebnog vremena i cena za završetak predviđenih radova na Kanalu za različite kombinacije izmuljenja. Ukupno je analizirano 16 kombinacija izmuljenja.

Varijante koje podrazumevaju odsustvo paralelizacije radova i upotrebu plovnih bagera su odbačene zbog dugotrajnog izvođenja radova.

Varijante deljenja Kanala na deonice gde bi se koristila samo po jedna vrsta mašina (zbog velike neujednačenosti neophodnih količina izmuljenja) je takođe odbačena, zbog konfiguracije terena i nemogućnosti mašina da rade na određenim delovima Kanala.

Kao najbolja usvojena je varijanta u kojoj se izmuljenje vrši u tri dela, sa paralelizacijom radova. Prvi deo predstavlja izmuljenje leve obale, drugi deo izmuljenje desne obale, a treći deo predstavlja izmuljenje dna Kanala. Sva tri dela počinju istovremeno.

Predviđeno je da se izmuljenje leve i desne obale izvrši pomoću hidrauličnih bagera na pontonu, za šta je usvojeno po četiri hidraulična bagera za obe obale. Ako postoji potreba i mogućnosti, hidraulični bageri mogu raditi i sa obale ili sa nasipa.

Dno Kanala će se izmuljivati pomoću bagera refulera, što će se izvršiti brže od radova na obalama, zbog dosta većeg učinka ove mašine u odnosu na hidraulične bagere. Iz ovog razloga je usvojen samo jedan bager refuler za ceo Kanal.

Kao dan početka radova usvojen je 01.03.2018. godine, a kraj radova je predviđen za 30.08.2018. godine. Usvojeno je da se radi šest radnih dana u nedelji, sa dvanaestočasovnim radnim vremenom. Radovi se neće vršiti u zimskim mesecima (od decembra do marta).

## 6.2. Resursi

Svakoj deonici pridružena je mehanizacija koja je potrebna za obavljanje radova na izmuljenju. Usvojen je broj mašina koji je potreban za svaku deonicu, kao i za ceo projekat, što je prikazano u tabeli 2.

Tabela 2. Potrebna broj mašina za izmuljenje celog kanala

Mašina	Broj komada
Hidraulični bager	8
Bager refuler sa frezom	1

## 7. ODLAGANJE IZMULJENOG MATERIJALA

Iskopani kontaminirani mulj se ne može razastirati po okolini jer će zagaditi zemljište i rizičan je po zdravlje ljudi i životinja. Prečišćavanje mulja je skup i težak proces, te je najbolje rešenje formiranje izolovanih deponija.

### 7.1. Lokacije za deponovanje materijala

Lokacije su grupisane u šest zona ukupne površine 190 ha. Najveći deo kontaminiranog mulja je lociran u gornjem pojasu Kanala, pa se tamo nalazi i najveća površina za prihvatanje mulja. Na ovaj način smanjuju se transportni troškovi.

Postoje četiri potencijalne lokacije za deponije na teritoriji opštine Žitište:

1. parcela 10834 je površine 4,73 ha i u vlasništvu je JVP „Vode Vojvodine“,
2. parcela 7572 je površine 4,20 ha i u vlasništvu je opštine Žitište,
3. parcela 8731/1 je površine 3,64 ha i u vlasništvu je Mesne zajednice Srpski Itebej,
4. parcela 8731/2 je površine 1,03 ha i u vlasništvu je Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije.

### 7.2. Objekti za odlaganje mulja

Objekti za odlaganje su konstrukcije za skladištenje refulisanog materijala, koji služe da se uticaj na ljudsko zdravlje i životnu sredinu svede na minimum.

Prilikom odabira situacije potrebno je razmotriti sledeće karakteristike: osobine zemljišta, nivo i tok podzemnih voda, meteorološke karakteristike i vizuelni aspekt.

Sve potencijalne lokacije su birane na osnovu niske vrednosti korišćenja zemljišta. To je neplodno zemljište, pa se izgradnjom objekata za odlaganje neće negativno uticati na ekologiju ispod gornjeg sloja.

Objekat za odlaganje izgleda kao brežuljkasti element u ravnom prostoru, gde vegetacija postavljena sa donje ili gornje strane može da stopi konstrukciju u okolni pejzaž.

Na osnovu karakteristika podtla, mogu se razlikovati dva tipa objekata:

1. Objekat za odlaganje mulja na prirodno glinovitom sloju (bez obloge)

Glina – ilovača je veoma dobar vodonepropustan materijal koji garantuje prirodnu izolaciju i sprečava procurivanje kontaminirane vode u podzemne vode. Ista glina se može koristiti i kao pokrivač deponije.

2. Objekat za odlaganje mulja sa veštačkim odlaganjem

Ukoliko ne postoji prirodna izolacija sa glinom, jedno od alternativnih rešenja je postavljanje veštačkog izolacionog sloja po dnu objekta za odlaganje da bi se sprečila infiltracija atmosfere vode u podtlo ispod objekta. Ovakav objekat je viši i dosta skuplji od objekta na prirodnom glinovitom tlu, te se preporučuje da se povećanje kapaciteta skladištenja postiže povećanjem visine skladišnog objekta.

Preko veštačke obloge mora da se postavi sloj peska ili drugog propusnog materijala debljine 30 – 50 cm za dreniranje, da bi se smanjio pritisak vode. Zatim se postavljaju cevi za odvodnjavanje u koje se skuplja suvišna voda, koja se zatim ispumpava i odvodi ili preko postrojenja za prečišćavanje ili direktno u Kanal Begej.

Objekat za odlaganje deponovanog mulja može da bude prekriven čistom prirodnom zemljom, ali se mogu koristiti i HDPE obloge.

Preporučuje se oprez jer postoji mogućnost stvaranja gasova unutar objekta koji će se akumulirati ispod gornje obloge. To znači da uvek postoji rizik od oštećenja podloge objekta.

Drugi nedostatak je što je mnogo teže otkriti procurivanje u gornjem sloju

## 8. ZAKLJUČAK

Trenutno su voda i sediment u Kanalu Begej zagađeni. Radi postizanja zadovoljavajućeg kvaliteta vode, omogućavanja plovidbe, obezbeđenja dovoljne količine vode za svabdevanje svih potrošača i očuvanje zdrave životne sredine neophodno je izvršiti radove na izmuljenju Kanala.

U ovom radu je urađeno detaljno planiranje toka izmuljenja Kanala kroz dinamički plan, pomoću gantograma.

Izrada gantograma, sa svim potrebnim podacima, urađena je primenom programa „Microsoft Project 2013“. Usvojena je šestodnevna radna nedelja sa dvanaestočasovnim radnim vremenom. Kao dan početka radova usvojen je 01.03.2018. godine, a kraj radova je predviđen za 30.08.2018. godine.

Izvođačka firma obezbedila je radnu snagu, kao i mehanizaciju. Deo mehanizacije izvođačka firma poseduje, a one mašine koje ne poseduje je dužna da nabavi.

Usvojena je odgovarajuća mehanizacija koja je potrebna da se izvrše radovi, kao i broj mašina koji je potreban za ceo projekat.

Priloženom organizacijom rada postiže se da revitalizacija Kanala bude izvedena kvalitetno i završena u što kraćem roku.

## 9. LITERATURA

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

### Kratka biografija:



**Jelena Milošević** rođena je u Sarajevu 1990 godine. Diplomirala je na građevinskom odseku Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu 2015 godine, na smeru hidrotehnika. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva – Tehnologija i organizacija građenja odbranila je 2017. godine.



**PROBLEMATIKA IZGRADNJE STAMBENO-POSLOVNIH OBJEKATA U SKUČENIM GRADSKIM USLOVIMA****CONSTRUCTION ISSUES OF RESIDENTIAL AREAS AND COMMERCIAL BUILDINGS IN CROWDED CITY CONDITIONS**Branko Mišić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

**Kratak sadržaj** – U radu je prikazana problematika izgradnje stambeno-poslovnih objekata u skučenim gradskim uslovima.

**Abstract** – This paper presents a Construction issues of residential areas and commercial buildings in crowded city conditions.

**Ključne reči:** *Dinamika gradnje, Građevinska mehanizacija, Lokacija, Gabariti objekta, Finansije, Učinak.*

**1. UVOD**

Predmet ovog rada je dinamika građenja, u smislu vremena, u skučenim prostorima i analiza izbora optimalne građevinske mehanizacije u cilju optimizacije cijelog projekta. Za analizu uzimamo stambeno poslovni objekat koji se nalazi u ulici Pap Pavla broj 22 u Novom Sadu, Republika Srbija, gabarita Su+P+3+Pk.

**2. TEHNIČKI OPIS USLOVA GRAĐENJA**

Objekat je projektovan na osnovu Urbanističko tehničkih uslova 38298/2002, koje je izdao JP „URBANIZAM“ Zavod za urbanizam od 04.10.2002. godine, kao i prema uslovima za priključenje na komunalne instalacije. Stambeno poslovna zgrada se nalazi u ulici Pap Pavla 22 na parceli 9935/1 K.O. Novi Sad I u Novom Sadu (slika 1). Imajući u vidu geotehnički model terena i kotu fundiranja, u temeljnim iskopima ne treba očekivati pojavu podzemne vode. Sezonski su moguće manje količine procednih atmosferskih voda ili od oštećene vodovodno-kanalizacione mreže. Temeljne iskope treba podgrađivati, a za iskope dubine preko 2 m potrebno je izraditi projekat zaštite. Iskope treba izvoditi u sušnom periodu. Prije fundiranja objekata potrebno je izvesti pripremu podtla zbijanjem.

Objekat se nalazi u VIII seizmičkoj zoni, zbog čega je potrebno primijeniti odredbe o gradnji u seizmičkim područjima definisane Pravilnikom o tehničkim propisima za građenje u seizmičkim područjima.

Gradilište se nalazi u dijelu naselja u kome već postoje izgrađene saobraćajnice što omogućava nesmetan transport potrebnog građevinskog materijala i gotovih elemenata. Za potrebe unutrašnjeg transporta površina dvorišta se nasipa tucanikom.

**NAPOMENA:**

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



Slika 1. Izgled objekta

**3. OPIS KONSTRUKCIJE OBJEKTA**

Objekat je projektovan kao stambeno-poslovni, spratnosti Su+P+3+Pk, sa garažama, parking mjestima i dvo-namjenskim skloništem u suterenu, lokalima i garažama u prizemlju i stambenim jedinicama na gornjim etažama. Ulaz u objekat je iz ulice Pap Pavla.

Objekat je projektovan u sistemu skeletne armirano-betonske konstrukcije, kombinacijom AB stubova, ploča i „AB platana“. Međuspratna konstrukcija je debljine 22cm, a fundiranje je izvršeno na armirano-betonskoj ploči dimenzija prema statičkom proračunu ( $d=40\text{cm}$ ). Krovna konstrukcija je drvena od čamove građe zaštićena protivpožarnim premazom i položena na noseću AB ploču debljine 18cm (nagib  $33^0$ ) koja prenosi vertikalno opterećenje na obod objekta tako da u zoni krova nema nosećih vertikalnih konstruktivnih elemenata. Krov je projektovan kao vjetreni sa padašćanjem od OSB ploča. Krovni pokrivač je crijep postavljen na podlogu od letvi i kontra-letvi.

Spoljni zidovi zgrade obrađeni sa opekom 25 cm i „DEMIT“ fasadnom oblogom 5 cm. Ovi zidovi malterisani su sa spoljašnje strane produžnim malterom 2 cm. Svi spoljni otvori stanova, kao i fasadna bravarija na lokalima zastakljena je termoizolacionim staklom 4+12+4 mm u PVC stolariji.

Prema visini zgrade, odnosno visini najvišeg poda na kome borave ljudi, zgrada ne spada u visoke objekte kod kojih se prilikom projektovanja primjenjuju odredbe Pravilnika o tehničkim normativima za zaštitu visokih objekata od požara. Za zaštitu od požara u objektu je projektovana hidrantska mreža, a za krovnu konstrukciju propisan je premaz protivpožarnim zaštitinim sredstvom dva puta.

#### 4. ANALIZA IZGRADNJE OBJEKTA PRIMJENOM MEHANIZACIJE

Predmet analize su neke od građevinskih mašina koje služe za transport građevinskog materijala. U konkretnom slučaju uzeli smo toranjsku dizalicu, telehandler i lift dizalicu. Preko analize praktičnog učinka mašina, njihovim normiranjem, doći ćemo do optimalnog vremena za izvođenje radova. Da bi mogli da uradimo analizu ove tri mašine neopodno je naći njihovo zajedničko polje djelovanja tj. jednu radnu operaciju koju mogu sve tri mašine da izvrše. Time, kao takav primjer uzeli smo transport materijala u vidu građevinske opeke. Nakon analize dobijene podatke ćemo unijeti u odgovarajući softver da vidimo kako se njihov učinak odražava na vrijeme izvođenja cjelokupnih radova.

Izračunaćemo praktičan učinak spomenutih mašina i vidjeti koja je najpogodnija za naše gradilište. Praktičan učinak se obračunava po sledećem obrascu:

$$U_P = \frac{T}{T_C} \cdot q \cdot k_U \cdot k_V \cdot k_P \quad (1)$$

gde je:

- T je konstanta koja iznosi 60 min
- vrijeme jednog ciklusa  $T_C = 6$  min
- q u konkretnom slučaju predstavlja težinu jedne palete opeke, usvojeno 1,7 t
- koeficijent korišćenja radnog vremena -  $k_U$
- koeficijent uslova rada -  $k_V$
- koeficijent punjenja radnog organa  $k_P$  predstavlja odnos zapremine realno zahvaćenog materijala i nominalne zapremine radnog organa kojim je zahvat materijala izvršen.

Toranjska dizalica:

$$U_P = \frac{T}{T_C} \cdot q \cdot k_U \cdot k_V \cdot k_P = \frac{60}{6} \cdot 1,7 \cdot 0,9 \cdot 0,84 \cdot 1 = 12,9 \text{ t/h}$$

Telehandler:

$$U_P = \frac{T}{T_C} \cdot q \cdot k_U \cdot k_V \cdot k_P = \frac{60}{5} \cdot 1,7 \cdot 0,9 \cdot 0,84 \cdot 1 = 15,4 \text{ t/h}$$

Lift dizalica:

$$U_P = \frac{T}{T_C} \cdot q \cdot k_U \cdot k_V \cdot k_P = \frac{60}{5} \cdot 1,7 \cdot 0,9 \cdot 0,84 \cdot 0,4 = 6,16 \text{ t/h}$$

Tabela 1. Tabela prikaz vrijednosti praktičnog učinka

Vrsta mehanizacije	$T_C$ (min)	q (t)	$k_U$	$k_V$	$k_P$	$U_P$
Toranjska dizalica "Potain Igo 50"	6	1,7	0,84	0,9	1,0	12,9
Telehandler - "Manitou MT-X 1840"	5	1,7	0,84	0,9	1,0	15,4
Lift dizalica "Super lift MX2024"	5	1,7	0,84	0,9	0,4	6,16

Odluka o izboru adekvatne mehanizacije mora se sagledati šire i zavisi od konkretnih uslova gradilišta. U ovom slučaju gdje imamo skućene uslove, postavljanje recimo toranjske dizalice bi zauzelo dosta raspoloživog

prostora, u toj mjeri da bi praktično bilo nemoguće imati deponovanje materijala, zatim neposredna blizina susjednih objekata uslovljava da se ne može vršiti transport materijala pomoću toranjske dizalice preko njih, morali bi uzeti u obzir zauzeće javne površine, što predstavlja dodatni finansijski trošak.

Telehandler ima niz prednosti, recimo, brz je i okretan, omogućava primjenu različitih priključaka a samim tim imamo i širi izbor moguće primjene. U konkretnom slučaju transporta opeke koja je u paletama iako on brzo obavi jedan ciklus, imamo problem šta dalje sa istovarenom paletom, moramo je transportovati do blizine mesta ugradnje, dakle imamo ili pretovar u kolica sa palete i dovoz do mesta ugradnje ili da cijelu paletu transportujemo po etaži sa recimo paletarom. To opet zahteva dodatno angažovanje radne snage, povećava cijenu rada i dužinu trajanja izvršenja. A nasuprot toga imamo toranjsku dizalicu koja može da zahvaćenu paletu spusti neposredno do mjesta ugradnje opeke, ali i za toranjsku dizalicu mora biti angažovan radnik koji će prilikom zahvatanja palete asistirati i navoditi priključak što kod telehandlera nemamo. U finansijskom kontekstu koji jako bitan u celoj analizi, telehandler je mašina koja se može iznajmiti na sat.

Uzeta je u razmatranje lift dizalica u kombinaciji sa telehandlerom, to se proračunski pokazalao kao najnepovoljnija opcija. Lift dizalice imaju veći primenu kod visokih objekata što ovdje nije slučaj. Pogodne su za transport radnika, imaju zavisno od proizvođača dosta solidnu brzinu dizanja oko 20m/min. Za slučaj transporta tereta moraju imati još jednu mašinu koja će izvršiti punjenje radnog organa i kod pražnjenja takođe mora biti angažovano sredstvo koje će izvršiti odvoz utovarene palete dalje po etaži.

U skućenim uslovima gradnje, kakvi su na predmetnom gradilištu, optimalno rješenje pitanja deponovanja materijala jeste da se ne vrši na gradilištu. Odnosno, potreban material će se dovozi po potrebi u skladu sa dinamikom gradnje. Ovo je uslovljeno predmetnim gradilištem, tj. uslovima koje okružuje gradilište i sam slobodan gradilišni prostor. Na konkretnom gradilištu, nemamo dovoljno prostora da bi imali ozbiljniju deponiju materijala. U dvorištu je predviđeno da bude deponija peska i kreča, što je prikazano na šemama, to je material koji je gotovo svakodnevno neophodan, u većini faza izgradnje objekta. A ostali material će biti deponovan tj dopreman na gradilište po potrebi. Istovar materijala se vrši direktno sa kamiona, recimo kamion sa opekama koja je na paletama, uz pomoć sredstva za dizanje se vrši zahvat i odizanje na etažu. Ovakav sistem se koristi i na ostale vrste građevinskog materijala i opreme; kao što su armirački skopovi, oplata.

#### 5. DINAMIČKI PLANOVİ GRADENJA

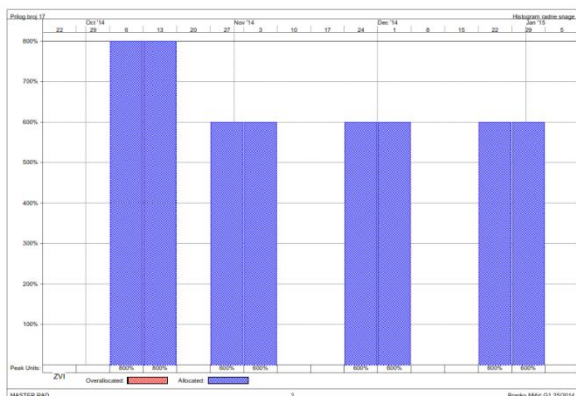
Prilikom modeliranja procesa na izgradnji objekta koji je predmet ovog rada korišćene su metode mrežnog planiranja i gantograma.

Obradom podataka u programu, za mrežni plan izrađen u okviru ovog projekta, utvrđeni su početak radova (09.06.2014) za sve tri vrste mašina, a nakon unosa svih relevantnih podataka, program je automatski generisao završetak radova za mašine:

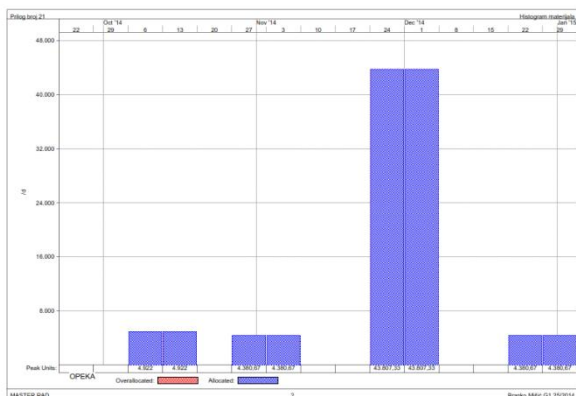
1. Toranjska dizalica – 31.07.2015 godine u ukupnom broju dana od 359 dana
2. Telehender – 31.07.2015 godine u ukupnom broju dana od 358,5 dana
3. Lift dizalica – 03.08.2015 godine u ukupnom broju dana od 360,5 dana

Histogramski prikaz radne snage prikazuje potrebe u radnoj snazi u danima radnog kalendara. Isto važi i za mehanizaciju i material. Na datim tabelama histograma se detaljno vidi kad i koliko radnika tačno se nalazi na gradilištu, dat je prikaz maksimalnog broja radnika u datom trenutku (slika 2, 3, 4).

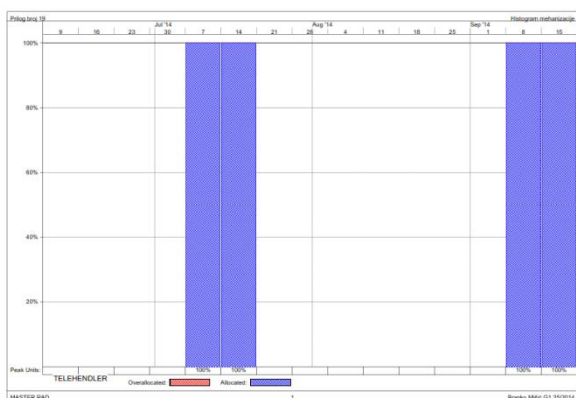
Histogrami radne snage, mehanizacije i materijala:



Slika 2. Histogram radne snage



Slika 3. Histogram mehanizacije



Slika 4. Histogram materijala

## 6. ANALIZA TROŠKOVA ZAUZEĆA JAVNE POVRŠINE I MEHANIZACIJE

Zauzeće javne površine se plaća na dnevnom nivou po metru kvadratnom zauzete površine. Taj iznos zavisi od niza faktora i kreće se oko cca 50din/m2/dnevno. Ako se toranjska dizalica nalazi na gradilištu 8 mjeseci, dolazimo do sledeće finansijske analize troška od 972.000,00 dinara.

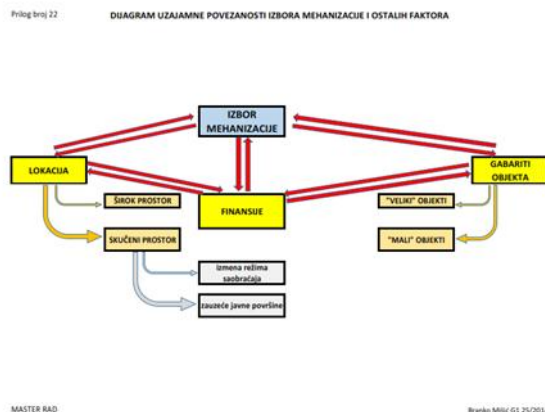
Toranjska dizalica se rentira na mesečnom nivou i taj iznos zavisi od vrste dizalice. Konkretno, za ovo gradilište bi morala ići veća dizalica sa krakom od 40m. Cena za takvu toranjsku dizalicu je oko 1.800,00 – 2.000,00 eura/mesečno. Na ovaj trošak se dodaje i cena kraniste koja iznosi 4e/h, sledi da je to ukupno 2.784.000,00 dinara.

Ukupno toranjska dizalica + zauzeće javne površine: 3.756.000,00 din na ceo projekat.

Telehender se iznajmljuje po satu na dan. Njegova cena koštanja je 25 - 35 e/sat. Nije potrebno vaditi dozvolu za zauzeće javne površine; ako i postoji potreba za obustavu saobraćaja podnosi se ZAHTEV ZA IZDAVANJE ODOBRENJA ZA IZMENU REŽIMA SAOBRAĆAJA i plaća se taksa u iznosu od 1.080,00 din.

## 7. PRIMJENA ANALIZE NA IZBOR GRAĐEVINSKE MEHANIZACIJE

Formiraćemo dijagramski prikaz primjene analize na sve vrste gradilišta.



Slika 5. Dijagram uzajamne povezanosti izbora mehanizacije i ostalih faktora

Na slici 5 nalazi se šematski prikaz uzajamnog delovanja faktora koji svojim uticajem sužavaju ili povećavaju sam izbor mehanizacije, dok je sa druge strane, na šemi prikazan uticaj izbora mehanizacije na iste faktore. Delovanje je iskazano strelicama u oba smera jer kako faktori, kao što su: analiza finansija, lokacijski uslovi i gabaritnost objekta, utiču na izbor mehanizacije, tako i sam izbor mehanizacije direktno utiče na njih.

Na primer, da bi izvršili odabir adekvatne mehanizacije za jedno gradilište krenimo od faktora lokacijskih uslova. Analizom lokacijskih uslova (kao jednog od faktora za odabir adekvatne mehanizacije) polazimo od toga da li se objekat gradi na širokom ili skućenom prostoru. Ako je u pitanju skućen prostor mogu se javiti dodatni finansijski troškovi u vidu zauzeća javne površine ili izmene režima

saobraćaja, što ukazuje na uzajamnu povezanost sa faktorom finansija (relacija analiza lok. uslova – finansije). Povezanost faktora finansija i gabaritnosti ogleđa se u činjenici da je za objekte manjeg gabarita potrebno odvojiti i uložiti manje novčanih sredstava, dok veliki projekti iziskuju i veću svotu novca za njihovo realizovanje (relacija finansije – gabaritnost objekta). Samim tim ako imamo limitiran budžet, skućene uslove i manji objekat izabraćemo mehanizaciju koja ne iziskuje dodatne troškove i nije gabaritna u smislu da će zauzeti dosta gradilišnog prostora a ispunjava tehnićko tehnološke zahteve (telehender, lift dizalica).

Na sledećem primjeru pokazaćemo kako već izabrana mehanizacija utiće na ove faktore. Izvođać/Investitor u svom vlasništvu od građevinske mehanizacije poseduje toranjsku dizalicu. Sa stanovišta lokacijskih uslova zamatra se opcija gradnje na skućenom prostoru, ovim bi morali da vršimo analizu tih uslova tj. analizirati uslove lokacije koje se nalaze oko planiranog objekta. Samim tim imaćemo dodatne troškove u vidu zauzeća javne površine što direktno utiće na faktor finansija (relacija analiza lok. uslova – finansije). Sa stanovišta gabaritnosti objekta ako gradimo manji objekat moramo da ukljućimo i ućinak građevinske mehanizacije, da li će odabrana mehanizacije da ima punu iskorišćenost, pun ućinak, ili je bolje da sa stanovišta finansija istu rentirati a izmajmiti drugu vrstu građevinske mehanizacije telehender i/ili lift dizalicu. Samim ovim uzimamo i finansijski faktor u opticaju jer se vrši analiza košćanja same toranjske dizalice i kraniste, koliko dobijamo iznajmljivanjem ove mehanizacije tj gubimo na zauzeću javne površine a i koliki je njen ućinak u ovim uslovima i gabaritnošću objekta. Ovim imamo vezu više faktora (relacija gabariti objekta – ućinak građevinske mehanizacije – finansije). Na osnovu iznetog već izabrana mehanizacija dovodi do uzajamne veze ovih faktora: mehanizacija ↔ lokacijski uslovi ↔ gabaritnost objekta ↔ finansije ↔ ućinak građevinske mehanizacije.

Da se zakljućiti da izbor mehanizacije zavisi od više faktora. Ti faktori su u najćešćem broju slućajeva lokacijski uslovi, gabariti objekta, aspekt raspoloživih finansijskih sredstava, ućinka mehanizacije.

1. Lokacijski uslovi:
  - a. Širok prostor
  - b. Skućen prostor
    - i. Postojeći objekti
    - ii. Saobraćajnica
    - iii. Javne površine
2. Gabariti objekta:
  - a. Veći objekti – širok izbor mehanizacije
  - b. Manji objekti – manji izbor mehanizacije
3. Ućinak građevinske mehanizacije:
4. Finansije:
  - a. Javne površine – Zauzeće javne površine
  - b. Saobraćajnice – Izmena režima saobraćaja
  - c. Veći objekti
  - d. Manji objekti
  - e. Mehanizacija – rentiranje mehanizacije

## 8. ZAKLJUĆAK

Nakon razmatranja rezultata analize da se zakljućiti da dinamika građanja u smislu vremena i analiza izbora optimalne mehanizacije zavisi od niza faktora. Kao kljućni faktori kako za ovaj tako i za druge vrste gradilišta izdvajaju se kao najbitniji:

1. Lokacijski uslovi
2. Gabaritnost objekta
3. Aspekt raspoloživih sredstava za izgradnju objekta
4. Ućinak građevinske mehanizacije.

Kao prvi moćemo navesti lokacijske uslove građanja (postojeći objekti – diktiraju vrstu građevinske mehanizacije, saobraćajnice, zauzeće javne površine); zatim, gabariti objekta (što je objekat veći i složeniji imamo veći raspon mehanizacije i obrnuto, manji objekti ne iziskuju upotrebu toranjske dizalice); treći faktor aspekt raspoloživih sredstava za izgradnju objekta (dodatni troškovi – troškovi u vidu zauzeća javne površine i toranjske dizalice); ućinak građevinske mehanizacije (da li izabrana mehanizacije odgovara datim uslovima, ispunjava planirani ućinak, kako se odražava na finansije).

## 9. LITERATURA

- [1] Tribojević B., Prašćević Ž., Organizacija građevinskih radova, Građevinska knjiga, Beograd
- [2] Trivunić M., Matijević Z., Tehnologija i organizacija građanja, Fakultet Tehnićkih nauka, Novi Sad, 2009.
- [3] Normativi i standardi u građevinarstvu, Građevinska knjiga, Beograd, 1999.
- [4] Pravilnik o zaštiti na radu pri izvođenju građevinskih radova, “Sl. glasnik RS”, br. 53/97
- [5] Mišić B., Projekat tehnologije i organizacije građanja stambeno poslovnog objekta Su+Pr+3+Pk, Diplomski rad

### Kratka biografija:



**Branko Mišić** rođen je u Vlasenici 1987. god. Master rad na Fakultetu tehnićkih nauka iz oblasti Građevinarstvo - Organizacija i tehnologija građanja odbranio je 2017. god.

**TEHNOLOGIJA MONTAŽE PREFABRIKOVANIH GREDA MOSTA  
LANSIRNOM REŠETKOM****TECHNOLOGY OF BRIDGE PRECAST CONCRETE BEAM ASSEMBLY  
USING LAUNCHING GANTRY**

Aljoša Lazinica, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

**Kratka sadržaj** – U ovom radu obrađena je tehnologija montaže prefabrikovanih greda mosta upotrebom lansirne rešetke. Detaljno su opisani elementi koji sačinjavaju lansirnu rešetku, kao i njihova funkcija. Objasnjen je princip rada lansirne rešetke kroz proces montaže prefabrikovane grede od mesta prefabrikacije do konačnog položaja na mostu. Analizirana su opterećenja konstrukcije lansirne rešetke, kao i principi modeliranja. Analiziran je problem lokalne stabilnosti elemenata rešetke, kao i globalna stabilnost lansirne rešetke.

**Abstract** – In this paper, the use of the launching gantry of the bridge precast concrete beams assembly is explained. The elements that form the launcher as well as their function are described in detail. The principle of operation of the launching gantry is explained through the process of assembling the precast beam from the casting yard to the final position on the bridge. The loads of the construction of the launching gantry and the principles of modeling were analyzed. The problem of local stability of the elements as well as the global stability of the launching gantry was also analyzed.

**Ključne reči:** Gredni mostovi, lansirna rešetka, prefabrikovani elementi, tehnologija montaže

**1. UVOD**

Tehnološki aspekti izvođenja mostova utiču na odabir samog projektnog rešenja mosta. Cele porodice prednapregnutih i prefabrikovanih betonskih mostova kao što su mostovi izvedeni tehnologijama slobodne konzolne grede (*balanced cantilever*), montaža polje po polje (*span by span launching*), izgradnja na pokretnoj skeli (*movable scaffolding system*) ili lansirani mostovi (*launched bridges*) dobili su svoja imena direktno iz načina njihovog izvođenja [1].

U ovom radu detaljno je obrađena tehnologija montaže prefabrikovanih greda mosta upotrebom lansirne rešetke.

Lansirna rešetka je lagana mašina za montažu greda projektovana tako da sama prihvata gredu mosta, prevozi je do mesta montaže i postavlja na projektovani položaj.

Lako se nosi sa varijacijama u dužini raspona i geometriji kolovozne ploče, krivinom mosta i ograničenim pristupom sa tla.

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Zoran Brujić.**

**2. OSNOVNI ELEMENTI LANSIRNE REŠETKE**

Lansirna rešetka se sastoji od dve paralelne prostorne rešetke sa radnim međuprostorom, dužine oko 2,3 puta veće od raspona mosta. Po gornjem pojasu rešetke se po šinama kreću dve platforme sa vitlima i pogonskim motorima.

Međusobni razmak ove dve platforme jednak je razmaku oslonačkih tačaka grede mosta.

Rešetka se podužno kreće po kolicima, dok se poprečno pomera zajedno sa kolicima duž čelične poprečne grede koja na svom vrhu ima šine. Poprečne grede montiraju se na privremene oslonce na vrhu ležišnih greda, obalnim stubovima i platformama na kojima se grede mosta prefabrikuju [2].



Slika 1. Lansirna rešetka na mostu

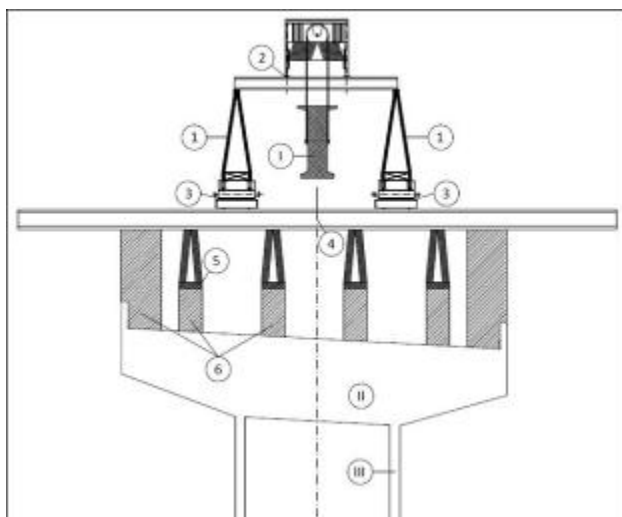
Poprečne grede formirane su iz segmenata koji se sastoje od dva HEB profila sa rešetkastom ispunom. Ovi segmenti se oslanjaju na privremene betonske stubove izrađene na ležišnim gredama mosta i međusobno povezuju pomoću zavrtneva. Ovako formirana poprečna greda mora imati dovoljnu fleksionu krutost kako bi ugib prepuštenog kraja pri montaži ivičnih prefabrikovanih greda bio zanemarljivo mali. Poprečna greda mora biti formirana tako da svi segmenti leže u jednoj horizontalnoj ravni, kako bi otpori bočnom kretanju rešetke bili što manji.

Princip rada lansirnom rešetkom je sledeći: dok se rešetka podužno kreće grede miruje, odnosno dok se postolja sa podignutom prefabrikovanim gredom kreću duž lansirne rešetke, rešetka miruje. Da bi se to omogućilo, potrebni su elementi koji će da spreče podužno pomeranje naizmenično grede i rešetke. U tu svrhu na donjem pojasu rešetke montiraju se dva para stezaljki pomoću kojih se rešetka fiksira za kolica. Prvi par stezaljki se montira na sredini

dužine rešetke kako bi se pomoću njih fiksirala za kolica iznad srednjeg oslonca kada je oslonjena na tri oslonca. Za to vreme platforme nose gredu duž rešetke. Drugi par stezaljki se montira na rastojanju od sredine rešetke koje je jednako polovini karakterističnog raspona mosta kako bi se rešetka fiksirala na jednom od oslonaca kada je rešetka oslonjena na dva oslonca. Ovaj par stezaljki se koristi kada je potrebno da se rešetka zajedno sa kolicima bočno pomera po poprečnoj gredi kako bi zauzela položaj za spuštanje grede na projektovani položaj na rasponu mosta.

Da bi se sprečilo kretanje postolja i prefabrikovane grede koriste se čelične sajle kojima se greda ili postolja vezuju za oslonce rešetke. Tada se pomoću vitla za kretanje rešetka beskonačnim užetom povlači i podužno se kreće do sledećeg oslonca.

Bočno kretanje lansirne rešetke, odnosno kretanje kolica po šinama poprečnih greda, najčešće se izvršava pomoću elektromotora. Kada se rešetka dovede u željeni položaj kolica se takođe vezuju uz pomoć čeličnih užadi za poprečnu gredu kako bi se sprečila nekontrolisana bočna pomeranja lansirne rešetke. Na kraju poprečnih greda mora se postaviti odbojnik kako bi sprečio da, u slučaju popuštanja čeličnih užadi ili ljudske greške, rešetka sklizne sa poprečne grede i padne sa mosta.



Slika 2. Šematski prikaz elemenata lansirne rešetke

Na slici 2. prikazan je presek u ravni ležišne grede mosta na kojem se mogu videti osnovni elementi potrebni za rad lansirne rešetke:

1. Prostorne rešetke
2. Postolja sa vitlima
3. Kolica
4. Poprečna greda
5. Metalni stubovi
6. Privremeni betonski stubovi

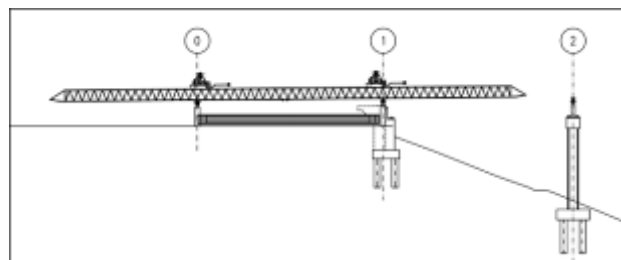
Na slici 2. se mogu videti i elementi mosta:

- I. Prefabrikovana betonska greda
- II. Ležišna greda
- III. Stub mosta

### 3. MONTAŽA GREDE LANSIRNOM REŠETKOM

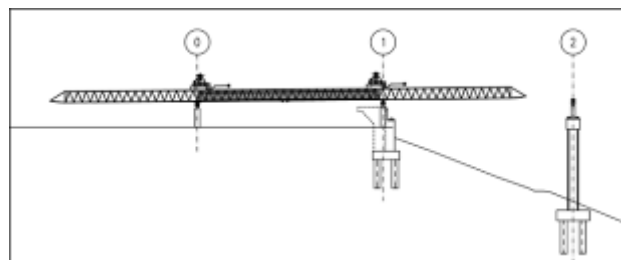
Ciklus montaže prefabrikovane grede na svoj projektovani položaj sastoji se od narednih faza [3]:

1. Pozicioniranje lansirne rešetke iznad prefabrikovane grede. Rešetka mora biti simetrična u podužnom i poprečnom smislu u odnosu na prefabrikovanu gredu. Na slici 3. prikazan je podužni presek mosta. Prvi raspon mosta nalazi se između ose 1 (obalni stub) i ose 2 (stub mosta sa ležišnom gredom). Između osa 0 i 1 nalazi se platforma sa koje lansirna rešetka prihvata prefabrikovane grede. Ova platforma može da služi ujedno i za proizvodnju montažnih greda mosta. Na ovaj način ne postoji potreba za transportom greda koje mogu biti dugačke i do 50m i teške i do 120t.



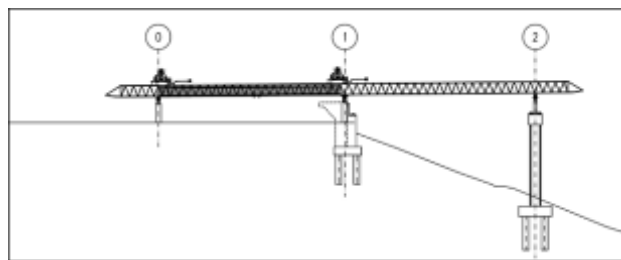
Slika 3. Pozicioniranje lansirne rešetke iznad grede

2. Podizanje prefabrikovane grede u radni prostor (slika 4). Nakon podizanja grede, uz pomoć čeličnih užadi greda se vezuje za oslonce lansirne rešetke.



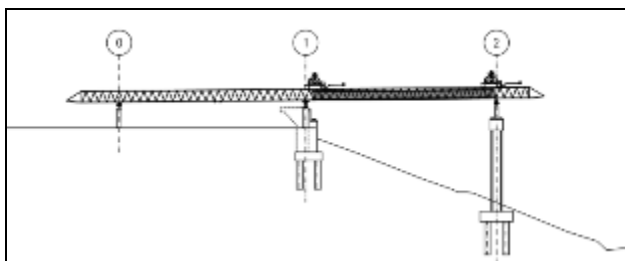
Slika 4. Podizanje grede u radni prostor rešetke

3. Pomeranje lansirne rešetke (slika 5). Dok je greda vezana za oslonce sprečeno je podužno pomeranje platformi sa vitlima u odnosu na oslonce. Angažovanjem motora koji pokreće vitlo zateže se beskonačno čelično uže i rešetka počinje da klizi po kolicima na osloncima 0 i 1, dok je konzolno prepuštena između osa 1 i 2. Nakon što pomoću skija dosegne kolica na osloncu 2, nastavlja da klizi na tri oslonca dok se sredina rešetke ne nađe iznad oslonca 1. Tada se pomoću stezaljke rešetka fiksira za kolica čime se sprečava njeno dalje podužno pomeranje.



Slika 5. Pomeranje lansirne rešetke na sledeći raspon

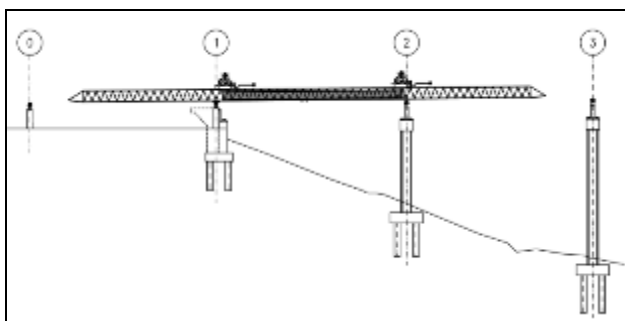
4. Pomeranje grede duž lansirne rešetke (slika 6). Sajle kojima je greda vezana za oslonce 0 i 1 rasključuju se, a platforme sa vitlima prenose gredu u sledeći raspon. Klizanje lansirne rešetke je sprečeno, pa se pokretanjem vitla omogućuje klizanje platformi po šinama duž rešetke. Kada se greda u podužnom smislu dovede u svoj projektovani položaj ponovo se, pomoću sajli, vezuje za oslonce, sada u osama 1 i 2.



Slika 6. Pomeranje grede na sledeći raspon

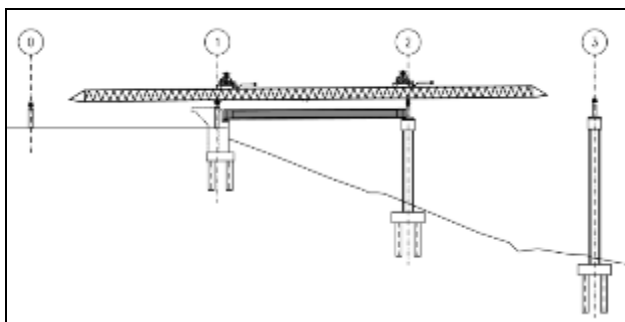
5. Pozicioniranje lansirne rešetke iznad raspona (slika 7). Kada je greda fiksirana za oslonce 1 i 2, oslobađa se stezaljka na osloncu 1 i omogućava klizanje rešetke dok se ne pozicionira centrično u odnosu na prvi raspon mosta.

Stezaljkom se ponovo fiksira za kolica na osloncu 1 i pomoću motora na kolicima bočno se pomera po poprečnoj gredi da bi se pozicionirala iznad projektovanog položaja za montažu grede.



Slika 7. Pozicioniranje lansirne rešetke iznad raspona

6. Spuštanje grede na oslonce (slika 8).



Slika 8. Spuštanje grede na oslonce

Nakon spuštanja grede, lansirna rešetka se vraća na radnu platformu ponavljajući iste korake obrnutim redosledom i ciklus montaže se ponavlja.

#### 4. ANALIZA OPTEREĆENJA PRI PRORAČUNU REŠETKE

Kombinacije opterećenja koje se koriste pri dimenzionisanju lansirne rešetke su veoma komplikovane zbog dinamičke prirode opterećenja.

Komponente su projektovane za statičke uticaje u najnepovoljnijem položaju opterećenja, za delovanje inercijalnih sila od vertikalnog i horizontalnog pomeranja tereta ili elemenata uređaja, kao i od meteoroloških uticaja.

Opterećenja su podeljena u četiri grupe:

- opterećenja koja deluju prilikom rada mašine;
- opterećenja koja mogu povremeno da se jave u toku rada mašine;
- izuzetna opterećenja u toku rada ili opterećenja van rada mašine;
- opterećenja u toku montaže i demontaže mašine.

Opterećenja koja deluju u toku normalnog rada konstrukcije su sopstvena težina, korisno opterećenje (težina tereta i opreme za podizanje tereta), kao i inercijalne sile od kretanja tereta. Koncentrisana opterećenja od težih elemenata konstrukcije, kao što su postolja sa vitlima i električni generator, moraju se posebno uzeti u obzir. Vertikalne inercijalne sile se javljaju u trenutku nanošenja ili uklanjanja opterećenja, kao i od ubrzanja i usporavanja tereta u toku vertikalnog pomeranja. Podužne inercijalne sile potiču od ubrzanja ili zaustavljanja postolja sa vitlima.

Povremena opterećenja podrazumevaju opterećenja od udara točkova postolja sa vitlima o šinu, kao i vetar, sneg, led i termičke razlike. Udari na šinama su često zanemareni kada su spojevi šina na sastavljenim segmentima precizno pozicionirani i obrađeni pri montaži. Sneg i led se ne uzimaju u obzir ako se pretpostavlja da će mašina raditi u uslovima bez snega i leda.

Izuzetna opterećenja su jaki udari vetra, test opterećenja, udar kolica u odbojnik i zemljotres. Udar kolica u odbojnik se često zanemaruje ako je dokazano da je brzina kretanja kolica po šini manja od 0,7m/s, a najčešće jeste. Kada se govori o opterećenjima van rada mašine prvenstveno se misli na vetar gde je potrebno proveriti mogućnosti preturanja konstrukcije usled njegovog dejstva.

Proračunske kombinacije opterećenja mogu biti posmatrane na tri načina:

Kombinacija 1 podrazumeva normalne uslove rada, pri čemu se razmatraju opterećenja od sopstvene težine, korisno opterećenje koja uzimaju u obzir i dinamički uticaj od vertikalnog kretanja tereta, kao i težine postolja sa vitlima zajedno sa podužnim dinamičkim uticajima.

Kombinacija 2 uzima u obzir uslove rada pri delovanju opterećenja iz kombinacije 1 zajedno sa povremenim opterećenjima koja podrazumevaju vetar, sneg, led i termičke razlike. Pod uticajem jakog vetra podužni dinamički uticaji mogu biti uvećani u odnosu na kombinaciju 1, zbog dejstva vetra na ubrzanje i zaustavljanje postolja sa vitlima.

Kombinacija 3 uzima u obzir izuzetna opterećenja pri čemu se može posmatrati više slučajeva kombinovanja:

- sopstvena težina, težina opreme i udari vetra van rada mašine;
- sopstvena težina, težina opreme, opterećenja usled rada mašine i udari točkova postolja sa vitlima o šinu;

- sopstvena težina, težina opreme, opterećenja pri radu i seizmičko opterećenje;
- sopstvena težina, težina opreme, vetar u toku rada konstrukcije i opterećenja u toku montaže i demontaže.

Dimenzionisanje konstrukcije lansirne rešetke podrazumeva proveru stanja upotrebljivosti i stanja nosivosti. Prema CNR-10021 predloženi su određeni koeficijenti sigurnosti za tri osnovne kombinacije opterećenja i te vrednosti su 1.5, 1.34 i 1.2, respektivno. Pored globalne stabilnosti konstrukcije, neophodno je proveriti lokalnu stabilnost elemenata, posebno izbočavanje i izvijanje štapova van svoje ravni. U ovim slučajevima preporučeni su veći koeficijenti sigurnosti i kreću se od 2-2,5.

## 5. MODELIRANJE I PRORAČUN KONSTRUKCIJE

Pronalaženje optimalnog modela lansirne rešetke je uvek izazov. Model sa više pretpostavki za pojednostavljenje konstrukcije čini proračun bržim, dok model koji realnije opisuje konstrukciju daje tačnije rezultate, ali je proračun duži i komplikovaniji. Preporučuje se upotreba jednostavnijeg modela kako bi se analizirale različite kombinacije opterećenja i njihove reakcije na konstrukciju rešetke i konstrukcije na koju se sistem oslanja. Detaljniji model se predlaže kod analize statičkih uticaja u samim elementima sistema. Ovaj detaljniji model uzima u obzir uticaje geometrijske imperfekcije konstrukcije, a obuhvata 3D model prostorne rešetke i njenih elemenata, poprečnih greda koje nose rešetku i stubova na koje se poprečne grede oslanjaju.

Pri modeliranju lansirne rešetke moraju se zapostaviti neke od osnovnih pretpostavki modeliranja rešetkastih konstrukcija. Prva pretpostavka da sva opterećenja deluju u čvorovima rešetke mora biti odbačena jer tehnološki procesi diktiraju položaj opterećenja od postrojenja sa vitlima koje se kreću po gornjem pojasu rešetke i oslonačkih reakcija koje se kreću po donjem pojasu rešetke. Takođe, pretpostavka da su štapovi rešetke u jednom čvoru vezani u jednoj tački nije opravdana zbog načina nastavljanja pojasnih štapova.

Kada je lansirna rešetka oslonjena na deformabilne poprečne grede, pretpostavka da je oslonjena na krute oslonce daje netačne rezultate. Zbog toga je neophodno uzeti u obzir deformabilnost poprečnih greda. Pored toga, potrebno je proveriti krutost oslonačkog rama (ram rešetkastih stubova i poprečnih greda) na podužno kretanje lansirne rešetke koje u ramu izazivaju uticaje u poprečnom pravcu. Krutost rama u poprečnom pravcu mora da bude veća od momenta koji se javlja od horizontalne sile trenja na kolicima lansirne rešetke. U slučaju kada je krutost manja, može doći do deformacija u ramu ili dovesti do njegovog preturanja.

## 6. STABILNOST LANSIRNE REŠETKE

Postoji više mogućih uzroka gubitka stabilnosti lansirne rešetke. Veoma veliki uticaj na stabilnost imaju slobodna pomeranja u oslancima rešetke. Činjenica da je pomeranje lansirne rešetke u dva horizontalna pravca slobodno, a vertikalno oslanjanje se ne može smatrati potpuno krutim

iz razloga što je rešetka oslonjena na poprečne grede koje uvek imaju određene ugibe čini sistem veoma osetljivim. Dve prostorne rešetke koje čine sistem poprečno su spojene ramovima samo na početku i na kraju lansirne rešetke, jer zbog tehnoloških procesa nije moguće postavljanje bilo kakvih ukrućenja između gornjih i donjih pojasnih štapova dve rešetke, što čini pojasne štapove osetljive na bočno izvijanje. Pored toga, uvek su moguće određene geometrijske imperfekcije koje su nastale usled same izrade elemenata ili pri montaži.

Pri projektovanju analiziraju se dve vrste gubitka stabilnosti:

- globalni gubitak stabilnosti celog sistema,
- lokalni gubitak stabilnosti pritisnutog elementa.

Preopterećeni elementi rešetke mogu iznenada da izgube stabilnost, zbog čega je neophodan stalni pregled rešetke u toku montaže, a i periodično u toku njenog rada. Oštećene dijagonale moraju biti ojačane ili zamenjene iako se može učiniti da njihova stabilnost nije ugrožena, zbog promenljivosti sistema mogući su uslovi u kojima će biti prekoračena njihova kritična sila i može doći do gubitka njihove stabilnosti.

Stabilnost lansirne rešetke zavisi od stabilnosti njenih elemenata pri lokalnom gubitku stabilnosti i od njenog odgovora na lokalni gubitak stabilnosti. Kada primarni element na koji je opterećenje trenutno aplicirano izgubi stabilnost, ovo može da izazove gubitak stabilnosti i okolnih elemenata, a nekad i celog sistema. Iz ovog razloga je neophodno obezbediti da ukupna stabilnost sistema ne zavisi od gubitka jednog elementa rešetke, a najjednostavniji način je osiguranjem robustnosti sistema.

Pored ograničenja lokalnog gubitka stabilnosti, poželjno je proveriti i preraspodelu uticaja u slučaju lokalnog popuštanja konstrukcije. U ovim slučajevima dinamički koeficijent je mali ili zanemaren zahvaljujući elastičnosti elemenata koji čine konstrukciju.

## 7. LITERATURA

- [1] Marco Rosignoli: *Self-launching erection machines for precast concrete bridges*, PCI Journal, 2010.
- [2] Marco Rosignoli: *Erection of Precast Beam Bridges with Twin-Truss Launchers*, Bridge Engineering e-Manuals, 2016.
- [3] COMTEC: *Launcher for beam – Use and maintenance instructions*, 2007

### Kratka biografija:



**Aljoša Lazinica** rođen je u Somboru 1988. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – modul Konstrukcije odbranio je u oktobru 2017. god.



**PROCJENA STANJA, REKONSTRUKCIJA I DOGRADNJA PRVE LAMELE UPRAVNE ZGRADE STADIONA U UGLJEVIKU****AN ASSESSMENT, RECONSTRUCTION AND UPGRADE OF THE FIRST UNIT OF ADMINISTRATIVE BUILDING OF STADIUM IN UGLJEVIK**

Neda Lazić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

**Kratak sadržaj** – Teorijski dio rada podrazumjeva sažetu prezentaciju prozora i njihov uticaj na energetske efikasnost, dok praktični dio obuhvata procjenu stanja i prijedlog rekonstrukcije i dogradnje etaža Upravne zgrade stadiona u Ugljeviku, prve lamele. S' obzirom da je objekat u nedovršenom stanju, nedestruktivnim metodama se izvršila procjena stanja postojećih defekata i oštećenja konstruktivnih elemenata, nakon čega je izvršen projekat rekonstrukcije treće i dogradnje četvrte etaže. Statičkim proračunom su dimenzionisani elementi istih, a zbog povećanih uticaja određene su mjere ojačanja i sanacije elemenata postojećih etaža nedovoljne nosivosti.

**Ključne riječi** – energetska efikasnost, procjena stanja, rekonstrukcija, dogradnja, ojačanje, sanacija,

**Abstract** – The theoretical part of the work implies a concise presentation of the windows and their impact on energy efficiency, while the practical part includes the assessment of the situation and the proposal for the reconstruction and upgrade of the floors of the Administrative building of the stadium in Ugljevik of the first unit. Given that the facility is in an unfinished condition, with non-destructive methods, it has been made an assessment of the situation of the existing defects and damages of the structural elements, after which the project for reconstruction of the third and upgrading of the fourth floor has been carried out. With static calculation new elements were dimensioned, and because of the increased impact, measures have been taken to strengthen and rehabilitate the elements of existing floors of insufficient capacity.

**1. UVOD**

Teorijski dio rada sadrži osnovne vrste i karakteristike spoljašnje stolarije, kao i načine na koji oni mogu da doprinesu povećanju energetske efikasnosti. Praktičan dio se sastoji iz dva dijela. Procjena stanja Upravne zgrade u Ugljeviku do koje se došlo vizuelnim pregledom i nekim nedestruktivnim ispitivanjima čini prvi dio rada. Drugi dio je sastavljen iz projekta rekonstrukcije i dogradnje etaža na postojeću konstrukciju prve lamele objekta. Sem izbora novih elemenata opisani su i načini ojačanja postojećih, u kojima su pod uticajem većih opterećenja, prekoračene vrijednosti dozvoljenih nosivosti.

**NAPOMENA:**

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

**2. TEORIJSKI DIO - PROZORI**

Veoma važan dio savremenih objekata, kako u estetskom smislu, tako i u poboljšanju energetske efikasnosti, svakako jesu prozori. Njihova glavna uloga jeste propuštanje dnevne, sunčeve svjetlosti i provjetravanje prostorija ali i zaštita prostorija od spoljašnjih uticaja.

Prozori se mogu podijeliti prema više faktora. Tako prema obliku mogu biti pravougaoni, kružni, polukružni, elipsasti... Prema broju krila se dijele na jednokrilne, dvokrilne, trokrilne... Postoje PVC, aluminijumski, drveni i kombinovani prozori. Prema načinu otvaranja, na našim prostorima se najčešće mogu naći prozori sa okretnim, nagibnim, okretno-nagibnim, kliznim i harmo otvaranjem.

Naučnim istraživanjima dokazano je da gubitak energije najvećim procentom se gubi kroz staklene površine, (Slika 1) tj. kroz spoljašnju stolariju, što implicira da bi pravilnim odabirom prozora mogle da se ostvare velike uštede.



Slika 1. Gubici toplotne energije kroz elemente objekta

Sem odabira odgovarajućih materijala za ram prozora i vrste stakla, neophodna je i pravilna ugradnja stolarije kako bi se ostvarila njihova potpuna funkcionalnost. Svaki od materijala ima svoje prednosti i mane, izgled profila je prikazan na slici 2. Tako su aluminijumski prozori postojani, čvrsti, imaju mogućnost izrade većih površina, odabira velikog spektra boja, ali je aluminijum loš izolator, propušta toplotu i cjenovno nisu najpristupačniji.



Slika 2. Aluminijumski, PVC i drveni profil prozora

PVC profili su bolji izolatori i imaju mogućnost izrade višekomornih profila. Najjeftiniji su ali kvalitetom su na posljednjem mjestu. Drveni prozori su dobri izolatori ali upijaju vlagu i kod njih postoji rizik od napada štetočina.

Toplotna zaštita prozora se mjeri koeficijentom prolaza toplote  $U[W/m^2K]$ . Preporučljivo je da ukupni koeficijent prolaza toplote ne prelazi  $1,8 W/m^2K$

$$U_w = (A_g x U_g + A_f x U_f + I_g x \Psi_g) / (A_g + A_f) \quad (1)$$

### 3. PROCJENA STANJA OBJEKTA

#### 3.1. Uvod

Za procjenu stanja izabrana je Upravna zgrada stadiona u Ugljeviku čija je gradnja započeta 1990. godine i do danas nije završena. Kako su sve etaže (sem prizemlja) u nedovršenom stanju, moglo se pristupiti procjeni stanja objekta vizuelnim pregledom.



Slika 3.1. Izgled Upravne zgrade stadiona

#### 3.2. Tehnički opis konstrukcije

Upravna zgrada stadiona projektovana je i izvedena kao spratna Pr+2+Pt. S' obzirom da su dimenzije objekta 20mx70m, izgrađen je sa dilatacionim spojnica, pa je tako sastavljen iz tri lemele. Skeletnog je tipa, što podrazumijeva da su noseći elementi, grede i stubovi, sastavljeni iz ramova u dva ortogonalna pravca.

Svi konstruktivni elementi su armirano-betonski, projektovana je marka betona MB30. Temeljenje je izvršeno na temeljima samcima, grede i stubovi su različitih poprečnih presjeka i oblika. Međuspratna konstrukcija je lakomontažnog tipa - „FERT“ tavanica, dok je jednovodni krov sastavljen iz čeličnih rešetkastih nosača.

#### 3.3. Vizuelni pregled objekta

Od svih etaža jedino je prizemlje sa kancelarijama, svlačionicama, izvedeno sa svim unutrašnjim radovima, tako da se moglo pristupiti jedino pregledu hodnika. Sve ostale etaže su u nedovršenom izdanju, pa su se jasno mogli uočiti svi nedostaci na betonskim površinama.

Najvećim procentom je na elementima uočeno prisustvo defekata, nastalih prilikom nepravilnog izvođenja radova. Prisutni su odvaljene ivice betona (Slika 3.2.), betonska gnijezda i nedovoljne debljine zaštitnih slojeva (vidljiv raspored armature) (Slika 3.3.), nepravilan nastavak betoniranja, loše izveden dilatacioni spoj i prisustvo ostataka oplata.



Slika 3.2. Odvaljena ivica betona na gredi



Slika 3.3. Betonsko gnijezdo na stubu i nedovoljna debljina zaštitnog sloja betona na stepenišnom kraku

S obzirom da je objekat dugo godina bio izložen svim vremenskim uslovima, nisu uočena značajna oštećenja. Zbog poplava 2014. godine na zidovima prizemlja se uočila pojava biološke korozije (Slika 3.4.).

Sem toga, uočena su i korozija armature (Slika 3.4.), ispiranje kalcijum hidroksida prodorom vode kroz krov i ispucale crazy površine.



Slika 3.4. Biološka korozija i korozija armature greda

#### 3.4. Nedestruktivna ispitivanja

Primjenom fenoltaleina, na odštemanim dijelovima betona zaključilo se da nije došlo do pojave karbonizacije betona. Udarcima pomoću lakog čelika, utvrđeno je da na stubovima nije došlo do pojave korozije armature, jer zvuk pri udarcima nije bio „šupalj“.

Metodom sklerometra ispitani su stubovi i međuspratna tavanica. Očitane vrijednosti odskoka su sumirane na srijednje vrijednosti koje nisu pokazivale velika odstupanja od projektovane čvrstoće betona.

#### 3.5. Zaključak o stanju objekta

Upravna zgrada stadiona u Ugljeviku je u nedovršenom stanju bila preko 20 godina izložena eksploatacionim uslovima, međutim uprkos toj činjenici na objektu nisu uočena nikakva značajna oštećenja.

Naime, velikim procentom je na elementima preovladavalo prisustvo defekata, grešaka prilikom izvođenja radova. Nije došlo ni do pojave karbonizacije betonskih površina.

Obzirom na ove činjenice, zaključilo se da od osnovnih kriterijuma po kojima se vrši procjena stanja, nisu narušeni ni nosivost, stabilnost ni upotrebljivost. Jedino je ugrožena trajnost objekta. U cilju zadovoljavanja iste, predlaže se opšta (nekonstruktivna) sanacija elemenata.

## 4. PROJEKAT REKONSTRUKCIJE I DOGRADNJE PRVE LAMELE OBJEKTA

### 4.1. Uvod

Projekat postojećeg objekta sadrži sve prostorije neophodne za funkcionisanje jednog sportskog udruženja. Tako se u njemu nalaze svlačionice za igrače, kancelarije, restoran i stambene jedinice. U cilju iskorištenja prostora predlaže se projekat dogradnje etaže sa ravnim krovom, koji će na svojoj sredini sadržati rekreativni teniski teren, dok će lijevo i desno (I i III lamela da budu projektovane kao „ekonomični zeleni krov“. Četvrta etaža će da bude namjenjena izdavanju soba.

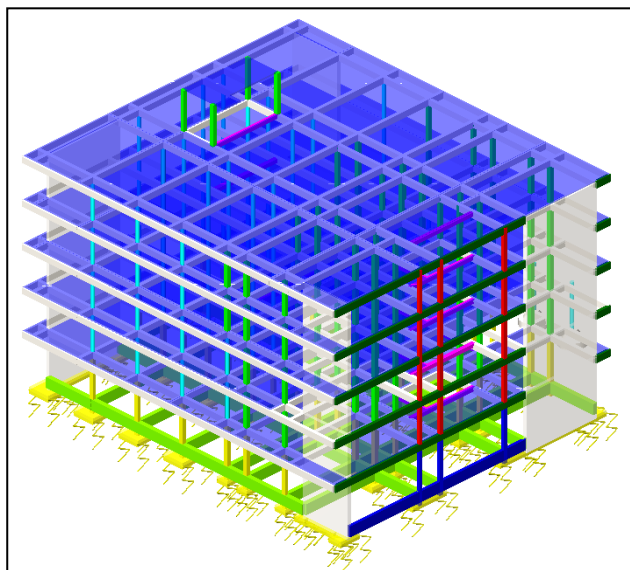
S' obzirom da je postojeće potkrovlje izvedeno pod kosinom, bilo je potrebno prvo izvršiti rekonstrukciju potkrovlja a onda se pristupilo projektu dogradnje četvrte etaže sa ravnim krovom. U prvoj fazi projektovanja, tačnije u ovom radu, uzeta je u obzir samo prva lamela.

### 4.2. Statički proračun elemenata prve lamele

Prilikom projektovanja novih etaža pojedini materijali su zamjenjeni u odnosu na postojeće kako bi se što više smanjilo dodatno opterećenje. Umjesto cementne košuljice predvidjele su se aquapanel ploče, YTONG ploče umjesto šupljih blokova... jer posjeduju manju zapreminsku težinu. Pošto na objektu nisu postojala betonska platna, predviđena je izgradnja četiri (po dva u oba pravca). Betonski stubovi su predviđeni isti kao na prethodnim etažama (kvadratni, pravougaoni i kružni) a vertikalna komunikacija između novih etaža osvarena je projektovanjem betonskog stepeništa.

Za proračun je korišten softverski program „Tower7“ (Slika 4.1.) u kome je modeliran rekonstruisan objekat. Analiza opterećenja, kao i statički proračun sprovedeni su po važećim SRPS standardima a analizom su obuhvaćena sledeća opterećenja:

- ✓ Stalno opterećenje
- ✓ Korisno opterećenje
- ✓ Opterećenje od tla
- ✓ Opterećenje snijegom
- ✓ Opterećenje vjetrom
- ✓ Seizmičko opterećenje



Slika 4.1. Izometrijski prikaz modela u Tower-u

### 4.3. Rezultati statičkog proračuna

Modeliranjem objekta, nanošenjem postojećih opterećenja i njihovim raznolikim kombinovanjem, dobijeni su maksimalni uticaji u svim konstruktivnim elementima konstrukcije. Kontrolom dobijenih napona zaključeno je da se u pojedinim stubovima i temeljnim stopama javio normalni napon koji je veći od dozvoljenog.

Tabela 1. Prekoračenje napona stubova prizemlja, ram H1

POZ. STUBA	DIM. b/d[cm]	N [kN]	A [cm²]	$\sigma_s=N/A$ [kN/cm²]	$\sigma_s=N/A$ [MPa]	$\sigma_s / \beta_B$	ISPUNJENOST USLOVA
S001	25/25	767,72	625,00	1,23	12,284	0,585	NIJE ISPUNJEN
S002	25/25	836,48	625,00	1,34	13,384	0,637	NIJE ISPUNJEN
S003	25/25	924,78	625,00	1,48	14,796	0,705	NIJE ISPUNJEN
S004	25/25	399,27	625,00	0,64	6,388	0,304	ISPUNJEN
S005	25/25	367,70	625,00	0,59	5,883	0,280	ISPUNJEN
S006	25/25	304,36	625,00	0,49	4,870	0,232	ISPUNJEN

Vrijednosti normalnih napona stubova novih etaža nisu prekoračile dozvoljene vrijednosti (35% računске čvrstoće betonske prizme), dok je na drugoj i prvoj etaži mali broj stubova pokazao potrebu za ojačanjem. Najveći broj je svakako bio u prizemlju (60,87%). Nešto manje (32,50%), u betonskim temeljima samcima je dobijeni napon prekoračio dozvoljene napone tla (utvrđene geodetskim ispitivanjem zemljišta). U cilju zadovoljenja uslova predložene su mjere ojačanja prethodno pomenutih elemenata.

Naknadno projektovani betonski zidovi nisu pokazali potrebe za dodatnim ojačanjem, kao ni postojeće grede.

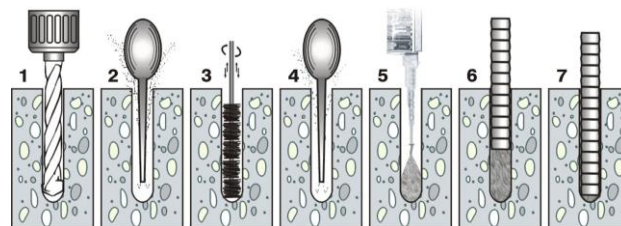
Prema Pravilniku za aseizmičko projektovanje, ispitano je takođe maksimalno horizontalno pomjeranje koje je bilo u granicama dozvoljenih.

### 4.4. Prijedlog sanacionih mjera prilikom dogradnje

Prije sanacionih mjera ojačanja važno je napomenuti da su elementi nove dvije etaže dimenzionisani pomoću softverskog programa u kome je objekat i modeliran, „Tower 7“.

Na prizemlju i prve dvije etaže su unešene postojeće armaturene šipke kako bi se provjerilo da li potrebna količina armature zadovoljava nosivost elemenata nakon dogradnje. Planirano je da se veličina poprečnih betonskih presjeka poveća ali kod stubova, postavljanje konstruktivne armature je bilo zadovoljavajuće. Nasuprot tome, usled kontrole ploča na probijanje, kod temeljnih stopa javila se potreba za dodatnom armaturom.

Povezivanje postojećih elemenata sa novim elementima ili njihovim ojačanjem („betonskim plaštom“) predviđeno je upotrebom čeličnih ankera. Veza se osvaruje pomoću ubacivanja injeksione mase prije armature u rupe koje prethodno moraju biti izbušene i adekvatno očišćene. Postupak postavljanja ankera prikazan je na slici 4.2.



Slika 4.2. Ankerovanje šipki u beton

Postupak ojačanja temeljnih stopa predviđen je najprije širokim iskopom podne plutajuće ploče oko temeljne stope. Zatim postavljanje ankera u postojeći temelj kako bi se ostvarila veza sa novim betonom. Postavljanje armature, oplata i betoniranje temeljnog plašta je ono što slijedi nakon adekvatne pripreme veze staro za novo. Na slici 4.3. je prikazan primjer ojačanja temeljne stope.



Slika 4.3. Primjer ojačanja temelja samca

Za pripremu ojačanja betonskih stubova, najprije treba povezati element sa temeljnim stopama, što se vrši po prethodno pomenutom principu postavljanja ankera. Na postojećim stubovima se vrši štemanje zaštitnog sloja betona, kako bi se ogolile šipke armature. Nove armaturene šipke plašta se povezuju sa postojećim šipkama pomoću čeličnih pločica i takođe se vezuju za ankere ubušene u temeljnu stopu. Vertikalno nastavljanje armature etaža iznad prizemlja vrši se bušenjem kroz međuspratnu konstrukciju.



Slika 4.3. Primjer ojačanja stubova prizemlja

## 5. ZAKLJUČAK

U savremenom načinu gradnje, sve više pažnje se posvećuje energetskej efikasnosti, pa se tako biraju prirodniji materijali, stari načini gradnje mjenjaju novijim a sve u cilju što većeg očuvanja energije, ostvarivanja finansijske uštede i što većem očuvanju životne sredine. Jedni od bitnih činilaca jesu prozori, i njima se treba posvetiti maksimalna pažnja.

Pravim odabirom materijala, vrste i broja stakala, pravilnim načinom izrade i ugradnje, potrošnja energije velikim dijelom može da se svede na minimum.

Kao što se pravilnim projektovanjem velika pažnja posvećuje izboru materijala koji će da se ugradi, tako prije bilo kakvog projekta rekonstrukcije ili dogradnje objekata neophodno je detaljno pristupiti ispitivanju i pregledima postojeće konstrukcije.

Ovim radom su obuhvaćena nedestruktivna ispitivanja i vizuelni pregled objekta ali je sem toga preporučljivo izvršiti i ispitivanja nekim destruktivnim metodama, kako bi se dobio što jasniji prikaz stanja postojeće konstrukcije. Statičkim proračunom dolazi se do podataka da li postojeći presjeci i ugrađene armature u istima mogu da zadovolje potrebne uslove u pogledu nosivosti prilikom izgradnje dodatnih etaža.

Ukoliko ne zadovoljavaju, potrebno je izvršiti projekat ojačanja elemenata i mjere sanacije kojima će se ojačanja izvršiti, gdje se moraju uzeti u obzir minimalne vrijednosti proširenja, potrebe za dodatnom armaturom, ukoliko konstruktivna nije dovoljna i način vezivanja postojeće (stare) konstrukcije sa novim elementima.

## 6. LITERATURA

- [1] M.Malešev, V.Radonjanin, materijal sa predavanja – „Trajnost i procena stanja betonskih konstrukcija“, Novi Sad
- [2] M.Malešev, V.Radonjanin, materijal sa predavanja – „Sanacija betonskih konstrukcija“, Novi Sad
- [3] A.Pakvor, R.Folić, „Dejstva na konstrukcije“ – knjiga br.1, „Zbirka Jugoslovenskih pravilnika i standarda za građevinske konstrukcije“, Beograd 1995
- [4] Više autora, „Beton i armirani beton prema BAB 87“, 1-Priručnik, 2-Prilozi, Građevinski fakultet univerziteta u Beogradu, Beograd 1995
- [5] [www.energetskaefikasnost.org](http://www.energetskaefikasnost.org)
- [6] [www.buildmagazin.com](http://www.buildmagazin.com)
- [7] [www.prozorivrata.com](http://www.prozorivrata.com)
- [8] [www.pvcstolarija.blogspot.ba](http://www.pvcstolarija.blogspot.ba)

### Kratka biografija:



**Neda Lazić** rođena je u Ljubljani 1987.god. Srednju školu, kao i fakultet završila je u Novom Sadu. Zvanje diplomiranog inženjera građevinarstva stekla je 2013.godine. Master rad na Fakultetu Tehničkih Nauka iz oblasti Građevinarstva - Konstrukcije, odbranila je 2017.god.

**UZROČNO POSLEDIČNE VEZE RAZVOJA GRADA I SAOBRAĆAJA****CAUSED CONSEQUENTIAL LINKS OF DEVELOPMENT OF THE CITY AND TRAFFIC**Tijana Makulović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast - SAOBRAĆAJ**

**Kratak sadržaj** - U je radu sagledana uzročno posledična veza razvoja grada i razvoja saobraćaja kao veoma značajanog faktora ekonomskog razvoja kako gradova tako i celokupnog razvoja privrede jedne zemlje. Predmet rada je analiza odnosa grada i saobraćaja, uticajnih činioca gradskog saobraćaja, politike razvoja saobraćaja u gradovima, planiranja saobraćaja u gradovima kao i primer iz prakse odlike saobraćaja i razvoja grada Novog Sada.

**Abstract** - This paper examines the causally consequent connection between the development of the city and the development of transport, which is a very important factor of economic development of both cities and the entire development of the economy of a country. The basis of this paper is the analysis of city and traffic relations, influential factors of urban transport, urban transport development policies, traffic planning important for the city, as well as an example of the practice of traffic and development of the city of Novi Sad.

**Cljučne reči** - saobraćaj, razvoj gradova, planiranje saobraćaja, mobilnost, stepen motorizacije.

**1. UVOD**

Pod pojmom grad obično se podrazumeva uređeno ljudsko naselje koje je politički, ekonomski ili kulturni centar područja. Ovaj oblik udruženog načina života zasniva se na društvenoj podeli rada sa čvrstom organizacijom fizičkih struktura. Prostorno uređenje savremenog grada počiva na planskom razmeštaju najznačajnijih gradskih sadržaja: stanovanje, radne aktivnosti, školovanje, centralne funkcije, rekreacija, zabava. Zadatak usklađenja ovih elemenata u planski osmišljenu celinu sa efikasnim, zdravim i humanim odnosima leži na urbanizmu, sinteznoj nauci koja objedinjuje najšira saznanja iz tehnike, ekonomije, sociologije, likovnih umetnosti i prirodnih nauka. Organizacija kretanja ljudi i dobara u gradskom prostoru i obezbeđenje odgovarajućih saobraćajnih objekata, mreža i sistema je jedan od stubova urbanizma, jer saobraćaj sačinjava najuži inženjerski sadržaj celokupne urbanističke nauke, njenu najracionalniju komponentu [1]. U složenom sistemu grada kao celine, saobraćaj ima dvostruku ulogu. S jedne strane saobraćaj kao fluid ili cirkulacija objedinjuje gradske sadržaje, usmerava i sinhronizuje aktivnosti i određuje ritam gradskog života.

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Milica Miličić, vanr. prof.

S druge strane, saobraćajnice omeđuju prostor za razvoj fizičkih struktura, tako da je saobraćaj neizbežan faktor prostorne organizacije grada. Grad i saobraćaj čine jedinstveni planersko-projektantski kompleks sa istim vremensko - prostornim dimenzijama.

**2. UTICAJNI ČINIOCI GRADSKOG SAOBRAĆAJA**

Saobraćaj u gradskim naseljima, kao i saobraćaj uopšte, predstavlja svesnu aktivnost vezanu za potrebu promene lokaliteta ljudi i robe. Ta aktivnost proističe iz društvene prirode čoveka i tržišnih zakonitosti, to jest iz uslova i pretpostavki socio-ekonomske i prostorne strukture grada. Savremeni pristup problemima putničkog saobraćaja temelji se na izučavanju činilaca koji uzrokuju putovanja, analizi pojava u saobraćaju i sagledavanju društveno-ekonomskih i urbanističkih posledica.

**2.1. Mobilnost stanovništva**

Potrebe za putovanjem građana progresivno rastu sa veličinom grada i stepenom njegove ekonomske moći. Očigledno je da se kod većih gradova javljaju i veće distance putovanja, koje uzrokuju veće korišćenje prevoznih sredstava. Kada se ukupni obim saobraćajne potražnje podeli sa brojem stanovnika područja dobijaju se bitni parametri jedinične potražnje, odnosno ukupna mobilnost stanovništva.

Opšta je karakteristika da ukupna mobilnost ( $M_u$ ) stanovništva zavisi od nivoa dohotka. Stanovništvo sa višim dohotkom ima i veće potrebe i veće mogućnosti za kretanjem. Mobilnost stanovništva se zakonomerno menja sa promenom dohotka: međutim, ukupna mobilnost ( $M_u$ ) koja raste sa porastom dohotka nije ravnomerno raspoređena po vidovima prigradsko-gradskog prevoza putnika.

Mobilnost putnika u gradskom području je sintezni pokazatelj u kome se odražava niz opštih i posebnih karakteristika grada u određenom vremenskom periodu razvoja. Većini naših gradova i područja predstoji rast ukupne mobilnosti ( $M_u$ ) srazmerno rastu ekonomskih aktivnosti i dohotku tako da će ukupna saobraćajna potražnja sigurno rasti u budućnosti.

S druge strane, kao posledica širenja gradskog područja, mobilnost motorizovanim sredstvima ( $M_m$ ) će brže rasti od ukupne mobilnosti te će jedan od osnovnih zadataka biti razumno odmeravanje odnosa mobilnosti putničkim automobilom ( $M_{pa}$ ) i javnim prevozom ( $M_{jp}$ ) [2].

**2.2. Vremenska koncentracija saobraćajne potražnje**

Za sagledavanje fizičkih razmera saobraćajnih sistema i dimenzionisanje njihovih objekata, od posebnog je zna-

čaja da se utvrde jednovremene potrebe za putovanjima građana, kao i promene obima saobraćaja tokom godine, nedelje i dana.

Pošto je vremenska koncentracija direktna posledica osnovnih životnih ciklusa, savremenog načina privređivanja, društvene međuzavisnosti, ova će slika, po svojoj prilici, pratiti i buduće događaje u gradskom saobraćaju. Ona se može samo delimično ublažiti stepenastim pomeranjem radnog vremena, što bi donelo nešto širi interval vršnog opterećenja i olakšalo rešenja saobraćajnih problema, ali istovremeno izazvalo niz društvenih posledica. Varijacije potražnje prikazane za turističko naselje gradskog tipa tipične su za sva gradska područja sa monovalentnom aktivnošću koja ima sezonski karakter (npr. u zimskim turističkim centrima vršna potražnja javlja se u periodu decembar-februar).

Potražnja kod takvih naselja višestruko nadmašuje prosečne vrednosti i proporcionalna je razlici u broju korisnika prostora. Baš u tom periodu godišnjih odmora, u drugim gradovima dolazi do opadanja potražnje i, posleđično, to je period najvećih opterećenja međugradskih vidova prevoza. Slična zapažanja odnose se i na dnevne varijacije potražnje tokom sedmice kada u turističkim područjima i gradovima raste potražnja u neradnim danima sedmice (subota, nedelja), dok u drugim gradovima potražnja opada [3].

U našim uslovima, kod većih gradskih naselja sa raznorodnim, funkcijama, vršna potražnja javlja se u periodu 07-09 časova zbog odlaska na posao i u školu, 14-16 časova zbog povratka kući i manjeg obima u popodnevnom periodu kada se javljaju ostale svrhe (kupovina, zabava, poseta itd.).

Vršno časovno opterećenje, po pravilu, iznosi između 6% i 13% ukupnog dnevnog, a njegova veličina zavisi od niza faktora, kao što su razmere gradskog područja, vrsta i kvalitet saobraćajne ponude, početak i kraj radnog vremena i školskih aktivnosti itd.

### **3. ZNAČAJ GRADOVA, REGIJA I OSTALIH PROSTORA**

Veličina gravitacijske zone, odnosno doseg gravitacije grada, zavisi od veličine grada i od funkcija koje on sadrži, a koje služe okolnom prostoru.

Važno je naglasiti da doseg gravitacije ne zavisi neposredno o veličini grada, tj. o broju njegovih stanovnika. Najviše zavisi od funkcija, tj. o delatnostima koje stanovnici obavljaju. Što više ima tih funkcija i što su one višeg nivoa, to će se gravitacijska zona dalje prostirati i veći broj ljudi u njima zaposlen, i obrnuto. U velikim su se gradovima obično nagomilale i brojnije funkcije pa tako i one koje utiču na gravitaciju.

Prema tome, veličina gravitacijske zone je samo usputno u korelaciji s veličinom grada, a veličina sama po sebi ne mora sadržati veliku uticajnu zonu [4]. Tako su za veličinu gravitacijske zone odlučujuće funkcije uprave, trgovine na malo i retke usluge, a industrijska funkcija stvara po pravilu uticajnu zonu manjeg radijusa. To je uglavnom zona radnih migracija iako industrija može imati daleke veze s tržištima svojih proizvoda.

Svaka pojedina funkcija obuhvata vlastitu uticajnu zonu, ali pod gravitacijskom zonom grada podrazumeva se

područje oko grada u kojem su očigledni simultani uticaji svih glavnih funkcija. Na taj način, najveći nivo gravitacije, koji nas zanima kao gravitacija grada, može biti do udaljenosti od jednog dana putovanja do grada i povratka iz njega.

Nivo gravitacije takođe zavisi od sredstva transporta koja su na raspolaganju i da se prema tome dimenzija mogućih gravitacija menjala tokom istorije.

U vreme hipomobilnog transporta najveći je domet kompleksne gravitacije mogao dostići 30 km a danas se penje na 200 km i više [4].

### **4. POLITIKA RAZVOJA SAOBRAĆAJA U GRADOVIMA**

Razvoj saobraćaja menja način života, on omogućuje stanovništvu pristupačnost do različitih sadržaja, pruža mogućnosti većeg izbora mesta stanovanja, rada, školovanja, deluje kao sredstvo integracije najširih prostora, od međunarodnih do regionalnih i gradskih, omogućuje direktne kontakte ljudi različitih karakteristika, opredeljenja, mogućnosti, potreba i savlađujući odstojanja, skraćujući vreme i pružajući odgovarajući kvalitet transporta, saobraćaj je u suštini sredstvo integracije društva i, istovremeno, obezbeđuje viši stepen slobode pojedinca [1].

Kada je saobraćaj u gradovima u pitanju, suštinski problem jeste uspostavljanje uravnotežene veze između saobraćaja i urbanizma. „Saobraćajni plan u prvom redu predstavlja stvaralačko delo velikog dometa, a tek zatim i tehničko sredstvo instrument za urbanističkog planera grada. Saobraćaj je urbanistički fluid kojim se gradski prostor danonoćno napaja.

Saobraćajni plan predstavlja poseban elaborat uz opšti idejni ili generalni urbanistički plan uređenja grada sa kojim sačinjava organsku celinu. Njihovo jedinstvo ne dozvoljava da se ide bilo u kom smislu u raskorak i da od jednog postane dva. Ustvari, baš naučno vešto rukovođen saobraćaj predstavlja najizrazitiju pogonsku snagu za unapređenje ljudskih naselja, a time i za uzdizanje materijalne i duhovne kulture celokupne društvene zajednice“ [1]. Saobraćajna osnova je uvek hijerarhijski organizovana i veoma razgranata, a celovita funkcija zavisi od efikasnosti delova svih nivoa, jer poremećaj u jednom delu izaziva manje ili veće posledice u celoj osnovi.

Sredstva i način se mogu razlikovati u detaljima što ne remeti osnovni princip: formulisanje i dosledno sprovođenje politike u saobraćaju je jedan od važnih zadataka svih nivoa upravljanja i neposredni interes društva i najšire javnosti.

Politika u saobraćaju po pravilu se formuliše i sprovodi na više nivoa društveno-političkih zajednica. Politika saobraćaja na regionalnom i/ili gradskom nivou mora biti usklađena sa principima i strateškim opredeljenjima države u ovoj oblasti.

Kod nas je karakteristično da se regionalno-gradski saobraćaj po pravilu ne razmatra na višim nivoima vlasti što je suprotno činjenicama: da je više od 60% stanovnika naše zemlje koncentrisano u gradovima, da su, kao posledica koncentracije stanovnika i sadržaja na malom prostoru, saobraćajni problemi regiona i gradova uvećani i složen

kao i da su gradska naselja u suštini polovi rasta cele zemlje. Saobraćajna potražnja i ponuda uvek se razmatraju u sklopu najširih uzročno-posledičnih međuveza sa društvenim, ekonomskim, prostornim razvojem grada [5].

Činjenica da je saobraćaj direktno utkan u sve aspekte razvoja grada zahteva da planer ili projektant koji radi u oblasti saobraćaja u gradovima raspolaže odgovarajućim znanjima iz potrebnih disciplina čime se obezbeđuje potrebna širina pristupa problemu uz neophodan fond, uslovno rečeno, tehničkih znanja iz oblasti planiranja i projektovanja saobraćajnica kako bi se postigao zahtevani nivo detaljnosti procene posledica.

Generalni pristup problemu u potpunosti odražava jedinu moguću politiku razvoja saobraćaja u gradovima koja počiva na racionalnom ograničenju korišćenja putničkih automobila za gradska kretanja uz istovremeno stimulisanje korišćenja nemotorizovanih vidova (pešaci, biciklisti) i kolektivnih vidova javnog gradskog prevoza.

## 5. PLANIRANJE SAOBRAĆAJA

Razvoj savremenog sveta, kao i značajno povećanje prevoza robe i putnika povećalo je složenost rešavanja saobraćajnih problema te međuzavisnost različitih vidova saobraćaja unutar saobraćajnog sistema što je rezultiralo potrebom za sveobuhvatnim planiranjem saobraćaja. To uključuje istovremenu analizu i planiranje svih vidova transporta robe i putnika.

Saobraćajne sisteme treba razmatrati kao deo šireg sistema (prostorne organizacije-država) sa svojim ekonomskim i društvenim obelježjima.

Sveobuhvatni proces planiranja saobraćaja zahteva da sprovedenim analizama budu obuhvaćeni svi socijalno-demografski i ekonomski faktori koji utiču na veličinu i smerove kretanja ljudi i roba, da procene buduće prevozne potražnje budu izrađene za sve vrste prevoza (javni i privatni; lica i robe; za sve vidove saobraćaja: drumski, železnički).

### 5.1. Faktori koji utiču na prevoznju potražnju

Sistemska istraživanje saobraćaja se, u svetu, počelo sprovesti pre pedesetak godina, a bilo je podstaknuto napretkom tehnologije te naglim porastom broja prevoznih sredstava što je prouzrokovalo dalji razvoj gradova te značajna ulaganja u saobraćajne infrastrukturne građevine. Podaci o postojećem stanju odvijanja saobraćajnih tokova i prognoze društveno-privrednog razvoja predstavljaju dobar temelj za razvoj postupaka saobraćajnog planiranja, kako putničkog tako i teretnog saobraćaja. Broj stanovnika glavni je demografski faktor prevozne potražnje.

Intuitivno je lako zaključiti kako veći broj stanovnika stvara i veću prevoznju potražnju. Koncentracija stanovanja u gradskim aglomeracijama utiče na trend rasta gradskih aglomeracija te stoga i prouzrokuje, na ograničenoj površini, koncentraciju prevozne potražnje. Kategorizacija faktora prevozne potražnje napravljena je prema demografskim faktorima, saobraćajnim faktorima, privrednim, političkim i kulturno-socijalnim faktorima, prostorno-geografskim faktorima, kao i faktorima koji

utiču na okolinu i klimu, te faktorima koji utiču na sprovođenje strategija i mera [6].

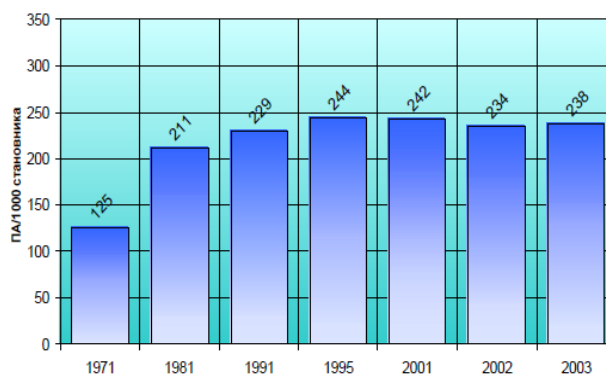
## 6. ODLIKE SAOBRAĆAJA I RAZVOJ GRADA NOVOG SADA

Grad Novi Sad se sve više širi tako da nastaju nova gradska naselja i svake godine povećava se potražnja za prevozom. Stepenn motorizacije raste iz godine u godinu i traže se novi načini kako bi se centar grada rasteretio od rastućeg saobraćaja. Kako bi se ovo uspešno sprovelo, potrebno je razviti efikasan saobraćajni sistem i proširiti mrežu linija javnog gradskog prevoza. Ovim se povećava mobilnost stanovništva i daje se mogućnost stanovništvu da lakše dođu do određenih delova grada.

Konstantnim povećanjem stepena motorizacije u gradu povećavaju se i gužve na putevima i glavnim ulicama, čime se povećava i vreme putovanja. Pravilnim i sistemskim planiranjem saobraćajne politike u samom gradu može se učiniti da se smanji broj putovanja automobilima a poveća broj putovanja drugim prevoznim sredstvima, pre svega autobuskim prevozom.

U gradu Novom Sadu je 2003. godine živelo 332.834 stanovnika. Od toga u Novom Sadu (sa Petrovaradinom i Sremskom Kamenicom) 246.760, a u ostalim naseljima 76.074 stanovnika.

Stepenn motorizacije predstavlja jedan od značajnih faktora koji utiču na mobilnost i vidovnu raspodelu putovanja. On se izražava brojem putničkih automobila na 1000 stanovnika. U periodu od 1981. do 2002. godine u Novom Sadu sa Petrovaradinom i Sremskom Kamenicom stepenn motorizacije se uvećao za 14%, dok su sva ostala prigradska naselja imala porast stepena motorizacije od čak 40%. Pored toga samo gradsko područje Novog Sada ima ubedljivo najveći stepenn motorizacije koji je u 2002. godini iznosio 291 PA/st (slika 1.).



Slika 1. Prikaz stepena motorizacije na nivou grada Novog Sada [7]

### 6.1. Karakteristike putovanja u Novom Sadu

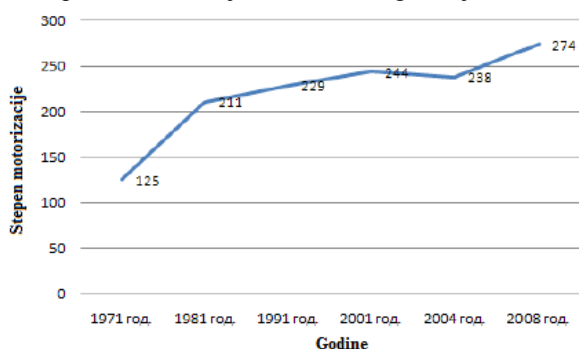
Rastom veličine grada i broja stanovnika, raste i njegov administrativni, privredni, obrazovni i kulturni značaj što direktno utiče na broj putovanja i opštu mobilnost. Samim tim raste i prosečna dužina i vreme putovanja koji utiču na vidovnu raspodelu putovanja.

Struktura mreže JGPP-a, kvalitet usluga i tarifna politika su takođe veoma bitni, jer se pravilnim planiranjem povezuju

tokovi putnika od cilja do odredišta, sa određenim nivoom kvaliteta i pristupačnim cenama. Porastom stepena motorizacije raste opšta mobilnost. To utiče na vidovnu raspodelu putovanja, jer putnici koji počnu da koriste putnički automobil skoro napuštaju javni prevoz i do nekog procenta postaju mobilniji.

U periodu posle 1976. u Novom Sadu nisu vršena istraživanja mobilnosti stanovništva, međutim pouzdano se može tvrditi da mobilnost od 2,80 putovanja/stanovniku do danas nije prevaziđena, jer u gradovima veličine Novog Sada, sa visokim stepenom motorizacije od oko 300 automobila/1000 stanovnika mobilnost iznosi najviše 3,0 put./stanovniku.

Nakon perioda stagnacije stepena motorizacije od 1991 do 2003, u Novom Sadu od 2004. godine kreće ravnomeran rast stepena motorizacije od oko 4.5% godišnje (slika 2.).



Slika 2. Grafički prikaz porasta stepena motorizacije [7]

Prognoza saobraćajne potražnje na području Generalnog plana Novog Sada urađena je na osnovu globalnih pokazatelja saobraćajne potražnje u postojećem stanju i očekivanih promena u pogledu broja stanovnika, porasta stepena motorizacije i mobilnosti stanovništva. Na osnovu Demografske studije [7] može se očekivati da u pogledu broja stanovnika na području Generalnog plana neće doći do značajnih promena, odnosno da će broj stanovnika u 2029. godini na posmatranom prostoru biti približno oko 300.000.

U postojećem stanju na području obuhvaćenom anketom u domaćinstvima (područje GP) nastanjeno je oko 280.500 stanovnika. Na osnovu sadašnjeg stanja i trendova porasta stepena motorizacije u zemljama EU, procenjeno ja da će stepen motorizacije 2029. godine u Novom Sadu iznositi oko 450 PA/1.000 stanovnika. Pri stepenu motorizacije od oko 450-500 PA/1.000 stanovnika mobilnost stanovnika se kreće oko 3 putovanja po stanovniku/dan.

Prema tome, ukupan broj putovanja na području Generalnog plana sa nastanjenih 300.000 stanovnika iznosiće oko 900.000 putovanja /dan. Primenom prosečne godišnje stope rasta, odnosno prosečnih faktora rasta utvrđeno je da će na mreži puteva i gradskih saobraćajnica biti između 47.000 i 66.000 vozila u vršno opterećenom satu.

## 7. ZAKLJUČAK

Saobraćaj u gradskim naseljima, kao i saobraćaj uopšte, predstavlja svesnu aktivnost vezanu za potrebu promene lokaliteta ljudi i robe. Na razvoj saobraćajnih odnosa od bitnog su uticaja socio-ekonomske i prostorne karakte-

ristike grada kao što su: broj i struktura stanovništva, nacionalni dohodak, stanje saobraćajne mreže, organizacija prevoznih sistema, razmeštaj gradskih sadržaja i slično. Razdvajanje na uzrok i posledicu celovitog fenomena razvoja grada i saobraćaja bilo bi isuviše pojednostavljeno. Saobraćaj ne samo da prati rast grada već izaziva promenu i postiče njegov ukupni razvoj.

Regulisanje ravnoteže između konkurentnih vidova prevoza dobija svoju punu težinu baš u regionalnom i gradskom razvoju pre svega zbog ograničenih prostornih mogućnosti, uvećanih ekoloških posledica, ozbiljnih socioloških problema i slično.

Grad se uglavnom razvija po glavnim koridorima, a da bi se oni rasteretili grad uvek mora da ima strategiju dugoročnog razvoja grada kojom će planirati razvoj i modernizaciju saobraćajne infrastrukture kao i povećanje povezanosti određenih delova grada sa drugim delovima grada. Ovo je jako bitno jer najveći broj dnevnih migracija se svodi na putovanja, na posao i u školu. Grad se razvija u zavisnosti od razvoja saobraćaja i razvija se na mestima gde je povezanost tog naselja sa ostatkom grada na jako dobrom nivou.

Neretko se dešava da većina ljudi ne želi da živi u delovima grada koji su možda fizički bliže centru, ali nemaju dobru povezanost sa ostatkom grada. Zbog svih ovih razloga potrebno je uvek usvajati dugoročne planove razvoja gradova u kojima bi se vodilo računa o osavremenjavanju saobraćajnih sistema i saobraćajne infrastrukture i gde bi se planiralo povećanje saobraćajne pristupačnosti određenim delovima grada. Na ovaj način bi se rasteretila određena naselja koja su prenaseljena, a druga naselja bi se polako razvijala. Ovim bi se dobio ravnomeran razvoj grada i lakša koordinacija saobraćajnih sistema u celom gradu.

## 6. LITERATURA

- [1] M. Maletin, "Planiranje i projektovanje saobraćajnica u gradovima", II izdanje, Beograd, 2009.
- [2] C. Hidber, E. Meier, Z. Oblozinska, "Verkehrsplanung", ETH, Ciri, 1996.
- [3] M. Maletin, "Planiranje saobraćaja i prostora", Građevinski fakultet, Beograd, 1996.
- [4] H. Becker, P. Michalk, "What do CIVITAS cities have in common", Berlin, 2007.
- [5] C. Buchanan, "Saobraćaj u gradovima", Građevinski knjiga, Beograd, 1975.
- [6] U. Kohler, "Der Ingenieurbau - Fachwissen. Verkehr. Straße, Schiene, Luft", Ernst & Sohn GmbH, Berlin, 2001.
- [7] A. Jevđenić i dr., "Saobraćajna studija grada Novog Sada sa dinamikom uređenja saobraćaja – NOSTRAM", Zavod za urbanizam, Novi Sad, 2009.

## Kratka biografija:



**Tijana Makulović** rođena je u Boru 1991. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja – odbranila je 2017. god.



**PROGRAM MERA ZA POBLJŠANJE KVALITETA POSLOVANJA PREDUZEĆA  
„JUGOPREVOZ“ AD KRUŠEVAC****MEASUREMENT PROGRAM FOR IMPROVEMENT OF THE QUALITY OF BUSINESS  
OPERATIONS 'JUGOPREVOZ' AD KRUŠEVAC**

Nenad Spahić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – SAOBRAĆAJ**

**Kratak sadržaj** - U ovom radu je izvršena analiza preduzeća u periodu od 2012-2016 godine, kao i program mera za poboljšanje kvaliteta.

**Abstract** – The paper analyzes the company in the period 2012-2016, as well as the program of measures for quality improvement.

**Ključne reči:** saobraćaj, drumski saobraćaj, analiza poslovanja preduzeća

**1. UVOD**

Pod transportom, sasvim uopšteno, podrazumeva se skup ili kompleks aktivnosti na premeštanju (prevozu) putnika i robe uz pomoć transportnih sredstava (vozila) od „izvora“ do „cilja putovanja“. U tom procesu, putnici i roba, predstavljaju predmet rada, a transportna sredstva sredstvo rada.

Transportu pripada važna uloga u procesu proizvodnje, jer se kao obavezan element u realizaciji proizvodnje pojavljuju prevoz sirovina, materijala, polufabrikata i gotovih proizvoda. Bez kvalitetnog transporta nema ni kvalitetne proizvodnje ni potrošnje, pa ni kvalitetnog životnog standarda. To znači da je transport privredna delatnost koja služi kao logistička podrška svim drugim ljudskim aktivnostima.

Za razliku od transporta, saobraćaj je posledica potreba za prevozom putnika i robe i isti predstavlja organizovano kretanje transportnih sredstava po zajedničkoj mreži. Uprkos različitim tumačenjima i definicijama transporta i saobraćaja, generalno transport je realizacija potreba za premeštanjem putnika i robe, a saobraćaj je nužna posledica transporta ali takođe, i saobraćaj kao takav utiče na povećanu potrebu za transportom.

Tema ovog rada vezana je za analizu poslovanja i rezultate rada za poslednjih nekoliko godina, koja treba da ukažu na uzroke poremećaja poslovanju kao i predlog mera za poboljšanje kvaliteta poslovanja samog preduzeća [1].

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji je mentor dr Pavle Gladović.**

**2. ISTORIJAT PREDUZEĆA „JUGOPREVOZ“ AD  
KRUŠEVAC**

Godine 1945. u vreme kada je celo društvo naporno radilo u otklanjanju tragova tek završenog rata, maloprodajna po sastavu, ali sa velikom željom krenula je nekolicina vozača da udari kamen temeljac javnom drumskom saobraćaju u Kruševačkom kraju. Dotadašnje opšte transportno preduzeće Srbije, naredbom predsednika Vlade SR Srbije od 18. februara 1947. godine organizovano je Autobusko preduzeće „Lasta“. Samo mesec dana kasnije, tačnije 1. aprila, „Lasta“ je otvorila autobusku stanicu i u Kruševcu. Godinu dana ranije, od putničkog je izdvojen teretni saobraćaj, formiranjem gradskog transportnog preduzeća „Munja“. 1948. godine raspolagalo se sa osam kamiona, sedam „Dodža“ i jedan „Ford-šestak“, a prevozili su putnike u Brus, Aleksandrovac, Krčin, Ražanj i Ribarsku Banju. Nešto kasnije „Dodžove“ kamione su povukli u Beograd, a u zamenu su poslali nove „Škodine“ kamione. Mrežu linija AD „JUGOPREVOZ KRUŠEVAC“ prevashodno čine prigradske i gradske linije, a manji deo međumesečne linije. AD „JUGOPREVOZ KRUŠEVAC“ ima 111 registrovanih linija, od čega su 59 prigradskih, 29 gradskih, 23 međumesečnih linija. Godišnje prelaze 9 miliona kilometara i prevoze 10 miliona putnika. Ovo saobraćajno preduzeće je jedino koje obavlja prevoz putnika u gradskom i prigradskom saobraćaju na teritoriji Opštine Kruševac, Aleksandrovac, Blace, Brus, Trstenik, Varvarin i Čičevac. Tokom letnjeg perioda otvara se sezonska linija Kruševac-Herceg Novi [2].

**3. TEHNIČKA STRUKTURA VOZNOG PARKA I  
PREVOZNIH KAPACITETA PREDUZEĆA  
„JUGOPREVOZ“ AD KRUŠEVAC**

Pod pojmom vozni park podrazumeva se skup svih transportnih sredstava autotransportne organizacije. Vozni park „Jugoprevoz“ po organizacionom principu pruža usluge iz oblasti javnog saobraćaja, dok po teritorijalnom principu zadovoljava potrebe stanovništva za prevozom na teritoriji Opštine Kruševac, kao i van nje.

**3.1. Veličina voznog parka**

Preduzeće „Jugoprevoz“ svojim radnim kapacitetima zadovoljava potrebe stanovništva za gradskim, prigradskim i međumesečnim saobraćajem. Autobusi koji se koriste za ove oblike saobraćaja razlikuju se po svom broju u zavisnosti od vremenskog perioda u toku godine. AD „Jugoprevoz Kruševac“ trenutno raspolaže sa 129 autobusa, 6 putničkih vozila, 2 kamiona, 1 viljuškarom, 1

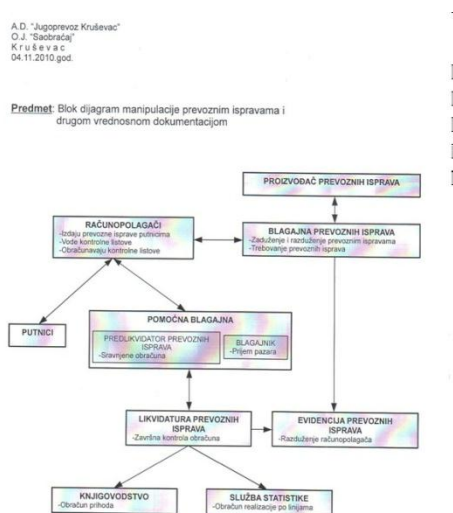
agregatom snage 3kw, 2 autodizalice. Vozni park je heterogen i čine ga vozila više proizvođača. Svakodnevno se za putnički saobraćaj obezbeđuje 85-95 autobusa. Tokom 2007. godine društvo je raspodalo teretni deo voznog parka i opredelilo se za prevoz putnika u drumskom saobraćaju. Pored navedenih motornih vozila i materijalnih stvari AD raspolaže sa određenim prostorom i alatom za remont i servisiranje motornih vozila, prostor i alate za tehnički pregled i pranje vozila, kao i pumpu za utakanje goriva kapaciteta od 120t. Pored glavnog odeljenja i autobuske stanice u Kruševcu, AD „Jugoprevoz Kruševac“ poseduje isturena odeljenja i autobuske stanice u Aleksandrovcu, Brusu, Blacu, Čičevcu i Varvarinu.

#### 4. PRIMENJENI INFORMACIONI SISTEMI

Za sve linije međumesnog, gradskog i prigradskog saobraćaja prikupljaju se podaci na osnovu prevoznih isprava i dokumentacija. Prevozne isprave i dokumentaciju čine:

- sve vrste karata (zonske-lokalne, peronske, prtljažne, belice, povlašćene, mesečne, doplatne, godišnje, službene i dr.),
- karte i kontrolne trake mašinicā,
- ugovori o prevozu putnika u vanlinijskom saobraćaju,
- kontrolne liste,
- cenovnici,
- redovi vožnje,
- potvrde,
- računi,
- iskazi prodaje,
- putni nalozi,
- priznanice,

Manipulacija navedenih prevoznih isprava i dokumentacije prikazana je na slici 1.



Slika 1. Manipulacija prevoznih isprava i dokumentacije

Na slici 1. vidi se kako ide put informacija od izvora (putnika) do krajnje obrade podataka. Podaci se prikupljaju od putnika kada kupuju karte preko voznog osoblja do organizacione jedinice „zajednički poslovi“, do službe za statistiku. Obradom ove dokumentacije u službi statistike dobijaju se potrebni statistički podaci.

#### 4.1. Informacioni sistemi

Osnovni cilj informacionih sistema je sakupljanje, čuvanje, snimanje, obrada i prenošenje informacija. Kako preduzeća, tako i pojedinci koriste IS za upravljanje svojim operacijama, predstavljanje ponuda različitih usluga, unapređenju ličnih sposobnosti i kapaciteta i sl. Računarski informacioni sistemi su našli primenu u gotovo svim sferama poslovanja (obrada finansijskih računa, upravljanje ljudskim resursima, upravljanje bankovnim računima i transakcijama i sl.), a isto tako i kodobavljanja svakodnevnih aktivnosti.

Informacioni sistemi mogu u velikoj meri da pomognu upravljanje transportom, i to pomoću novih telekomunikacionih tehnologija (GSM, SMS, GPRS i dr.), satelitskih sistema.

Uopštena definicija informacionog sistema bi bila: Informacioni sistem je integrisani skup komponenti za sakupljanje, snimanje, čuvanje, procesovanje i prenošenje informacija.

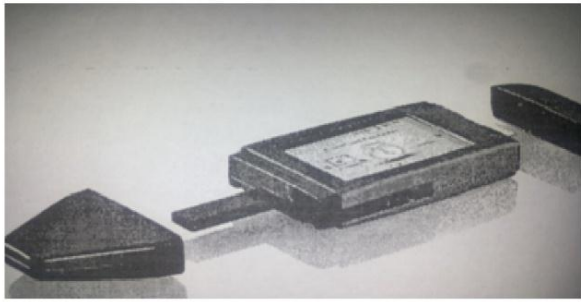
Menadžment informacioni sistem predstavlja skup postupaka za sakupljanje, memorisanje i obradu informacija za potrebe menadžerskih funkcija.

Računovodstveni informacioni sistem predstavlja skup organizacionih postupaka za sakupljanje, memorisanje i obradu finansijsko-računovodstvenih informacija, odnosno on treba da omogući dobijanje relevantnih informacija o stanju imovine, prihodima i rashodima preduzeća i dr. Marketing informacioni sistem se definiše kao skup komponenti koje su međusobno tako povezane da teže ostvarivanju zajedničkog cilja tj. pretvaranju marketinških podataka u marketinške informacije.

Kadrovski informacioni sistem se može definisati kao skup postupaka za sakupljanje, memorisanje, obradu i upotrebu informacija za planiranje i upravljanje kadrovima u preduzeću. Savremeni informacioni sistemi u mnogo čemu mogu da pomognu kod upravljanja transportom na svim nivoima. Moderni transport, kako robe tako i putnika, uz pomoć novih telekomunikacionih tehnologija (internet, GSM, SMS, GPRS, i td.), satelitskih sistema (GPS, DGPS, GALILEO i td.) i savremenog upravljačkog softvera može biti kvalitetniji, brži, sigurniji i isplativiji.

#### 4.2. Način prikupljanja podataka

U ovom preduzeću podaci sa digitalnih tahografa se prikupljaju preko mobilnog ključa za skidanje podataka. Mobilni ključ za skidanje podataka iz tahografa i kartice vozača za sve digitalne tahografe. Prikazan na slici 2. koji ispunjava pravne obaveze za preuzimanje obaveza za odgovorna lica voznih parkova i radionice i vozne parkove. Poseduje na sebi TFT ekran koji prikazuje poslednje preuzimanje, status preuzetih podataka kao i kapacitet baterije i stanje memorije koja je dovoljna za 6.000 preuzimanja podataka



Slika 2. Mobilni ključ za skidanje podataka

Tahograf je uređaj koji omogućava permanentno praćenje režima vožnje i eksploatacije motornog vozila. On omogućava da se u svakom trenutku očita brzina kretanja, vreme upravljanja vozilom i pređeni put.

Tahografski uređaj je poslednjih 20tak godina prošao razne faze. Savremeni moderni tahograf, jeste digitalni tahograf čija je upotreba predviđena direktivom EU. Jedan od najčešće primenjivanih jeste SIEMENS VDO DTCO1381/82 prikazano na Sl.3.

Slika 3. Digitalni tahograf SIMENS VDO DTCO1381/82



digitalni tahograf koji postavlja nove standarde u pogledu učinka, tehnologije, dizajna i otpornosti. Omogućava da se podaci kao što su vreme vožnje i odmora, brzina i broj obrtaja, kao i informacije potrebne za kalibraciju budu digitalno zapisani [3].

#### 4.3. Način komunikacije

Radi kvalitetnog obavljanja transportnog zadatka, i kako bi se transport odvijao na što efikasniji način mora postojati određena komunikacija. Komunikacija je veoma bitna između vozača i menadžera transporta jer na taj način menadžer transporta upućuje vozača, i daje mu potrebne informacije o transportu. Ako dođe do nekih komplikacija prilikom transporta, vozač je taj koji kontaktira menadžera transporta i čeka dalja uputstva.

Preduzeće „Jugoprevoz“ Kruševac koristi usluge mobilnog operatera telekom u nacionalnom saobraćaju. U te usluge spadaju:

- Razgovor između svih učesnika u transportnom procesu,
- SMS prenos kratkih tekstualnih poruka.

### 5. ANALIZA STANJA BEZBEDNOSTI SAOBRAĆAJA U PREDUZEĆU „JUGOPREVOZ“ KRUŠEVAC

Stanje u bezbednosti saobraćaja kod velikog broja zemalja u svetu izaziva visoko nezadovoljstvo i proizvodi veliku brigu. Bezbednost saobraćaja u svim granama, a posebno u drumskom saobraćaju, postala je jedna od

glavnih društvenih briga. Čovek je svojim pronalascima stvorio tehničke uslove da se brzo kreće, ali i takve društvene odnose da je to postalo potreba. Organizacija života i rada, savremenog čoveka primorava da se brzo kreće kako bi mogao obaviti poslove na različitim i često prostorno udaljenim mestima. Stiče se utisak da savremeni čovek juri vreme sa željom da u toj trci pobedi. Međutim, u toj borbi sa vremenom nastaju i negativne posledice stradanje ljudi i izazivanje štete.

Pod dejstvom sankcija ekonomske krize, dugotrajnih ratova u okruženju, bombardovanja naše zemlje, smanjenja proizvodnje i uvoza pogonskog goriva, motornih vozila i delova za njihovo održavanje, u našoj zemlji su stvoreni nepovoljni uslovi za odvijanje saobraćaja. Padom standarda stanovništva, zastarelim voznim parkom i zapuštenom putnom mrežom i objektima na njoj, povećana je ugroženost stanovništva u saobraćaju, u prethodnoj deceniji.

Najnovije povećanje broja motornih vozila (uvezenih iz inostranstva), uz povećanje inteziteta njihove eksploatacije, zatim značajno uključivanje naše zemlje u međunarodni drumski saobraćaj, sa jedne strane i pomalo povećanje i poboljšanje putne mreže, sa druge strane, istakli su u prvi plan probleme bezbednosti i regulisanja saobraćaja. Ako se, pored navedenih faktora, uzme u obzir nezadovoljavajući nivo tehničke i saobraćajne kulture velikog dela vozača i ostalih učesnika u saobraćaju, očigledno je da se samo putem organizovane aktivnosti na preventivi prekršaja pravila saobraćaja, uz angažovanje raznih društvenih činilaca mogu postići očekivani rezultati u bezbednosti saobraćaja.

Da bi služba bezbednosti saobraćaja mogla efikasno da deluje na preventivi saobraćajnih nezgoda i prekršaja pravila saobraćaja neophodno je da se njena organizacija i sadržaj rada, kao i nadležnosti, precizno utvrde odgovarajućim normativnim aktima.

Na osnovu člana 6 i 7 Zakona o bezbednosti saobraćaja na putevima (Službeni glasnik Rep. Srbije broj 53/82, 15/84, 5/86 i 28/91) i člana 68 Statuta društva, upravni odbor preduzeća „Jugoprevoz“ Kruševac doneo je:

#### Pravilnik o Unutrašnjosti Kontrolni Bezbednosti Saobraćaja

Ovim pravilnikom se reguliše unutrašnja kontrola bezbednosti saobraćaja, određuju uslovi za učešće vozača u saobraćaju i uslovi koje moraju ispunjavati vozila u saobraćaju sa aspekta bezbednosti saobraćaja.

Unutrašnja kontrola i nadzor nad primenom propisa i mera bezbednosti saobraćaja u preduzeću ostvaruje se preko:

- direktora preduzeća,
- rukovodioca organizacionih i radnih jedinica,
- neposrednih rukovodioca u održavanju,
- službe bezbednosti saobraćaja,
- službe saobraćajne kontrole,
- službe zaštite na radu i
- dispečerske službe.

Neposredno sprovođenje odredbi propisa o bezbednosti saobraćaja vrše direktni izvršioc i u delokrugu svog

radnog mesta, a prema utvrđenom tehnološkom postupku i ostalim pratećim propisima.

#### A. Uslovi prijema vozača i upravljanja motornim vozilom

Selekcija vozača za rad u autotransportnoj organizaciji predstavlja početnu, ali i veoma značajnu mogućnost za podizanje nivoa bezbednosti saobraćaja. Poznata je činjenica da bezbednost saobraćaja na putevima i ulicama u prvom redu zavisi od profesionalne osposobljenosti vozača, njihovog zdravstvenog stanja, pažnje, transportne discipline i ostalih faktora koji karakterišu ličnost vozača i njegov odnos prema drugim učesnicima u saobraćaju.

Radni odnos može zasnovati lice koje ispunjava sledeće uslove:

- da nije osuđivano niti pod istragom za teška krivična dela ugrožavanja bezbednosti saobraćaja ili krivična dela protiv privatne i društvene imovine,
- da poseduje takav stepen kulture i obrazovanja da se može pristojno ophoditi sa strankama i radnicima radne organizacije,
- da poseduje vozačku dozvolu za kategoriju vozila za koju se lice prima u radni odnos,
- da zadovolji na usmenom i pismenom ispitu iz poznavanja propisa iz oblasti bezbednosti saobraćaja, poznavanja i održavanja motornih vozila i proveri praktičnog znanja upravljanja vozilom,
- da ispunji uslove propisane Pravilnikom o zdravstvenim uslovima koje moraju ispunjavati vozači motornih vozila.

Proveru znanja vrši posebna komisija u čiji sastav ulazi radnik iz službe bezbednosti saobraćaja[4].

## 6. ZAKLJUČAK

Na osnovu izvršene analize poslovanja može se zaključiti da preduzeće AD „Jugoprevoz“ Kruševac spada u veća preduzeća. Kao što je rečeno, kroz istoriju prolazilo je kroz krizne periode, ali bez obzira na to, ono danas predstavlja jedno stabilno preduzeće.

Do zaključka koji dovodi na osnovu analize poslovanja preduzeća u prethodnom periodu je da se pristupi reorganizaciji kako bi se stekli uslovi za povećanje konkurentnosti preduzeća, iskoristiti postojeće i proširivati nove kapacitete prevoza. Ovom reorganizacijom je krenulo 2000. godine.

Prethodnih godina broj zaposljenih varira oko 520 radnika u preduzeću „Jugoprevoz“ Kruševac. Što se tiče voznog parka, iz godine u godinu vrši se obnova tj. kupovina novijih vozila, što pokazuje podatak da je prosečna starost vozila u međumesečnom saobraćaju 9 godina.

## 7. LITERATURA

- [1] Prof.dr Gladović Pavle, „*Tehnologija drumskog saobraćaja*“, Novi Sad,FTN izdavaštvo 2006. Godine
- [2] <http://www.jugoprevozks.rs/>
- [3] Prof.dr Gladović Pavle, „*Informacioni sistemi u drumskom transportu*“, Novi Sad,FTN izdavaštvo, 2014. Godine
- [4] Golubović Dragomir: „*Istorija Jugoprevoza*“

### Kratka biografija:



**Nenad Spahić** rođen je u Kraljevu 1993. god. Master rad odbranio je 2017. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti saobraćaja.

**EKSTERNI TROŠKOVI U FUNKCIJI OBEZBEĐENJA ODRŽIVOG RAZVOJA DRUMSKOG TRANSPORTA****EXTERNAL COSTS FOR THE PURPOSE OF PROVIDING SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF ROAD TRANSPORT**Anđela Dutina, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – SAOBRAĆAJ**

**Kratak sadržaj** – U ovom radu predstavljeni su zadaci i ciljevi ekonomskih instrumenata u funkciji održivog razvoja i transporta, njihova primena u svrhu internalizacije eksternih troškova u drumskom transportu. Prikazana su i rešenja za smanjenje eksternih troškova u drumskom transportu, a time i za obezbeđenje preduslova za njegov održivi razvoj.

**Abstract** – This paper tasks and goals of economic instruments for the purpose of sustainable development, their implementation with the purpose of external costs internalization in road transport. Displayed are the solutions for internalization of external costs in road transport and thus provision of the preconditions for its sustainable development.

**Ključne reči:** saobraćaj, održiv razvoj, eksterni troškovi, smanjenje troškova

**1. UVOD**

Razvoj transportne aktivnosti, pored brojnih koristi za moderno društvo, sa sobom nosi i brojne nedostatke i negativne sporedne efekte. Tu se pre svega misli na negativan uticaj transporta na čovekovu okolinu, na veliki broj različitih nezgoda koje se javljaju u transportu, pojavu zagušenja u saobraćaju i slično.

Za razliku od koristi, troškove ovih negativnih efekata ne snose samo korisnici transporta. Naime, u stručnim krugovima, a polako i u široj javnosti, shvaćeno je da troškovi transporta ne obuhvataju samo ono što država ili korisnici plate za transportnu uslugu, već da oni obuhvataju mnogo širi skup troškova [1].

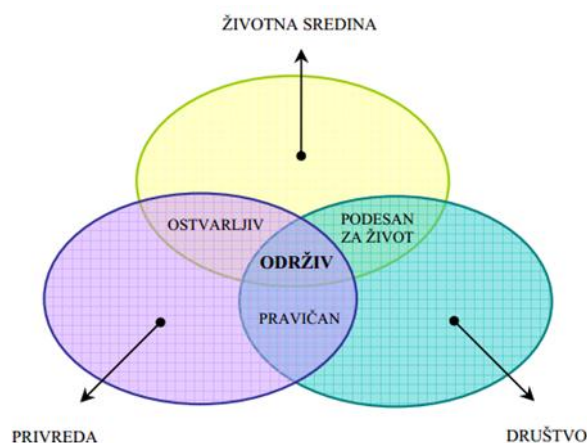
**2. ODRŽIVI RAZVOJ SAOBRAĆAJA**

Koncept održivosti je primenjiv u svim sferama ljudske prakse. Ne sme se zaključiti da održivi razvoj zanemaruje ili čak isključuje značaj tehnologije. Održivi razvoj ne bi trebalo shvatiti samo kao skup rešenja za ekološke probleme.

Održivi razvoj podrazumeva uspostavljanje ravnoteže i pravednog odnosa između tri dimenzije održivosti, društvenog razvoja, ekonomskog napretka i zaštite životne sredine, a samim tim međusobno povezivanje i uzajamno delovanje ove tri dimenzije održivosti koje predstavljaju tzv. magični trougao održivog razvoja koji je i prikazan na slici 1.

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Milica Miličić, vanredni prof.



Slika 1. Magični trougao održivog razvoja[2]

**2.1. Pojam i ciljevi održivog razvoja**

Održivi transportni sistem treba da pruži pozitivan doprinos zaštiti životne sredine i društvenoj i ekonomskoj održivosti zajednice kojoj služi. On mora da obezbedi zadovoljenje potreba za transportom i kretanjem, ali tako da ne umani mogućnost narednim generacijama da zadovolje svoje potrebe. Neki opšti ciljevi mogli bi se definisati kao: povećanje raznovrsnosti transportnog sistema [2].

**2.2. Indikatori održivog razvoja saobraćaja**

Indikatori održivog razvoja saobraćaja mogli bi se definisati kao pokazatelji koji mere i vrednuju performanse transportnog sistema i njegove posledice po društvo u kojem se nalazi i kojem služi i koji pomažu menadžerima i saobraćajnim planerima da u obzir uzmu čitav niz ekonomskih, socijalnih i ekoloških posledica njihovih odluka.

**2.3. Razvojni trendovi ključnih indikatora održivog saobraćaja**

Procena je i da će se broj automobila sa današnjih 700 miliona do 2050. god. popeti na neverovatne tri milijarde. Sve ovo moglo bi da ima nesagledive posledice po životnu sredinu i ljudsko zdravlje ukoliko se na vreme ne preduzmu koraci u pravcu smanjenja emisije gasova i ukoliko se ne počne sa uvođenjem i sprovođenjem strategije održivog razvoja saobraćaja.

**2.4. Poznavanje održivog razvoja i održivog transporta**

Na području Republike Srbije sprovedeno je istraživanje o poznavanju održivog razvoja i transporta. Uzorak ispitanika je izabran metodom slučajnog izbora. Na osnovu dobijenih rezultata može se utvrditi da je potrebno spro-

voditi kampanje u cilju promovisanja održivih vidova transporta, upoznavanja stanovništva lokalne samouprave sa njihovim prednostima u vezi sa zaštitom životne sredine, zdravlja ljudi, unapređenja bezbednosti i dr. [3].

### 2.5. Edukacija kao osnovni preduslov održivog razvoja

Neophodno je izdvojiti dovoljno sredstava za finansiranje efikasne strategije marketinga. Mogu se koristiti različita sredstva; brošure, lokani radio i televizija, web sajtovi, kako bi svi sektori javnosti bili obaviješteni

### 2.6. Smernice i iskustva evropskih gradova

#### 2.6.1. Kopenhagen

Da bi sačuvali jačinu saobraćaja stabilnom, grad je smanjio broj automobila u gradu eliminišući parking prostore po stopi od 2-3% godišnje, tako da su za 10 godina uspeli da smanje broj parkirališta za 600 vozila. Grad je formirao nove biciklističke staze i produžio postojeće.

#### 2.6.2 Strazbur

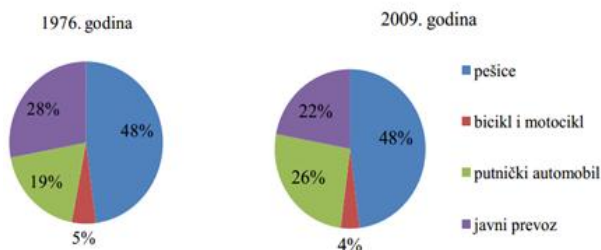
Direktni saobraćaj preusmeren je na velike bulevare na spoljašnjem kružnom putu ili na zaobilaznicama. Biciklisti i pešaci imaju slobodan prilaz svim područjima.

#### 2.6.3. Banja Luka

Povećanje broja parkinga u centralnoj gradskoj zoni neće dovesti do boljeg protoka saobraćaja, nego će stvoriti veću zakrčenost. Samo trećina ispitanika koristi bicikl zato što ne zagađuje okolinu, dve trećine koristi bicikl retko i ne smatra ga korisnim prevoznim sredstvom [4].

#### 2.6.4. Novi Sad

Poređenjem podataka sa rezultatima raspodele na pojedine vidove prevoza iz 1976. godine (Slika 2.), može se zaključiti da je za proteklih 35 godine razvoja grada, procenat nemotorizovanih putovanja ostao nepromenjen (48 %) [5].



Slika 2. Raspodela putovanja na vidove prevoza – 1976. i 2009. godina [5]

## 3. EKSTERNI TROŠKOVI

Potrebno je napraviti jasnu razliku između internih i eksternih troškova. Postoji više definicija eksternih troškova. Možemo reći da su eksterni troškovi oni troškovi koji nisu normalno uzeti u obračun na tržištu ili u odlukama učesnika na tržištu, u ovom slučaju učesnika u transportu.

### 3.1. Troškovi zagađenja atmosfere

Obuhvataju četiri osnovne grupe troškova: (i) zdravstvene troškove, (ii) gubitke na usevima u poljoprivredi i druge gubitke u vezi sa biosferom, (iii) štete nastale na zgradama i (iv) posledice po biodiverzitet [6].

### 3.2. Troškovi saobraćajne buke

Kada je reč o ekonomskim instrumentima najbolje rešenje za internalizaciju eksternih troškova buke bilo bi uvođenje instrumenta koji bi varirao po nekoliko osnova, pre svega u zavisnosti od vrste vozila.

### 3.3. Troškovi zauzimanja površine

Izgradnju saobraćajnica u suvozemnom saobraćaju prati i neminovno zauzimanje zemljišnih površina čime se gube plodne zemljišne površine i smanjuje životni prostor stanovništva.

### 3.4. Troškovi saobraćajnih nezgoda

Kao osnovu za kalkulaciju visine ovih troškova služe između ostalog, starosna struktura, prosečna zarada, prosečni životni vek i sl. i na tim podacima se temelji matematički model kalkulacije [7].

### 3.5. Troškovi zagušenja

U drumskom saobraćaju zagušenje izaziva kao sekundarne efekte ozbiljno povećanje troškova energije, a time i uvećano, dodatno zagađivanje [8].

### 3.6. Potrošnja energije

Poznato je da je saobraćaj jedan od najvećih potrošača energije – od ukupne energije na potrošnju u saobraćaju otpada oko 20-25%.

## 4. TROŠKOVI I PROBLEMI INTERNALIZACIJE EKSTERNIH TROŠKOVA

Novčana internalizacija se primenjuje za povećanje ili smanjenje tržišnih vrednosti na koje utiču eksterni efekti i nije toliko radikalna. Internalizacija percepcijom je fundamentalna, jer se odnosi na biosferu.

### 4.1. Karakteristike našeg saobraćajnog sistema i saobraćajne politike i posledice

Posledice nesprovođenja definisane saobraćajne politike sa skupom manje ili više adekvatnih mera i sredstava su nastajanje potpuno neregulisanog, neusklađenog ni unutar sebe ni sa svetom, transportnog tržišta.

#### 4.1.1. Osnovni ciljevi i podciljevi

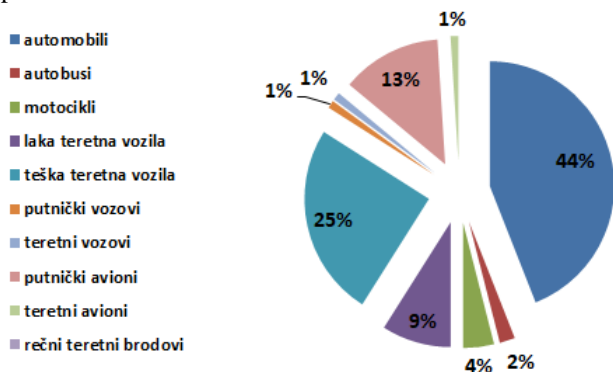
Osnovni ciljevi i podciljevi su: stvaranje racionalnijeg sistema saobraćaja, kompletiranje saobraćajne infrastrukture, stimulisanje javnog saobraćaja u gradovima, informisanje subekata u saobraćaju, povećanje bezbednosti saobraćaja, uklapanje u svetske i evropske norme i standarde, brže i efikasnije uključenje u međunarodne saobraćajne sisteme.

#### 4.1.2. Mere

Konzistentan skup mera za ostvarivanje navedenih ciljeva bi obuhvatao: harmonizaciju, jačanje tržišnih kriterijuma za preduzeća radi veće efikasnosti, uključivanje troškova eksternih efekata saobraćaja u troškove saobraćajne infrastrukture i cene saobraćajnih usluga, poresku politiku koja bi stimulisala korišćenje društveno racionalnijih vidova prevoza, strože tehničke norme i standard, stimulativne mere za korisnike, prevoznike i gradove koji unapređuju javni saobraćaj, skup informativnih i obrazovnih programa o saobraćajnim problemima.

## 5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA EKSTERNIH TROŠKOVA U EVROPI

Na osnovu istraživanja u 17 evropskih zemalja došlo se do sledećeg zaključka: ukupno eksterni troškovi za putnički saobraćaj iznose 413.793 miliona EUR (63,6%), a za teretni saobraćaj 236.482 miliona EUR (36,4%), što je prikazano na slici 3.



Slika 3. Udeo svih eksternih troškova u procentima[9]

## 6. PROCENA UKUPNIH EKSTERNIH TROŠKOVA SAOBRAĆAJA I VARIJANTE EKSTERNIH TROŠKOVA ZAVISNOSTI OD ALTERNATIVA PRIVREDNOG RAZVOJA I RASPODELE PREVOZA NA GRANE I VIDOVE

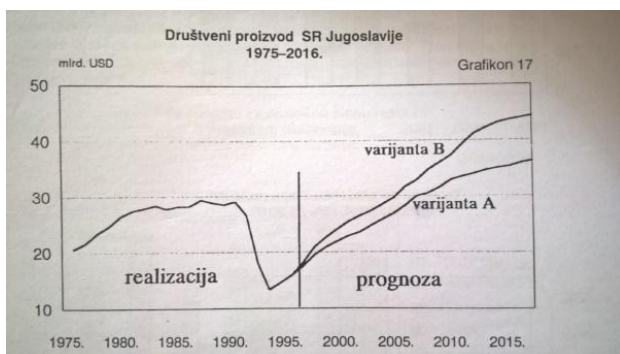
U ovoj tački je urađena sinteza procena eksternih troškova, uz puno uvažavanje strukture i nivoa razvoja privrede i saobraćaja u našoj zemlji.

### 6.1. Procena eksternih troškova u 1990.godini

Troškovi nezgoda kod putničkih automobila su skoro osam puta niži od evropskih, a kod autobusa i u železničkom saobraćaju preko dvadeset, odnosno deset puta niži. Troškovi buke su znatno manji u odnosu na jedinične troškove u evropskim zemljama. Troškovi zagađenja, ovoj proceni su samo dva puta manji od jediničnih troškova u posmatranim evropskim zemljama.

### 6.2. Procene varijanti eksternih troškova 2004. i 2016.

Polazeći od jake međuzavisnosti između nacionalnog dohotka i obima rada u putničkom i robnom saobraćaju, urađene su prognoze obima rada u saobraćaju. Kao mogući tipičan interval je izabran interval između 5% i 7% u periodu do 2004.godine, pretpostavljajući da će posle drastičnog pada svi indikatori rasta naglo porasti. Za period do 2016.godine izabrana je stopa rasta od 4% do 5% godišnje što je prikazano na slici 4.



Slika 4. Društveni proizvod SR Jugoslavije 1975-2016[9]

## 7. KONKRETNE MERE SA ASPEKTA EKSTERNIH EFEKATA

Ovo podrazumeva da se jasno utvrde svi relevantni ekonomski i finansijski elementi poslovanja saobraćajnih preduzeća, da se na nivou države i gradova utvrde jasno odgovornosti i zadaci.

### 7.1. Standardi

S aspekta eksternih efekata saobraćaja, važna je saobraćajna politika u celini, kao konzistentan skup mera koji usmerava razvoj i funkcionisanje saobraćaja u željene okvire. Uloga države je tu nezamenljiva u obezbeđenju, sprovođenju i kontroli.

### 7.2. Ekonomski instrumenti

Ekonomski instrumenti predstavljaju sistem podsticaja, bilo pozitivnih ili negativnih, koji se uspostavljaju s ciljem da se utiče na ponašanje i odluke ekonomskih agenata u nameri da se zaštite i očuvaju ekološki resursi.

### 7.3. Organizacione mere

Organizacione mere s posmatranog aspekta, takođe, najvećim delom su u nadležnosti državnih institucija, pretpostavljajući da je država odgovorna za formiranje tela i organa koja se bave eksternim efektima saobraćaja, kao i za obezbeđenje mogućnosti za koordinaciju njihovog rada.

### 7.4. Nove društvene vrednosti, obrazovanje i propagandi

U kontekstu ovog zadatka nužno je širiti i argumentovati ideje, formulisane u nizu nacionalnijih i međunarodnih institucija vezane za ekologiju [8].

## 8. OTVARANJE MOGUĆNOSTI RAZVOJA TRANSPORTNOG SISTEMA U DUHU ODRŽIVOG RAZVOJA PREMA BELOJ KNJIZI EU

Bela knjiga je pripremljena sa ciljem da predstavi pozitivno zakonodavstvo za prilagođavanje i integraciju zemalja u unutrašnje tržište Evropske unije. Usaglašavanje propisa za sve vidove saobraćaja ima za cilj prestrukturiranje i uspostavljanje celovitog i uravnoteženog multimodalnog saobraćajnog sistema koji je prilagođen Evropskoj uniji.

## 9. ZAKLJUČAK

Negativni uticaj saobraćaja na čoveka i okolinu, u radu je izražen preko negativnih eksternih efekata saobraćaja (saobraćajne nezgode, zagušenja u saobraćaju, zauzimanje površine, buka, izduvni gasovi). Ti negativni efekti prouzrokovali su pojavu izvesnih troškova koji su definisani kao eksterni troškovi saobraćaja, koje je čovek oduvek izbegavao da ukalkuliše u proračune sa ostalim troškovima.

U razvijenim, ali i zemljama u razvoju, poslednjih godina se ulažu veliki naponi u kreiranje i sprovođenje strategije razvoja transporta, koja će istovremeno omogućiti bolju mobilnost ljudi i robe i obezbediti bolje ekološke uslove. I pred Srbiju, kao potencijalnu državu za članstvo u Evropskoj uniji, postavlja se i jedan novi zadatak. To je neophodnost stvaranja i konstantnog prilagođavanja strategije razvoja održivog saobraćaja koja, između ostalog, podrazumeva i rešavanje problema negativnih ekster-

nih efekata kroz iznalaženje mogućih načina, odnosno ekonomskih instrumenta za njihovu internalizaciju.

Kada je reč o ekonomskim instrumentima, dominantna uloga poreza i naknada u rešavanju ekoloških problema u Evropi nikako se ne dovodi u pitanje.

S obzirom da različiti ekonomski instrumenti mogu obezbediti različit stepen internalizacije određenog eksternog troška, predloženi su oni ekonomski instrumenti koji su se pokazali kao najbolja rešenja za internalizaciju datog eksternog troška. Internalizacijom se nastoji ujednačiti konkurentnost pojedinih transportnih grana, odnosno rasterećenje drumskog transporta. Najveća pažnja bi se trebala posvetiti željezničkom transportu, jer je on ekološki najprihvatljiviji vid prevoza.

## 10. LITERATURA

- [1] M. Maibach, i dr., "*Handbook on estimation of external costs in the transport sector*", Produced within the study Internalisation Measures and Policies for All external Cost of Transport (IMPACT), CE Delft, 2008.
- [2] S. Kaplanović, "*Internalizacija eksternih troškova kao zahtev politike na nivou Evropske unije*", Doktorska disertacija, Ekonomski fakultet, Beograd, 2012.
- [3] V. Radičević, M. Subotić, D. Milić, "*Promovisanje održivog urbanog transporta u funkciji održivog razvoja*", [www.meste.org/fbim/fbim\\_srpski/FBIM.../VK\\_Radicevic.pdf](http://www.meste.org/fbim/fbim_srpski/FBIM.../VK_Radicevic.pdf).
- [4] D. Stokić, "*Edukacija građana-osnovni preduslov za održivi transport*", Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, 2009.
- [5] V. Basarić, "*Model simulacije efekata primene mera saobraćajne politike*", Tehničko rešenje, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2015.
- [6] M. Zatezić, "Saobraćaj i životna sredina", *1<sup>st</sup> international conference - Ecological safety in post-modern environment*, Banja Luka, Jun 2009.
- [7] N. Kolarić, "*Menadžment u saobraćaju*", Visoka turistička škola, Beograd, 2007.
- [9] O. Cvetanović, S. Novaković, "*Eksterni troškovi saobraćaja*", Želnid, Beograd, 2016.

### Kratka biografija:



**Andela Dutina** rođena je u Kragujevcu 1993. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja – Upravljanje transportom odbranila je 2017. god.



**ANALIZA PROBLEMA PLANIRANJA PROIZVODNJE U DIREKTNIM LANCIMA  
SNABDEVANJA SVEŽIM POVRĆEM****ANALYSIS OF PRODUCTION PLANNING PROBLEM IN SHORT VEGETABLE  
SUPPLY CHAINS**

Marko Dimitrijević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast - SAOBRAĆAJ**

**Kratak sadržaj** - Ovaj rad sagledava planiranje proizvodnje u lancima snabdevanja svežim proizvodima (sa posebnim akcentom na premijum proizvode), koji može pomoći poljoprivrednim menadžerima i menadžerima lanca snabdevanja da donose bolje odluke koje će uticati na povećanje njihove profitabilnosti i smanjenje rizika poslovanja. Predmet rada jeste analiza problema planiranja poljoprivredne proizvodnje, pre svega zasnovanih na metodama linearnog programiranja, u kontekstu maksimiziranja dobiti u celom lancu snabdevanja.

**Abstract** - This paper analyzes the planning of production in fresh food supply chains (with special emphasis on premium products), which can help farmers and supply supply managers to make better decisions that will increase their profitability and reduce business risks. The subject of this paper is an analysis of the problem of planning agricultural production, based on using linear programming, in the context of maximizing profits in the complete supply chain.

**Ključne reči:** Logistika, direktni lanac snabdevanja hranom, linearno programiranje, planiranje proizvodnje

**1. UVOD**

Trendovi u navikama potrošača i proizvodnim inovacijama menjaju poljoprivredno tržište i tržište prehrambenih proizvoda. Postoji sve veći broj diferencijalnih prehrambenih proizvoda koji privlače specifične potrošače, kao što je roba koja je ekološki uzgajana ili je uzgajana samo na specifičnom podneblju. Razvoj specijalizovanih trgovaca pokazuje da kvalitetna poljoprivreda sa visokim maržama može biti održiva i uspešna u okviruma maloprodajnih lanaca. Rast maloprodajnih tržišta donosi i više mogućnosti i više rizika za poljoprivrednu proizvodnju i lance snabdevanja poljoprivrednim proizvodima. Ovo daje priliku alternativnim poljoprivrednim proizvođačima da ostvare zaradu i budu konkurentni na robnom tržištu. S druge strane, visoka vrednost proizvoda i ograničena potražnja na tržištu stvaraju veće podsticaje kod proizvođača za izbegavanje neugodnih situacija i bolje planiranje proizvodnje. Usklađivanje ponude i potražnje predstavlja važan problem u svim privrednim delatnostima.

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc.dr Marinko Maslarić.**

Sposobnost pravilnog sagledavanja proizvodnje i distribucije robe kako bi se zadovoljile potrebe tržišta definišu uspeh neke organizacije.

U lancima snabdevanja hranom odluke o planiranju proizvodnje donose se nekoliko meseci unapred i moraju da uzmu u obzir veliki broj faktora, kao što su vremenske prilike, cene repromaterijala, varijabilnost tržišta potražnje, itd.

Predmet ovog rada jeste upravo analiza planiranja poljoprivredne proizvodnje u kontekstu maksimiziranja ukupne dobiti u lancu snabdevanja.

**2. TEORIJSKE OSNOVE KONCEPTA LANCA  
SNABDEVANJA HRANOM**

Značaj upravljanja proizvodnjom i lancem snabdevanja hranom je sve veći, kako zbog rasta zabrinutosti potrošača za kvalitet hrane i njen uticaj na zdravlje, tako i zbog sve zahtevnijih potreba maloprodaje i krajnjih potrošača. Koncept lanca snabdevanja, generalno, podstiče na sveobuhvatno sistemsko izučavanje lanca, fokusiranjem kako na veze između tehnološki različitih segmenata, tako i na upravljanje procesima u ovim segmentima [2]. Moderni lanci snabdevanja hranom, ili agro-prehrambeni lanci snabdevanja, predstavljaju mreže koje podržavaju tri glavna toka:

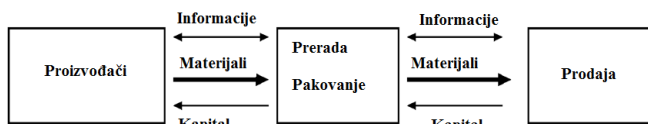
- fizičke tokove proizvoda, koji obuhvataju fizičko premeštanje proizvoda od dobavljača sirovina do proizvođača i od proizvođača do krajnjih kupaca,
- finansijske tokove, koji obuhvataju poslove kreditiranja i pozajmljivanja, rasporede isplata i otplata, štednje i osiguranja, i
- informacione tokove, koji koordiniraju fizičke tokove proizvoda i finansijske tokove.

Učesnici u lancu snabdevanja mogu da se nalaze u istoj zemlji ili izvan granica jedne zemlje. Čak i ako su unutar granica jedne zemlje, učesnici u lancu snabdevanja mogu biti prostorno razmešteni. Neki učesnici u lancu i neke usluge su specijalizovane, dok su ostali učesnici uključeni u više procesa.

Podrška lancu snabdevanja može biti iz javnog i iz privatnog sektora. Logističke usluge obuhvataju transport, komunikacije i informacione tehnologije. U lanac snabdevanja hranom uključeno je mnogo učesnika, kao što su: poljoprivrednici, trgovci na veliko i malo, seoski trgovci, dobavljači i prevoznici.

Na svim nivoima, protok informacija i upravljanje proizvodima je od suštinskog značaja za održavanje

kvaliteta hrane i njen brz protok kroz lanac snabdevanja (Slika 1).



Slika 1. Tokovi materijala, informacija i kapitala između proizvođača i potrošača u lancu snabdevanja hranom [1]

### 3. DIREKTNI LANCI SNABDEVANJA HRANOM

Direktni lanci snabdevanja hranom su lanci sa malim geografskim distancama i/ili sa smanjenim brojem posrednika.

Ovakav sistem se odnosi na širok spektar mreža snabdevanja na tržištu hrane, od direktne prodaje sa farmi, prodaje u piljarama itd., do promovisanja lokalnih proizvoda bez smanjenja broja posrednika. Direktni lanci snabdevanja hranom imaju mnoge prednosti, počev od lokalnog i održivog razvoja, kao i razvoja poljoprivrede. Lokalni razvoj, direktnih lanaca snabdevanja hranom treba da podstakne preseljenje poljoprivrednih aktivnosti u prigradska područja. Inače, ove aktivnosti bi bile manje profitabilne ako bi bile uključene u konvencionalne prehrambene lance snabdevanja.

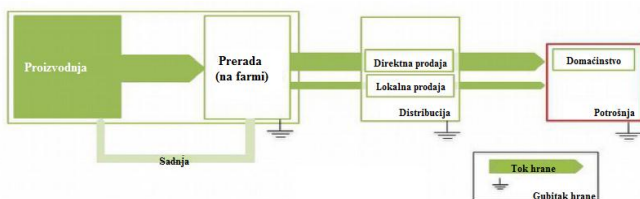
Mala gazdinstva koja su deo ovih sistema, pokazuju brojne socio-ekonomske prednosti u poređenju sa velikim farmama, naročito u pogledu zapošljavanja u ruralnim područjima [5].

#### 3.1. Poređenje globalnih i lokalnih lanaca snabdevanja hranom

Razlikovanje globalnih od lokalnih lanaca snabdevanja hranom obično se vrši na osnovu daljine koju proizvod mora da pređe od proizvodnje do potrošnje. Međutim, razlika između lokalnih i globalnih lanaca snabdevanja hranom može se ispoljiti i preko dodatnih kriterijuma, kao što je vrsta upravljanja i/ili organizacija lanaca snabdevanja, sredstva, znanja i tehnologija koje se koriste, te teritorijalnih aspekata koji oblikuju identitet proizvoda.

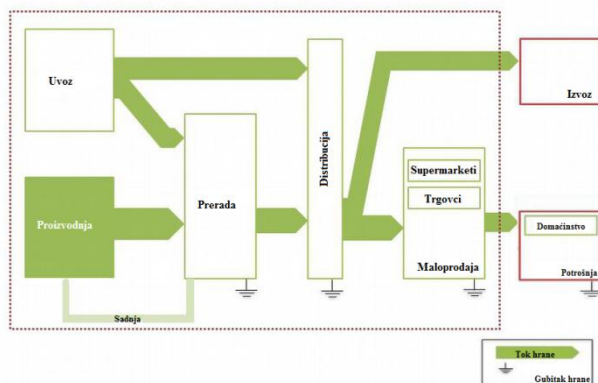
Mali (ili nepostojeći) broj posrednika u šemama direktne distribucije predstavlja veliku razliku kada se upoređuju globalni modeli lanaca snabdevanja hranom, proizvoda koji se plasiraju na veleprodajno tržište, supermarkete i u maloprodajne objekte pre nego što dođu do krajnjih potrošača.

Na Slici 2 dat je šematski prikaz jednog lokalnog lanca snabdevanja hranom.



Slika 2. Protok proizvoda u lokalnom lancu snabdevanja hranom [3]

Šematski prikaz globalnog lanca snabdevanja prehrambenim proizvodima prikazan je na Slici 3.



Slika 3. Šematski prikaz globalnog lanca snabdevanja hranom [3]

#### 3.2. Uloga logistike u direktnim lancima snabdevanja hranom

Osnovni problem direktnih lanaca snabdevanja hranom su veliki transportni (logistički) troškovi koji nastaju, pre svega, prilikom distribucije proizvoda.

Učesnici direktnih lanaca snabdevanja sve više postaju svesni potrebe za boljom organizacijom i realizacijom logističkih aktivnosti u svom lancu, jer na taj način mogu poboljšati svoju konkurentsku poziciju na tržištu (pre svega u odnosu na lance snabdevanja hranom velikih korporacija). Logistička organizacija i resursi u direktnim lancima snabdevanja (infrastruktura, veštine, strategije) su uglavnom podcenjeni, dok se logistička organizacija konvencionalnih (globalnih) lanaca snabdevanja već dugi niz godina konstantno poboljšava.

U odnosu na organizaciju globalnih lanaca snabdevanja, koji su na neki način dosegli maksimalnu efikasnost, direktni (lokalni) lanci snabdevanja još uvek mogu da se unapređuju.

### 4. PROBLEM PLANIRANJA PROIZVODNJE U DIREKTNIM LANCIMA SNABDEVANJA HRANOM

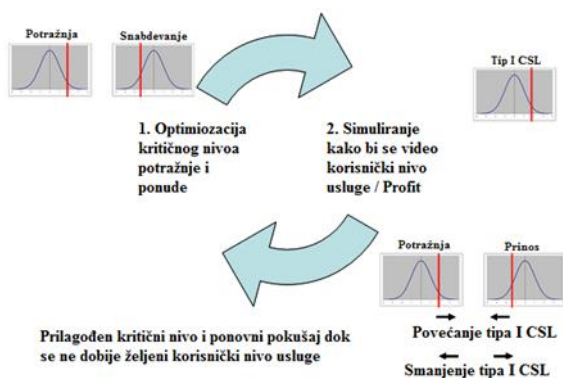
Mnogi matematički programi, koji služe planiranju proizvodnje, predloženi su u radovima na temu direktnih lanaca snabdevanja hranom, ali ne postoji podatak koliko njih je zapravo pronašlo praktičnu primenu. Većina teoretskih pristupa matematičkog programiranja neprimenjuju se pragmatično zbog relativnosti za proizvođače. Pre više od 60 godina objavljena je prva praktična primena operacionih istraživanja u planiranju proizvodnje [4] i ovaj pristup je opstao tokom vremena. U radu [4] predloženo je da se koriste informacije o potražnji kako bi se odredili odgovarajući datumi sadnje, na osnovu izmerenih stopa rasta i faktora uticaja okruženja.

U analiziranom dvostepenom algoritmu planiranja, proizvodna strategija (tj. količina zasada, vremenski raspored i lokacija) određuju se u prvoj fazi algoritma, a predstavlja rezultat kombinovane optimizacije linearnog programiranja za svaku potražnju i nivo prinosa.

U drugoj fazi algoritma za svaku od različitih potencijalnih proizvodnih strategija se određuje struktura povrata sredstava korišćenjem simulacije. U prvoj fazi

algoritma bira se traženi nivo prinosa i potražnje. Ovi nivoi predstavljaju verovatnoće za njihove kumulativne funkcije raspodele. Odgovarajući ciljani nivoi potražnje i prinosa se koriste kao deterministički ulazi za optimizaciju modela. U drugoj fazi algoritma, rešenje, koje je dobijeno modelom optimizacije, se simulira kako bi se analizirao nivo usluge korisniku.

Nivo korisničke usluge predstavlja ciklus potražnje za koji se očekuje da će celokupna potražnja biti ispunjena. Proces se ponavlja sve dok se ne postigne željeni nivo korisničke usluge. Sam proces se odvija u šest zasebnih koraka (Slika 4).



Slika 4. Analizirani dvostepeni algoritam planiranja [6]

Osnovni cilj modela jeste maksimizacija profita. Ukupni prihodi se izračunavaju za ciljne količine robe, na osnovu tražnje. Ne izračunava se na osnovu ukupnog broja proizvoda, jer u slučajevima prekomerne ponude neće se prodati svi proizvodi.

Model je ograničen tako da se ispunjava samo potražnja za svaku od nedelja. Ukupni troškovi uključuju troškove semena, troškove proizvodnje robe, troškovi transporta sa farme do mesta prepakivanja, troškove prepakivanja i troškove distribucije od mesta prepakivanja do maloprodajnih objekata. Troškovi proizvoda i troškovi transporta uzimaju se u obzir za svaki region i za svaku nedelju berbe. Nasuprot tome, troškovi prepakivanja robe i distribucije kupcu se množe sa brojem isporuka robe krajnjem odredištu. Troškovi semena predstavljaju troškove semena po aru pomnožen sa brojem ara. Prilagođavanje prekomerne ponude jednako je popustu prosečne cene proizvoda i prosečnih troškova transporta, prepakivanja i distribucije.

Cena uzgajanja je uključena u cenu proizvoda, jer će proizvođači sigurno tražiti plaćanje onoga što su uložili u proizvodnju. Sledeći korak u analizi jeste simulacija optimalnog rešenja za planiranje proizvodnje. Simulacija omogućava menadžmentu posmatrane kompanije realističnu raspodelu mogućih ishoda, za razliku od prognoza. Ove informacije se koriste za upoređivanje rizika i robusnosti različitih rešenja.

#### 4.1 Analiza pristupa predloženog u analiziranom radu

U radu [6] predložen je novi pristup rešavanju problema planiranja proizvodnje u lancima snabdevanja hranom. Suština predloženog pristupa planiranju je odgovarajući algoritam koji se sastoji od dva nivoa. Informacije i znanje koje se stiče u prvom koraku koristi se za razvoj

modela lanca snabdevanja posmatrane kompanije. Kroz proces izgradnje modela, menadžeri proizvodnje moraju kvantifikovati odnos troškova i prinosa u okviru lanca snabdevanja svežih proizvoda, uključujući i rizike. Glavni cilj ovog modeliranja jeste da se uključi slučajna promenljiva potražnje, prinosa i berbe, kao i da se razume njihov uticaj na nivo korisničke usluge.

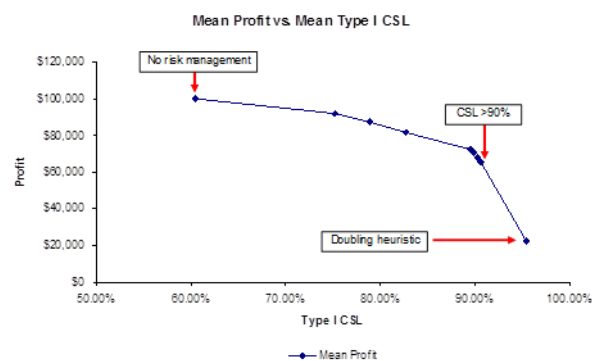
Koristi se algoritam koji predstavlja kombinaciju mešovitog integralno-linearnog programiranja i simulacije zasnovane na modelu Monte Karlo. Algoritam se koristi sve dok se ne dobije željeni nivo korisničke usluge. U prvoj fazi algoritma bira se traženi nivo prinosa i potražnje. Ovi nivoi predstavljaju verovatnoće za njihove kumulativne funkcije raspodele.

#### 4.2. Rezultati i analiza posmatranog istraživanja

Rezultati različitih optimizacija se prvo analiziraju kako bi se mogle posmatrati razlike rezultata određenih vrsta setve a rezultat su različitih nivoa potražnje i prinosa. Iako su u modelu veličine za žetvu relativno fiksne, pojavljuju se suptilne razlike u vrstama sadnje, kao i predvidive promene na posejanim površinama. Vršiti se simulacija različitih planova proizvodnje kako bi se utvrdilo da li se prihvatljiv nivo usluge za kupce može ostvariti s manje zasađenih hektara nego što je to slučaj kod industrijskih heuristika zasnovanih na dupliranju površine.

Koristi se sofisticirani dvostepeni algoritam koji uključuje razne rizike i pokazuje značajne uštede za posmatranu kompaniju u poređenju sa heurističnim dupliranjem. Rezultati modela optimizacije analiziraju se samo za razlike u modelima sadnje. Simuliran je udeo posmatrane kompanije-integratora lanca snabdevanja i rezultati nivoa usluge distribucije kod klijenata.

Obrazci sadnje preko izvodljivog rešenja, u smislu vremena i geografske pozicije, se menjaju, pošto je povećan nivo bezbednosti. Pošto je poželjan veći nivo bezbednosti, intuitivno, povećava se zasad, kao i optimizuje se lokacija za sadnju i vremenski raspored sadnje. Primećeno je da se najveći profit ostvaruje za najniži nivo korisničkih usluga. Slika 5 prikazuje kako srednja dobit opada sa povećanjem nivoa usluga korisnicima.



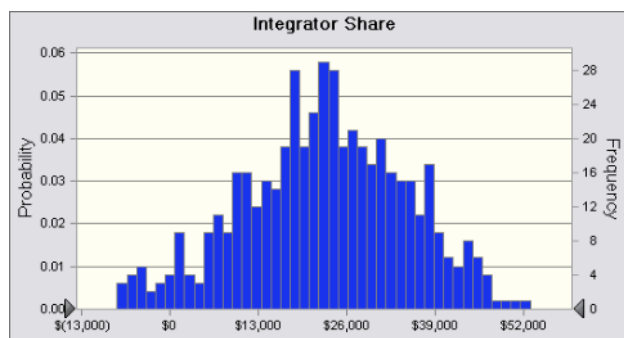
Slika 5. Srednja dobit u odnosu na nivo korisničke usluge [6]

Iako je profitabilnost poželjna, nivo korisničke usluge nije realno prihvatljiv, ako se ne preduzimaju mere za upravljanje rizikom. U trenutnoj formulaciji modela nema

negativnih posledica za nisku korisničku uslugu. Dobra usluga u jednoj nedelji ne utiče na mogućnost prodaje proizvoda u narednoj sedmici.

Rizik od lošeg nivoa usluge se smanjuje sa povećanjem posejane površine. Ipak, s obzirom da se nivo korisničke usluge povećava, smanjuje se profitabilnost, jer je potrebno uložiti više sredstava u proizvodnju kako bi se ispunio svaki zahtev i kako bi se zadovoljila potražnja. Varijabilnost profita se povećava zajedno sa višim nivoima korisničke usluge.

Sa jednostavnim dupliranjem, postoji čak i mogućnost gubitka profita, što nije slučaj pri primeni optimizacionih tehnika zasnovanih na linearnom programiranju (Slika 6).



Slika 6. Histogram profita iz plana optimizacije [6]

## 5. ZAKLJUČAK

Osnovna vrednost koju analizirani dvostepeni algoritam planira jeste određivanje optimalnog šablona (količina, lokacija, vremenski raspored), koji je teško izračunati ručno u kompleksnom planskom održavanju. Ako je nivo potražnje konstantan, a na raspolaganju je nekoliko sorti, moguće je odrediti obrazac za ručno izračunavanje ili se mogu napraviti jednostavne tablice.

Kada postoje mnoge lokacije za sadnju, sa različitim vremenima žetve i različitim nivoima potražnje, određivanje izvodljive sadnje biljaka je teško bez optimizacije. Ne samo da je potrebno uzeti u obzir i veličinu placa, već i vremenski raspored zasada i relativne troškove svake varijante. Relativno je lako predvideti situacije planiranja proizvodnje gde je broj promenljivih koje se razmatraju izvan opsega situacija gde se donose odluke bez pomoći.

Analizirani dvostepeni algoritam za planiranje ne uzima u obzir mogućnost izbora rizika od različitog kvaliteta zemlje na dve različite lokacije. Ako se prinosi rasporede u svaki region, on se može smatrati identičnim i nezavisnim, a sve manje površine će biti dovoljne da u potpunosti zadovolje unapred određeni nivo korisničke usluge, jer promene na jednoj lokaciji će biti nadoknađene na drugoj lokaciji.

Poljoprivreda predstavlja jednu od najbitnijih grana privrede u Srbiji. Oko 70 % teritorije Srbije čini poljoprivredno zemljište a ako 18 % stanovništva se bavi poljoprivredom i ako se uzme u obzir podatak da će se potražnja za poljoprivrednim proizvodima povećati za čak 50% do 2030. godine, poljoprivreda može biti glava karika razvitka privrede u Srbiji.

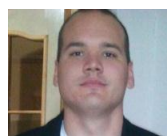
Kod nas je potrebno postići stabilnost proizvodnje, postaći poljoprivrednike da se udružuju i shvate značaj stabilnosti lanca snabdevanja.

Za ovo mogu se koristiti strana iskustva i ovaj rad prikazuje na koji način se može planirati i analizirati optimalnost nekog plana poljoprivredne proizvodnje.

## 6. LITERATURA

- [1] Girma Gebresenbet i Techane Bosona, "Logistics and Supply Chains in Agriculture and Food", Department of Energy and Technology, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, 2012., Sweden
- [2] Steven Jaffee, Paul Siegel, i Colin Andrews, *Rapid agricultural supply chain risk assessment*, Agriculture and Rural Development Department, World Bank, 2008.
- [3] Gamboa G., Gomiero T., Kovacic Y., Giampietro M., *Comparing local and global supply chains of tomatoes: the case of Catalonia*, Autonomous University of Barcelona, 2008
- [4] Bellec-Gauche A., Chiffolleau Y., Maffezzoli C., *Case Study: multidimensional comparison of local and global fresh tomato supply chains*, National Institute of Agricultural Research, UMR Innovation, Montpellier, 2015
- [5] Blanquart C., Goncalves A., Vandebossche L., Kebir L., Petit K., Traversac J. B., *The logistic leverages of short food supply chains performance in terms of sustainability*, HAL ID, 2011
- [6] Protić T., *Upotreba metoda operacijskih istraživanja u uslužnom sektoru*, Sveučilište u Zagrebu, 2015.

### Kratka biografija:



**Marko Dimitrijević**, rođen u Leskovcu 1991 god. Master rad odbranio 2017. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja-oblikovanje logističkih procesa u lancima snabdevanja.

**SUBJEKTIVNI OSEĆAJ BEZBEDNOSTI I ISKUSTVA U ELEKTRONSKOJ TRGOVINI****SUBJECTIVE FEELING OF SECURITY AND EXPERIENCE IN ELECTRONIC COMMERCE**Milena Todorović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – POŠTANSKI SAOBRAĆAJ I TELEKOMUNIKACIJE**

**Kratak sadržaj** – *Elektronska trgovina predstavlja procese kupovine i prodaje, odnosno razmenu proizvoda, usluga i informacija putem interneta. Na osnovu sprovedenog istraživanja vezanog za upotrebu elektronske trgovine, potrebno je ispitati kakva su iskustva ispitanika dovela do pozitivnog ili negativnog subjektivnog osećaja bezbednosti pri elektronskoj trgovini.*

**Abstract** – *Electronic commerce represents the processes of buying and selling, that is, the exchange of products, services and information via the Internet. Based on the conducted research related to the use of electronic commerce, it is necessary to examine the experiences of the respondents leading to a positive or negative subjective sense of security in e-commerce.*

**Ključne reči:** *Elektronsko poslovanje, elektronska trgovina, bezbednost elektronske trgovine, subjektivni osećaj*

**1. UVOD**

Razvoj informaciono-komunikacionih tehnologija kao i globalizacija tržišta doveli su do pojave elektronskog poslovanja i elektronske trgovine, kao lakšeg načina obavljanja brojnih poslova u odnosu na klasične načine. Mnoge kompanije danas promenile su način poslovanja u skladu sa novim tehnologijama, ali i mnogi pojedinci u svakodnevnom životu koriste elektronsko poslovanje. Konkretno, jedna od osnovnih komponenti elektronskog poslovanja je elektronska trgovina, koja pojedincu omogućava lakši i brži način izbora određenog artikla, pri čemu je neophodno da on poseduje uređaj i internet konekciju. Bez obzira na pogodnosti koje nudi elektronska trgovina, mnogi pojedinci imaju mišljenje da je nebezbedna, stoga je neophodno je izvršiti analizu bezbednosti elektronske trgovine.

Predmet istraživanja je bezbednost elektronske trgovine, pri čemu se istraživanje sprovodi na teritoriji Republike Srbije, radi prikupljanja podataka vezanih za upotrebu elektronske trgovine.

Cilj rada je analiza podataka dobijenih istraživanjem vezanih za subjektivni osećaj bezbednosti i za negativna iskustva koja su se dogodila pojedincu pri realizaciji elektronske trgovine, koji će biti realizovan kroz sedam poglavlja.

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Bojan Jovanović, docent.**

**2. ELEKTRONSKO POSLOVANJE**

Elektronsko poslovanje znači primenu elektronske tehnologije u postojećim privrednim aktivnostima, odnosno elektronizaciju, a nikako nastanak nekog novog sektora privrede ili nove „industrije“.

Ono podrazumeva preoblikovanje poslovnih procesa kako bi se postigla veća operativna efikasnost i povećala vrednost proizvoda i usluga koje se isporučuju kupcima. U oblasti elektronskog poslovanja važe neka pravila koja ne važe u oblasti tradicionalnih poslovnih procesa. Upravo su ovo neki od razloga zašto se na elektronsko poslovanje posmatra kao na novi sektor.

Elektronsko poslovanje je globalna privredna aktivnost. Ono je nastalo na procesima globalizacije svetske privrede i ne poznaje granice nacionalnih privreda. Elektronsko poslovanje, a pogotovo internet kao poslovni kanal, je omogućio da preduzeća mogu poslovati u bilo kom delu sveta, pod istim uslovima.

Ističu se osnove komponente elektronskog poslovanja[1]:

- E-trgovina;
- Upravljanje odnosima sa kupcima;
- Planiranje resursa u preduzeću (Eng. Customer relationship management – CRM);
- Upravljanje lancima snabdevanja (Eng. Enterprise resource planning – ERP);
- Poslovna inteligencija;
- Točak e-poslovanja.

Kao osnovne prednosti elektronskog poslovanja izdvajaju se [1]:

- smanjenje transakcionih troškova,
- velike kupovine po transakciji,
- objedinjenje celokupnog prodajnog procesa i
- tržištu se nudi drugačiji način kupovine.

Drugačiji način kupovine koji se nudi tržištu ima sledeće prednosti [1]:

- mogućnost definisanja obima kupovine kroz nekoliko dana,
- mogućnost izbora proizvoda uz uvid u aktuelne cene,
- mogućnost jednostavnog upoređivanja cena proizvoda u ponudi različitih prodavaca i
- mogućnost pretrage velikih kataloga proizvoda.

### 3. ELEKTRONSKA TRGOVINA

#### 3.1. Pojam i definicija

Elektronska trgovina u najprostijem smislu predstavlja kupovinu i prodaju proizvoda ili usluga putem interneta. Ona je pokrenula revoluciju u kupovini i prodaji proizvoda i usluga. Jer sve što je potrebno da bi se danas izvršila kupovina nekog proizvoda jesu kompjuter, pametni telefon, ili tablet i internet. Danas je ova grana veoma razvijena u svetu i zato predstavlja budućnost trgovine, a kada se uzme u obzir predviđanja nekih stručnjaka da će celokupna zemaljska trgovina do 2050. godine biti elektronska trgovina onda ovaj pojam još više dobija na značaju [2].

#### 3.2. Funkcionalnosti elektronske trgovine

Funkcionisanje elektronske trgovine koja se realizuje putem internet prodavnica zahteva ispunjenje određenih kriterijuma vezanih za uređenje sajta prodavnice, korpe, registracije korisnika, načina uručenja proizvoda, uslove korišćenja i politiku privatnosti.

Prvo i osnovno je da sajt za elektronsku trgovinu bude uređen na pravi način. On mora da bude pregledan i funkcionalan, da kad korisnik prvi put „uđe“ na taj sajt zna da nađe ono što mu je potrebno.

Da bi jedan sajt za prodaju usluga ili proizvoda mogao da funkcioniše na pravi način, osnovna stvar koju mora da poseduje je korpa. Korpa predstavlja alatku u okviru sajta, u većini slučajeva izgleda kao prava korpa, koja služi da bi se obavila kupovina odnosno da bi se željeni proizvod smestio u korpu.

Kako bi mogli da kupujete na nekoj veb prodavnici potrebno je da se registrujete na istoj. Poslodavac mora da obezbedi i više načina plaćanja naručenog proizvoda kako bi bio što konkurentniji na tržištu. Obično se nude sledeći načina plaćanja: preko poštanske uplatnice, preko kartica, elektronskim novcem, plaćanje pozećem, Web banking.

Postoje dva osnovna načina uručenja proizvoda - kurirska dostava (poslodavac šalje svoje proizvode putem kurirske službe) i lično preuzimanje (ako su u mogućnosti, veoma je važno da se omogući ovakav način isporuke proizvoda, jer je za kurirsku dostavu potrebno platiti dodatnu sumu novca za uslugu koju obavlja kurirska služba dok za lično preuzimanje nije potreban dodatan novac).

Uslovi korišćenja su veoma važna stavka u svakoj elektronskoj prodavnici. Uslovima korišćenja definisana su pravila pri kupovini koja važe za tu trgovinu. U ovom delu kupci treba da budu upoznati sa svim pravilima koje donosi kupovina na tom sajtu.

Što se tiče kriterijuma vezanih za politiku privatnosti, organizacija treba da se obaveže da neće deliti privatne podatke koji su unešeni tokom registracije na sajtu [2].

#### 3.3. Istorijски razvoj elektronske trgovine

Primene elektronske trgovine počele su ranih sedamdesetih godina prošlog veka, uvođenjem elektronskih poslovnih aplikacija (poznate kao elektronski transfer fondova – EDI) u velikim korporacijama i malom broju poslovnih firmi [1]. Korišćenjem EDI-a proširili su se tipovi firmi koje su učestvovala u ovim poslovima, sa finansijskih institucija na proizvođače, prodavce na malo i usluge. Elektronska trgovina u savremeno razvijenoj formi nije

bila poznata pre 1995. godine. Većina autora smatra da se njenim početkom može smatrati pojava prvog sajta elektronske trgovine, *Amazon.com* [1].

#### 3.4. Elektronska trgovina u odnosu na klasičnu trgovinu

Osnovna razlika elektronske trgovine u odnosu na klasičnu je u sredstvima rada. Princip trgovine je isti samo što se obavlja u drugačijim uslovima. Kao i u klasičnoj trgovini i u elektronskoj su prisutni svi elementi [2]:

- proizvod,
- mesto,
- marketing,
- način za prijem narudžbina,
- način za prijem novca,
- mogućnost vraćanja proizvoda,
- garancija i
- tehnička podrška.

#### 3.5. Vrste elektronske trgovine

Postoje razni modeli elektronske trgovine. Neki od najčešćih modela su [3]:

- Biznis prema Biznisu (Eng. Business to Business – B2B) – preduzeća trguju sa drugim preduzećima;
- Biznis prema Potrošaču (Eng. Business to Consumer – B2C) – preduzeća trguju sa individualnim kupcima;
- Potrošač prema Potrošaču (Eng. Consumer to Consumer – C2C) – pojedinac prodaje proizvode nekom drugom zainteresovan pojedincu;
- Mobilna trgovina (M) – Korišćenje bežičnih uređaja sa internetom (mobilni telefoni) za trgovinu na web-u.

#### 3.6. Prednosti i nedostaci elektronske trgovine

Osnovne prednosti elektronske trgovine su [2]:

- ukidanje posrednika u trgovini,
- obezbeđivanje boljeg pristupa informacijama,
- unapređenje odnosa kupac – prodavac,
- modifikacija tradicionalnog poimanja tržišta (globalizacija),
- uticaj na efikasnost regulatornih sistema,
- nisu potrebne skupe nekretnine niti aranžiranje izloga,
- neophodno je minimalno prodajno osoblje,
- postoji mogućnost da se prodaje kupcima na bilo kojem geografskom području,
- omogućena je trenutna komunikacija,
- prezentuje se interaktivni multimedijalni katalog koji može da pruži onoliko,
- informacija koliko kupac želi (bez skupih klasičnih kataloga i poštanskih troškova),
- veoma brzo se može vršiti prilagođavanje za promene u prodajnim cenama i nivou zaliha i
- velika je mogućnost adaptacije zahtevima kupaca.

Elektronska trgovina značajno smanjuje udaljenost između proizvođača i kupca, koji sada svoju kupovinu može da obavi direktno, bez angažovanja tradicionalnih posrednika: veleprodaje, maloprodaje i u slučaju usluga – distributera. Na drugoj strani, taj vid trgovine nameće potrebu za novom vrstom „posredovanja“ - provajderima pristupa mreži, elektronskim sistemom plaćanja, uslugama autorizacije i sertifikacije transakcija [2].

#### 4. PRAVNO REGULISANJE ELEKTRONSKE TRGOVINE

Elektronsko poslovanje i elektronska trgovina koji putem Interneta dobijaju zamah, danas otvaraju mogućnost novom vidu komunikacije sa potrošačima. Nespremnost za uključivanje u ovo novo tržište, značajno umanjuje konkurentske prednosti svakog poslovanja. Takva situacija zahteva prilagođavanje novim informacionim i tehnološkim trendovima, kao i stvaranje zakonske osnove za kreiranje dugoročnog plana tog područja.

Na oblast elektronske trgovine primenjuju se i odredbe drugih zakona, kao što su [2]:

- Zakon o obligacionim odnosima – koji reguliše obavljanje trgovinske delatnosti na daljinu;
- Zakon o elektronskom potpisu – čije odredbe su veoma značajne za punovažnost stavljanja u promet dokumenata u elektronskoj formi;
- Zakon o zaštiti potrošača;
- Krivični zakonik.

#### 5. METODOLOGIJA

U cilju razumevanja subjektivnog osećaja bezbednosti i iskustava u elektronskoj trgovini, sprovedeno je istraživanje koje se sastoji iz tri faze:

1. upoznavanje sa Narodnom Bankom Srbije preko posrednika (Erste Banka) kroz intervju,
2. anketa i
3. statistička obrada podataka i diskusija.

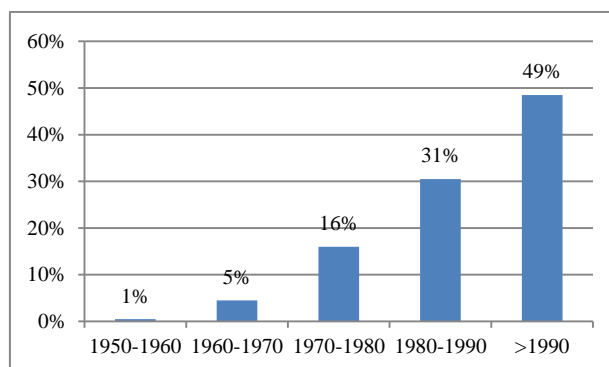
U prvoj fazi definisano je stanje elektronske trgovine u Srbiji, za 2015. i 2016. godinu. Druga faza istraživanja obuhvata anketiranje 200 ispitanika, dok je u trećoj fazi izvršena statistička obrada podataka dobijenih sprovedenom anketom kao i diskusija dobijenih rezultata.

#### 6. REZULTATI ANALIZE SA DISKUSIJOM

Prilikom izrade rada sprovedeno je istraživanje putem ankete u kom je učestvovalo 200 ispitanika koji su se najpre izjašnjavali o svojim socio-demografskim karakteristikama, stoga se prvo pristupilo analizi starosne strukture u kojoj su definisane starosne grupe ispitanika. Prva grupa su ispitanici rođeni u periodu od 1950. do 1960. godine koji su učestvovali u istraživanju u najmanjoj meri (1%), u istraživanju je učestvovalo 5 % ispitanika rođenih u periodu od 1960. do 1970. godine, 16% rođenih između 1970. i 1980. godine, 31% rođenih u periodu od 1980. do 1990. godine i najviše je učestvovalo građana koji su mlađe dobi, odnosno rođeni su posle 1990 godine, njih ukupno 49% (Slika 1).

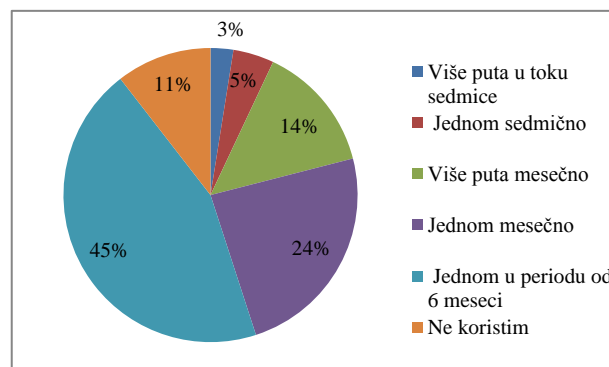
Analizom podataka dobijenih istraživanjem definisana je polna struktura ispitanika, te je utvrđeno da je u istraživanju učestvovalo mnogo više osoba ženskog pola (86%) nego osoba muškog pola (14%).

Da bi se utvrdilo koliko ispitanika koristi internet za kupovinu robe i usluga, postavljeno je sledeće pitanje „Pri kupovini preko interneta, koji način plaćanja najčešće koristite?“.



Slika 1. Starosna struktura

Analizom odgovora na dato pitanje utvrđeno je da samo 3% ispitanika više puta u toku sedmice za pomenutu svrhu koristi internet, jednom sedmično 5% ispitanika, više puta mesečno 14% ispitanika, jednom mesečno 24%, najviše je ispitanika koji jednom u periodu od 6 meseci koriste internet za kupovinu robe i usluga (45%) dok u ove svrhe internet ne koristi 11% ispitanika (Slika 2). Odgovori ispitanika, koji za kupovinu ne koriste internet, nisu uzeti u obzir prilikom dalje analize.



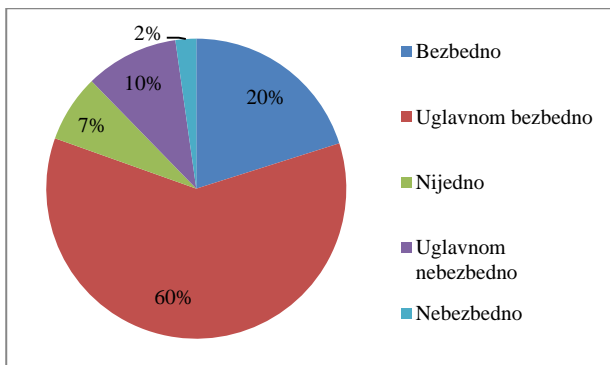
Slika 2. „Koliko često koristite internet za kupovinu robe i usluga?“

Prilikom istraživanja bilo je potrebno da se utvrdi na koji način ispitanici vrše plaćanje robe i usluga koje kupuju putem interneta.

Većina ispitanika usluge i robu koju kupuje putem interneta, plaća pouzecom (60%), 17 % ispitanika najčešće plaća platnim karticama, isti procenat ispitanika plaćanje vrši uplatom na račun, dok samo 6% ispitanika koristi PayPal.

Subjektivni osećaj bezbednosti pri elektronskoj kupovini često može da bude ograničavajući faktor u korišćenju ove vrste kupovine. Osobe koje se ne osećaju bezbedno pri realizaciji elektronske kupovine, često izbegavaju da kupuju putem interneta, stoga je ispitanicima postavljeno sledeće pitanje „Koliko bezbedno se osećate pri realizaciji kupovine putem interneta?“.

Od ukupnog broja ispitanika, 60 % je odgovorilo da se oseća uglavnom bezbedno, 20% bezbedno, što znači da ipak postoji određeni procenat ljudi koji imaju određene strahove kad je u pitanju elektronska kupovina, naime, 7% ispitanika se ne oseća ni bezbedno ni nebezbedno, 10% uglavnom nebezbedno i 2% nebezbedno (Slika 3.).



Slika 3. „Koliko bezbedno se osećate pri realizaciji kupovine putem interneta?“

U cilju razumevanja pomenutog subjektivnog osećaja nebezbednosti kod ispitanika, bilo je potrebno utvrditi da li postoji stvarni povod za takav osećaja pa je ispitanicima postavljeno sledeće pitanje: „Da li ste pri kupovini putem interneta određeni artikali platili, a isti Vam nije dostavljen?“.

Od ukupnog broja ispitanika, njih 20% je doživelo neprijatno iskustvo pri kupovini robe i usluga putem interneta u smislu da su platili za određeni artikal a isti im nije dostavljen, pri čemu ovakve situacije mogu kod osoba da stvore osećaj da je elektronska trgovina nebezbedna.

Povod za osećaj nebezbednosti kod ispitanika ispitivan je i putem sledećeg pitanja: „Da li ste bili u situaciji da su Vaši lični podaci nakon izvršene kupovine zloupotrebjeni?“.

Podatak da je 3% ispitanika doživelo neprijatno iskustvo u smislu zloupotrebe ličnih podataka ukazuje na to da ipak postoje ljudi koji su sposobni da izvrše zloupotrebu ličnih podataka, bez obzira što je broj ljudi koji su doživeli ovo iskustvo mali potrebno je unaprediti bezbednost elektronske trgovine robe i usluga ali i podsticati ljude da koriste ovaj vid trgovine.

Da bi se unapredila bezbednost elektronske trgovine u Republici Srbiji potrebno zakonski regulisati oblast elektronske trgovine, u smislu odnosa prodavca prema kupcu kao i zloupotrebe ličnih podataka. Država bi trebalo da sledi primere razvijenijih zemalja, kao što to čini kad su u pitanju druge društvene oblasti.

U Srbiji ova oblast još nije uređena, ali postoji predlog Zakona o informacionoj bezbednosti koji će rešiti pitanje bezbednosti korisnika koji kupuju robe i usluge putem interneta, pri čemu je ovaj predlog urađen po uzoru na EU ali još nije usvojen.

Nakon usvajanja zakona, trebalo bi isti promovisati među građanima, dati im do znanja da je ova oblast zakonski uređena te da nema razloga da ne koriste elektronsku trgovinu, a u slučaju da dođe do određene zloupotrebe po zakonu bi kupcu bila nadoknađena šteta, tj. prodavac koji bi načinio izvršio zloupotrebu bi bio sankcionisan.

## 7. ZAKLJUČAK

Savremen način života uslovio je razvoj elektronske trgovine, odnosno procesa kupovine, prodaje, transfera ili razmene proizvoda, usluga ili informacija putem kompjuterskih mreža, uključujući i internet. Putem interneta u Srbiji je realizovano 2.757.790 transakcija u 2015, godini, dok se u 2016. godini taj broj povećao za više od milion transakcija, što je rezultiralo sa 3.852.840 izvršenih transakcija u 2016. godini.

U cilju ispitivanja subjektivnog osećaja bezbednosti i negativnih iskustava koja su se dogodila pojedincu pri realizaciji elektronske trgovine, izvršeno je anketiranje u kojem je učestvovalo 200 ispitanika.

Subjektivni osećaj bezbednosti pri elektronskoj kupovini često može da bude ograničavajući faktor u korišćenju ove vrste kupovine, pri realizaciji elektronske trgovine 80% ispitanika se oseća bezbedno, odnosno uglavnom bezbedno (60%) i bezbedno (20%), što znači da ipak postoji određeni procenat ljudi koji imaju određene strahove kad je u pitanju elektronska kupovina. Ovakve situacije mogu kod osoba da stvore osećaj da je elektronska trgovina nebezbedna.

Osećaj nebezbednosti kod ispitanika može da bude uzrokovano i tim što je 20% ispitanika doživelo neprijatno iskustvo pri kupovini robe i usluga putem interneta u smislu da su platili za određeni artikal a isti im nije dostavljen, ali i time što 3% ispitanika doživelo neprijatno iskustvo u smislu zloupotrebe ličnih podataka, ovaj broj ljudi koji su doživeli ovo iskustvo je mali tako da se može reći da je elektronska trgovina bezbedan način kupovine robe i usluga.

Primena elektronske trgovine bi mogla da se poveća kad bi država zakonski zaštitila kupce od raznih zloupotreba, a nakon uvođenja zakona trebalo bi isti promovisati kako bi se subjektivni osećaj bezbednosti korisnika usluga smanjio.

## 8. LITERATURA

- [1] Radenković B., „Priručnik za pripremu prijemnog ispita za upis na master studije“, Beograd, FON, Univerzitet u Beogradu, 2012.
- [2] Janković N., „Stanje elektronske trgovine u Srbiji-analiza internet prodavnica“, Novi Sad, Fakultet tehničkih nauka, 2014.
- [3] Uniković M., Stanišić N., Milosavljević M., Savremeno berzansko i elektronsko poslovanje, Beograd, Univerzitet Singidunum, 2010.

### Kratka biografija:



**Milena Todorović** rođena je u Bijeljini u Republici Srpskoj 1992. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Poštanski saobraćaj i telekomunikacije – Elektronske poštanske usluge odbranila je 2017.godine.



**MERE PODSTICANJA VEĆEG KORIŠĆENJA BICIKLA U OBAVLJANJU DNEVNIH PUTOVANJA I DOSTAVI ROBE NA URBANIM PODRUČJIMA****MEASURES TO ENCOURAGE GREATER USE OF BICYCLES IN DAILY TRIPS AND DELIVERY OF GOODS IN URBAN AREAS**

Dejana Babić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – SAOBRAĆAJ**

**Kratka sadržaj** – U radu je predstavljeno koje sve mere koriste evropski gradovi u cilju većeg korišćenja bicikla, kao alternativnog vida prevoza, kako bi se smanjio broj putničkih automobila na ulicama. Takođe su prikazani načini kako se bicikl može koristiti u urbanim sredinama za dostavu robe.

**Abstract** – The paper presents the measures taken by European cities to increase the use of bicycles as an alternative mode of transport in order to reduce the number of passenger cars on the streets. It also shows how bicycle can be used in urban environments for delivering goods.

**Ključne reči:** biciklistički saobraćaj

**1. UVOD**

Poslednjih godina u celom svetu se sve više govori o globalnom zagrevanju i merama koje bi trebale da se sprovedu kako bi se ono smanjilo.

Evropski gradovi najviše teže tome da se vremenom okrenu hibridnim i električnim motornim vozilima. Za ovako nešto potrebno je dosta vremena i ulaganja, tako da sada većina gradova teži da smanji upotrebu puničkih automobila tako što se podstiče upotreba alternativnih vidova kretanja, kao što su javni prevoz, pešačenje, bicikl i drugi. Glavni cilj jeste da se kretanje puničkim automobilom smanji na one relacije koje bi mogle da se bez problema obavljaju pešice, bicikom, javnim prevozom ili kombinacijom nekih od ovih vidova prevoza. Da bi se ovako nešto postiglo i bilo prihvaćeno od strane građana potrebne su velike promocije alternativnih vidova prevoza, kao i sprovođenje mera koje uključuju poboljšanje usluge javnog prevoza i izgradnju uslova za lako i bezbedno kretanje biciklima, kao što su biciklističke staze, parkinzi za bicikle, usluge iznajmljivanja bicikla, itd.

Cilj ovog rada je da se prikaže koje sve mere se primenjuju u Evropi kako bi se povećala upotreba bicikla, kao alternativnog vida prevoza. Takođe, prikazano je i u koje sve druge svrhe bicikl može da se koristi.

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Valentina Basarić, docent.

**2. NASTANAK BICIKLA**

Može se reći da se skica nečega što podseća na bicikl našla u spisima Leonarda da Vančija još u 15. veku. Međutim, to je ostalo samo na tome, skici, pa se na prvu pojavu bicikla u javnosti čekalo do 18. veka, kada ga je konstruisao i patentirao 1817. godine nemački učitelj koji je živio i radio u Francuskoj, čije je ime bilo Karl von Drais i koji ga je nazvao trkaćom mašinom, da bi u njegovu čast naziv promenjen u Draisine.

Skoro dve decenije nakon ovoga, škotski kovač MakMilan je dizajnirao bicikl sa pedalama, koji je bio dosta težak i bilo je potrebno da se uloži dosta snage za kretanje sa njim, jer se ovaj bicikl kretao tako što je vozač pritiskao horizontalne pedale koje su bile pričvršćene za prednji deo bicikla. U 19. veku bicikl je unapredovao tako što je kovač Pjer Mišo postavio pedale na prednji točak koje su za razliku od prethodnih pedala mogle da se okreću. On je nakon ovog izuma osnova firmu koja je proizvodila ovu mašinu čiji je naziv bio velosiped.

Posle je nastala mašina koja je imala neuporedivo veći prednji točak od zadnjeg i on se nazivao velitočkaš, tačnije ovo je prva mašina koja je kasnije dobila naziv bicikl. Ova vrsta bicikala nije dugo potrajala jer čvrsto spregnute pedale na prednjem točku pravili su više problema, nego što je to donosilo koristi.

Nakon ovako nebezbednog bicika koji je znao biti koban za vozače, krajem 19. veka svetlost dana je ugledao bezbedni bicikl, koji se nazivao baš tako i ima sličan dizajn današnjim biciklima. Bezbedan bicikl se razlikovao za muškarce i žene, koji je bio prilagođen njima, kako bi lakše sedale i silazile sa njega.

**3. MERE ZA PODSTICANJE VEĆEG KORIŠĆENJA BICIKLA****3.1. Mere za podsticanje korišćenja bicikla u Nantu, Francuska**

Grad Nant u Francuskoj je sproveo jednu od mera koja je imala za cilj smanjenje potrošnje goriva i emisije gasova koje prouzrokuju efekat staklene bašte, kroz povećanje broja pešaka i biciklista na ulicama, kojih je pre ove mere bilo svega 2%, pa je cilj bio da se do 2010. godine poveća na 32%.

**3.2. Biciklizam u Palmi, Španija**

Grad Palma na Majorci je 2008. godine implementirao sistem za iznajmljivanje bicikala u okviru kampanje koja je sprovedena za promociju biciklizma kao alternativnog načina gradskog prevoza, pri čemu je ovaj isti sistem već bio primenjen u gradovima Barselona i Sevilja, gde se pokazao kao uspešan.

Bicipalma kako se nazivao ovaj sistem imao je dve vrste korisnika:

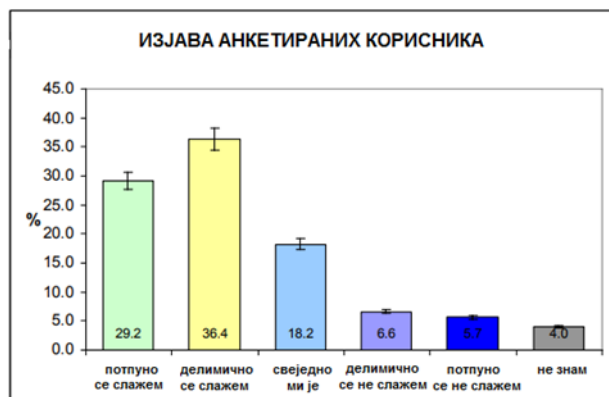
1. Dugoročni pretplatnici, koji su posedovali građansku kartu kojom bi se mogli registrovati prilikom upotrebe sistema i
2. Povremeni korisnici sa jednim zahtevom za vožnju pri čemu su koristili kreditnu karticu.

### 3.3. Kreiranje nove biciklističke ponude u Vinčesteru, Engleska

Mere na povećanju biciklizma su pokrenute početkom 2004. godine na Univerzitetu Vinčester i prva od njih je bila omogućavanje besplatnog iznajmljivanja bicikala, a nakon toga se radilo na poboljšanju biciklističke mreže u gradu.

Besplatno iznajmljivanje bicikla je funkcionisalo na principu plaćanja jednokratne naknade za registraciju, nakon čega su korisnici mogli da koriste bicikl često koliko god su želeli, ali ne duže od 24 časa odjednom, nakon tog vremena bi se naplaćivala kazna od 10 funti dnevno. Za potrebe ove mere obezbeđeno je 50 bicikala, kao i 200 biciklističkih kaciga i prsluka radi dodatne sigurnosti svih korisnika ove usluge.

Sprovedeno je jedno istraživanje u kojem je učestvovalo 883 ispitanika, gde je izjavljeno da organizacija pokušava da što više ohrabri sve ljude da češće koriste bicikl za svoja kretanja umesto putničkih automobila, tako što im nudi besplatno iznajmljivanje bicikala, pruženo je više mogućnosti za parkiranje bicikla i radilo se na poboljšanju biciklističke rute u Vinčesteru (slika 1).



Slika 1. Izjave anketiranih korisnika besplatne biciklističke usluge

### 3.4. Biciklizam u Prestonu, Engleska

Grad Preston koji se nalazi u Engleskoj je sproveo jedno istraživanje u okviru „Travel Smart“ projekta, koje je pokazalo da biciklizam ima najveći potencijal da zameni putničke automobile prilikom kretanja, jer se bolje prilagođava od javnog prevoza, nudi neuporedivo bolje i brže vreme prilikom kretanja na kraćim relacijama i omogućava duže kretanje od pešačenja.

Dužina biciklističkih staza u Prestonu je porasla za 30%, odnosno sa 21 kilometra koliko je bilo u 2004. godini na 28,5 kilometata koliko je zabeleženo na početku 2009. godine, pri čemu su najbolja poboljšanja i produženja mreže zabeležena na severozapadu od Prestona i u severnom delu gde je najviše bilo zaposlenih stanovnika.

### 3.5. Biciklizam u La Rošelu, Francuska

La Rošel, grad na zapadu Francuske koji ima oko 75 000 stanovnika je 2005. godine u cilju dopune i poboljšanja prvog gradskog iznajmljivanja bicikla, koji je uspostavljen davne 1976. godine, razvio novi sistem za iznajmljivanje bicikla koji je potpuno usaglašen sa mrežom javnog prevoza, čiji je jedan od ciljeva bio da se smanji broj putovanja putničkim automobilom, a samim tim i smanje emisije koje zagađuju okolinu.

Sistem za iznajmljivanje bicikla je funkcionisao pomoću pametnih kartica. Bicikli su bili povezani sigurnim lancem, koji da bi se oslobodio bilo je neophodno da se ostavi kartica u bravi (slika 2).



Slika 2. Sigurnosna brava i lanac

### 3.6. Interaktivna saobraćajna obuka za decu u gradu Odence, Danska

U Danskoj, kao i u svim drugim državama, roditelji uče decu da voze bicikl, međutim, ono što nema svaka država jeste obuka o saobraćaju u školi koji se izučava kao nastavni predmet. Utvrđeno je da obuke koje se sprovode u školama u učionicama ili ograničenom prostoru na otvorenom ne mogu dovoljno pripremiti decu za sve izazove sa kojima se mogu suočiti u saobraćaju. U želji da se ova mana otkloni opština Odense je razvila kompjutersku igru koja je poboljšavala vozačke veštine kod dece u saobraćaju. Ova igra koja je dobila naziv „B-game“ je bila dosta realna i funkcionisala je kao virtuelni roditelj koji uči decu da budu svesni i pažljivi tokom kretanja u saobraćaju. Međutim, ova igra nije prihvaćena kao sredstvo učenja u školama, jer nastavnici nisu imali iskustva u korišćenju kompjuterskih igara u obrazovne svrhe.

### 3.7. Biciklistička takmičenja u gradu Jaši, Rumunija

Tokom ovog projekta Jaši je izgradio 11 kilometara staze zajedno sa objektima za bicikliste, kao i obojenim oznakama na ulici koji označavaju put biciklista. Nakon izgradnje staze organizovano je njeno promovisanje kako bi se biciklizam u Jašiju podstakao, jer su glavni ciljevi njegove izgrade bili smanjenje prometa na ulicama i da podstaknu učenike i studente da koriste bicikl i stazu za kretanja od kuće do škole/fakulteta. Nakon ovoga održana su brojna takmičenja. Na prvom takmičenju učestvovala su tri kategorije učesnika:

1. Amateri;
2. Seniori; i
3. Profesionalci.

Svi učesnici su morali proći kroz tri nivoa, pri čemu je svaki naredni bio teži od prethodnog (slika 3).

### 3.8. Biciklizam u Zagrebu, Hrvatska

Zagreb je ozbiljno pristupio zadatku koji je sebi postavio, što je rezultiralo da biciklizam u gradu konstantno raste iz godine u godinu. Biciklizam je promovisan jakom kampanjom na raznim događajima, kao što su: nedelja mobilnosti, dan bez automobila, svetska nedelja zdravlja i

drugim raznim događajima, gde je cilj bio da stavi akcenat na alternativne načine transporta, kao što su pešačenje i bicilizam, koji mogu adekvatno da zamene vožnju putničkim automobilima.



Slika 3. Prikaz takmičenja

#### 4. INTEGRISANJE JAVNOG PREVOZA I BICIKLA

Postoje različiti načini na koje se mogu koristiti kombinacije ova dva vida prevoza:

- vožnja bicikla na duže staze;
- prevoziti bicikl u jednom smeru na javnom prevozu i voziti ga nazad ili obrnuto, što je posebno pogodno tokom loših vremenskih uslova; i
- koristiti javni prevoz za prevoz bicikla kada ne postoje sigurni uslovi za kretanje bicikla na određenoj deonici ili onim delovima puta gde je zabranjeno kretanje bicikla, kao što su mostovi u tuneli.

Neki od načina prevoženja bicikla pomoću javnog prevoza su:

- prikolicama za bicikl prikačene na autobus;
- prikolice na tramvaju;
- nosači koji se nalaze na prednjoj strani autobusa;
- nosači koji se nalaze na zadnjoj strani autobusa, itd.

Prikolica i tramvaj su prvi put primenjeni u Štutgartu, pri čemu se prikolica prikači za prednji deo tramvaja (slika 4). Ostavljanje i preuzimanje bicikla obavljaju sami putnici. Jedna prikolica prikačena na tramvaju može da primi do 15 bicikala. Ova sistem u Štutgartu funkcioniše u periodu od aprila do novembra kada je bicikl najčešće u upotrebi kao prevozno sredstvo.



Slika 4. Kombinacija prikolica i tramvaja

#### 5. BICIKL KAO ALTERNATIVNI VID DOSTAVE ROBE

##### 5.1. Odlazak u kupovinu biciklom

Francuska agencija Ekomobilité (EA) je ponudila jednu neobičnu ideju domaćinstvima u Chambéry oblasti u okviru programa o podizanju svesti građanja u korišćenju alternativnih prevoznih sredstava, a to je da koriste bicikl pri odlasku u kupovinu. Ova ideja se primenjuje od 2012. godine.

Sistem je uspostavljen tako da je omogućio opremanje 50 ljudi sa specifičnim opremama, kao što su: vodootporne vreće, prikolice i korpe pričvršćene za rudu bicikla.

##### 5.2. Prevoz tereta električnim biciklom

Grad Berlin u Nemačkoj je uveo jednu novinu što se tiče transporta tereta u gradovima, gde su ove aktivnosti jako učestale i samim tim stvaraju zagušenja i imaju negativan uticaj na životnu sredinu. Kurirske kompanije u gradu su počele da primenjuju električno vozilo na tri točka sa širinom od oko 1,2 metara za transport tereta po gradu. Ovo vozilo iako može da preveze palete do 250 kilograma smatra se bicikom koje ima nulte emisije zagađenja i zbog svojih karakteristika može da lakše pristupi svim mestima, što mu značajno daje na prednosti u odnosu na običan bicikl pri transportu robe.

##### 5.3. Kućna dostava biciklom

Ovaj servis (slika 5) je funkcionisao veoma jednostavno. Kupac je ostavljao kupljene stvari na posebno štandu namenjenom specijalno za to i popunjavao obrazac za isporuku, nakon čega bi prodavac kontaktirao službu isporuke koja bi u roku od tri sata kupljenu robu dostavljali na kućnu adresu, pri čemu su za ovu radnju korišćeni električni bicikli sa prikolicama. Za ovu uslugu su kupci kupovali karte u iznosu od 3 švajcarska franka, dok se godišnja kartam mogla dobiti za 150 švajcarskih franaka u bilo kojoj od ukupno 40 prodavnica koje su nudile taj servis.



Slika 5. Servis kućne dostave

##### 5.4. Dostava pice bez emitovanja štetnih emisija

U gradovima Nemačke skoro sva roba se transportuje motornim vozilima, što čini 44-45% putovanja koje se odvijaju u ovoj svrsi, od čega transportovanje lake robe čini 34-42% putovanja. U ovu kategoriju spada naročito dostava hrane, koja se najviše isporučuje motornim vozilom ili motociklom, što doprinosi povećanju zagušenja saobraćaja i zagađenja vazduha. Jedan servis u Nemačkoj već 10 godina koristi teretne bicikle za isporuku pica.

Prednost korišćenja ovih specijalno dizajniranih bicikala omogućila je brže i fleksibilniju uslugu, kao i uštedu jer korišćenje bicikla ne zahteva posedovanje vozačke dozvole, niti iziskuje potrošnju goriva, kao i obavljanje raznih servisa koje zahtevaju motorna vozila, osim toga i kod zaposlenih je zapaženo zadovoljstvo pri obavljanju posla.

Proizvođač teretnih bicikala „GobaX“ razvio je model G1 (slika 6), koji je napravljen od nerđajućeg čelika i poseduje nosač prtljaga. „GobaX“ trenutno radi na novom biciklu koji će raditi na električni pogon.



Slika 6. GobaX G1

### 5.5. Poštanska služba bez emitovanja štetnih emisija

U centralnom delu Velike Britanije, nalazi se grad Coventri koji je razvio uslugu poštanske dostave bicikom. „Yellow Jersey Delivery“ je naziv poštanske kompanije koja nudi brzu, efikasnu i ekonomičnu uslugu dostave bez emitovanja štetnih emisija.

Firma „Yellow Jersey Delivery“ osnovana je 2007. godine u cilju obezbeđenja alternativnog načina dostave pošte, jer su motorna vozila dovodila do zagušenja saobraćaja i povećanja zagađenja vazduha i buke.

### 5.6. Društveno odgovorno i održivo recikliranje

„Pažnja, recikliramo!“ slogan je projekta pod nazivom „RECICLETA“ koji je sproveden u Bukureštu i imao je za cilj da pronalazi ekološke odgovore na društvene probleme, pri čemu je u ovom slučaju akcenat stavljen na podsticanje recikliranja papira.

Ovaj projekat je trebalo sa jedne strane da pomogne mali proizvođači da recikliraju otpadni materijal, a sa druge strane da pomogne siromašnim osobama u Bukureštu oko obezbeđenja sigurnog i dugotrajnog zapošljenja.

Prikupljanje otpadnog papira vršeno je pomoću tri teretna bicikla (slika 7), čija je maksimalna težina tovara bila 300 kilograma.



Slika 7. Teretni bicikl za recikliranje papira

## 6. ZAKLJUČAK

Od samog nastanka pa do danas bicikl je promenio mnogo oblika i ne prestaje da se usavršava, jer se i potražnja za njim povećava sve više i više, ne samo kao vid rekreacije, nego kao vid obavljanja i drugih aktivnosti, kao što su odlazak u kupovinu, obavljanje poslovnih kretanja, prevoz tereta, recikliranje, koriste ga pošte, policija, dostavljači i mnogi drugi. Merama koje su predstavljene cilj je da se putnički automobil stavi u drugi plan, odnosno da se demotivise njegova upotreba, za sva putovanja koja mogu da se obavljaju pešice, biciklom, javnim prevozom ili njihovom kombinacijom, čime se gradske ulice rasterećuju i omogućava se da saobraćaj normalno funkcioniše.

## 7. LITERATURA

- [1] Priručnik za planiranje biciklističkog prometa u urbanim sredinama [www.mobile2020.com](http://www.mobile2020.com)
- [2] <http://www.dokolica.rs/evolucija-bicikla-istorija-pronalasci/>
- [3] <http://karadara.net/od-draizine-do-kargo-bicikla/>
- [4] <http://karadara.net/bicikl-kroz-istoriju-nastanak-i-razvoj-kargo-bicikla/>
- [5] <http://civitas.eu/content/improving-bicycle-culture-and-services-ville-%C3%A0-velo-and-bicloo>
- [6] [http://civitas.eu/sites/default/files/establishing\\_sharing\\_schemes\\_in\\_dynmo\\_cities\\_to\\_reduce\\_individual\\_transport.pdf](http://civitas.eu/sites/default/files/establishing_sharing_schemes_in_dynmo_cities_to_reduce_individual_transport.pdf)
- [7] <http://civitas.eu/content/creating-new-cycling-opportunities-bikeabout>

### Kratka biografija:



**Dejana Babić** rođena je u Banjaluci 1993. god. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja i transporta odbranila je 2016. godine.

**DIGITALIZACIJA LANCA SNABDEVANJA****SUPPLY CHAIN DIGITALIZATION**Nemanja Lekić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast: SAOBRAĆAJ – saobraćaj i transport**

**Kratak sadržaj** – Globalizacija i razvoj novih informacionih tehnologija omogućava digitalizaciju odnosno digitalnu transformaciju lanca snabdevanja. Primena IT tehnologija u industriji ima toliko velik uticaj da se smatra četvrtom industrijskom revolucijom. Mogućnosti koje pruža Industrija 4.0 i sama digitalizacija lanaca snabdevanja pre svega se ogledaju u mogućnosti razmene informacija između članova u lancu. Može se reći da digitalizacija svojim delovanjem redefiniše tradicionalne lance snabdevanja a samim tim redefiniše i celo tržište. Međutim, potrebno je dobro analizirati mogućnosti i zahteve primene određene tehnologije, jer od toga zavisi uspeh neke poslovne organizacije.

**Abstract** – Globalization and development of new information technologies enable digitalization or digital transformation of the supply chain. The application of IT technologies in the industry has so much impact that it is considered the fourth industrial revolution. Possibilities offered by Industry 4.0 and supply chain digitalization are based on improvement of information sharing between chain members. It can be said that digitalization by its operation redefine traditional supply chain, and therefore, redefine the whole market. However, possibilities and requirements of particular technologies have to be very well analyzed before their applying due to reason that the complete business success of some business organization depends on it.

**Ključne reči:** digitalizacija, lanac snabdevanja, transformacija, informacione tehnologije.

**1. UVOD**

Globalizacija tržišta i razvoj novih informacionih tehnologija stvaraju uslove i omogućavaju digitalizaciju odnosno digitalnu transformaciju tradicionalnih lanaca snabdevanja. Primena informacionih tehnologija (IT) u industriji odvija se jako brzo i ima sve veći uticaj na način realizacije industrijskih procesa, tako da se industrija zasnovana na IT smatra četvrtom industrijskom revolucijom (Industrija 4.0). Informacione tehnologije poput *Big data*, *Cloud*, *Internet of things*, *Socila*, *Mobility* i sl. omogućavaju veoma brzu transformaciju tradicionalnih lanaca snabdevanja u digitalizovane lance snabdevanja. Mogućnosti koje pruža Industrija 4.0 i sama digitalizacija lanaca se pre svega ogledaju u mogućnosti poboljšane razmene informacija između organizacija u lancu snabdevanja (LS).

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Marinko Maslarić.**

Razmena informacija se sada može odvijati gotovo trenutno, gde u realnom vremenu svi učesnici u LS mogu imati podatke o količini robe na zalihama prodavca, što omogućava dobavljačima pravovremenu isporuku klijentu kao i planiranje proizvodnje prema zalihama klijenata. Takođe, moguće je u realnom vremenu pratiti tok isporuke odnosno lokaciju robe, stanje robe, temperaturu u transportnom sredstvu i sl. Digitalizacija svojim delovanjem redefiniše tradicionalne LS, a time redefiniše i kompletno tržište. Međutim, proces digitalizacije donosi i određene izazove od čijeg prevazilaženja zavisi poslovni uspeh i opstanak na tržištu. Predmet ovog rada jesu osnovni uslovi primene i vrednosti koje se generišu digitalizacijom lanca snabdevanja. Cilj rada je da se, na osnovu stranih radova i istraživanja na temu digitalizacije i transformacije lanca snabdevanja, identifikuju, opišu i analiziraju najbitniji elementi koji pokreću digitalnu transformaciju i opiše postupak njene implementacije.

**2. UPRAVLJANJE LANCIMA SNABDEVANJA**

Upravljanje lancem snabdevanja (eng. *Supply Chain Management - SCM*) kao pojam, nastao je kao posledica posmatranja sveukupnog procesa snabdevanja korisnika (kupca) proizvodima ili uslugama. Svi učesnici u ovom procesu (lancu), od prvog učesnika koji prikuplja sirovine, preko prevoznika i ostalih distributera do samog kupca posmatraju se kao karike u lancu, pa je na osnovu ove logike nastao i termin „lanac snabdevanja“.

U poslednje vreme, potencira se na tome da je ovaj termin neodgovarajući. Razlozi za to su višestruki. Pre svega, ovom logikom posmatra se samo jedan kupac, a želja prodavca je što veći broj kupaca, zatim, posmatra se samo jedan proizvod, a prodavac uglavnom nudi veći broj proizvoda koji se najčešće do kupaca distribuiraju ne preko jednog, već posredstvom više dobavljača tj. distributera.

Veliki izbor proizvoda implicira i više dobavljača. Suština ovog razmišljanja jeste da predmet interesovanja ne sme biti jedan učesnik (kupac, prodavac, proizvođač, dobavljač, distributer), već veliki broj učesnika. Shodno tome, ceo proces se ne bi trebao porediti sa lancem već sa mrežom kupaca, prodavaca, distributera, proizvođača, dobavljača. Na kraju, i termin snabdevanje može biti diskutabilan iz razloga što je akcenat u posmatranju lanca snabdevanja na korisniku, tj. njegovim zahtevima (potrebama). Prema tome, jedna od preporuka za novi termin, koji bi bolje oslikavao suštinu principa integrisanog posmatranja tokova materijala, informacija i finansija kojima je jedna grupa kompanija povezana, bila „upravljanje mrežom potreba“ [1].

Bez obzira na sam naziv, uvođenje sistema integrisanog posmatranja svih logističkih aktivnosti u jednom lancu (mreži) ima za cilj da smanji količinu zaliha (tačnijim predviđanjem zahteva i potreba i boljim planiranjem proizvodnje prema tim zahtevima), ubrza protok materijalnih dobara kroz lanac i smanji ukupne troškove poslovanja. Pošto tok materijala prati i tok informacija, SCM ima za cilj da unapredi tok informacija između dobavljača, proizvođača i distributera. Jedan od bitnijih ciljeva SCM sistema je da poboljšaju zadovoljstvo kupaca nudeći veći kvalitet, širu raznovrsnost proizvoda, kao i da ostvare brže reagovanje na zahteve kupaca. Prema tome, uvođenjem SCM koncepta ostvaruju se sledeće prednosti:

- niža cena isporuke i kreće vreme isporuke,
- unapređenje odnosa sa partnerima,
- poboljšano upravljanje skladištima uz niže troškove,
- povećan prihod,
- povećana fleksibilnost,
- viši nivo usluga korisnicima,
- kompetitivna prednost i
- viša tržišna cena kompanije.

U odnosu na tradicionalne, savremeni SC su po svojoj prirodi dinamični i vrlo adaptivni na promene u nepredvidljivim situacijama. Glavne karakteristike SCM su:

- potpuno eliminisanje granica između kompanija u jednom lancu,
- posmatranje ovog načina upravljanja kao kontinuiranog procesa sa tri osnovna toka: proizvodnim, informacionim i tokom vrednosti,
- „vidljivost“ zaliha na svakom nivou lanca snabdevanja,
- usmerenost na ukupne troškove za potrošače,
- deljenje rizika između članova lanca,
- obavezno planiranje aktivnosti i
- stvaranje logističkih alijansi kao organizaciona pretpostavka integrisanog logističkog toka.

Savremeni koncepti SCM nude menadžerima takvu strukturu koja, pre svega, zahteva fleksibilnost u dinamičnom i rizičnom okruženju.

### 3. DIGITALIZACIJA LANCA SNABDEVANJA

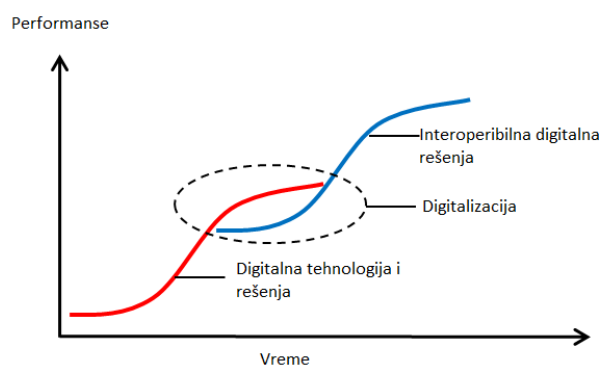
#### 3.1. Osnovne napomene i pojmovi

Digitalizacija se može definisati kao *proces u kom se uzimaju vrednosti digitalizovanih podataka i implementiraju sa novim sistemima koji su razvijeni tokom vremena, čime se dobija interoperabilni sistem*. Ovo otvara nove poslovne mogućnosti u svim granama industrije, stvarajući ujedno veliki pritisak na kompanije za stalnim razvojem i inovativnošću. Stoga, zbog velikih i brzih promena koje digitalizacija donosi, veliki izazov pred kompanijama je kako ostati konkurentan. Postavlja se pitanje da li će i na koji način ovakve promene uticati na lance snabdevanja, odnosno da li primena novih tehnologija može doprineti boljem funkcionisanju kompanija u logističkom kontekstu?

Digitalizacija pruža mogućnosti bolje vizuelizacije logističkih procesa i analitike poslovnih podataka, što omogućava kompanijama da lakše i brže deluju na tržišne promene. Štaviše, ovo rezultira povećanom efikasnošću, odzivom, uštedom vremena i većim mogućnostima stvaranja prihoda. Iako su mnoge kompanije shvatile važnost ovih promena i rade na uvođenju novih digitalnih techno-

logija u svoje poslovanje, mnoge još uvek nisu reagovala na pravi način.

Kod kompanija koje su odgovorile na izazove digitalizacije može se napraviti razlika između kompanija sa digitalno unapređenim tradicionalnim lancima snabdevanja i novo osmišljenim interoperabilnim lancima snabdevanja sa potpuno "digitalnom DNK". Promene u načinu poslovanja kod kompanija iz prve grupe često se nazivaju i "digitalna transformacija" ili samo "digitalizacija". U radu [6] predstavljen je model za vizuelizaciju razvoja koncepta digitalizacije, uz napomenu da je globalna privreda trenutno u fazi digitalizacije koja podrazumeva korišćenje postojećih tehnologija u cilju stvaranja interoperabilnih digitalnih rešenja (slika 1).



Slika 1. Kriva digitalizacije [6]

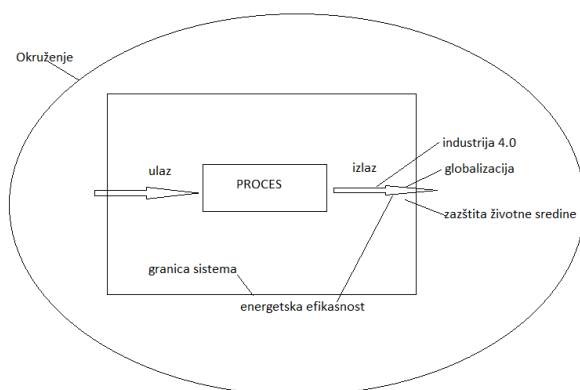
Pregledom literature o digitalizaciji može se uočiti preplitanje različitih „stubova“ digitalizacije. U zavisnosti od autora stubovi imaju različita imena, pa tako na primer [2], za stubove smatraju analitiku, mobilnost, internet, socijalne mreže i *cloud* sisteme, dok se u radu [3] koristi termin "*big data*" umesto analitike. Prema [2] da bi preduzeća što više profitirala i izvucla korist digitalizacije, potrebno je da obnove i prilagode svoj lanac snabdevanja kao i svoju strategiju. Kompanije moraju kreirati DSN (eng. *Digital Supply Networks*) tj. digitalnu mrežu snabdevanja radi obezbeđivanja bržeg protoka informacija i finansija. *Cloud* sistemi i socijalne mreže su tehnologije koje se mogu okarakterisati kao kritične i koje uspostavljaju put u transformaciji lanaca snabdevanja i omogućavaju stvaranje brzih, inteligentnih i digitalnih mreža snabdevanja. Termin "*big data*" odnosi se na korišćenje velike količine podataka sa ciljem njihovog prevođenja u korisne informacije koje mogu poslužiti pri predviđanju i planiranju. Internet stvari (eng. *Internet of things - IoT*) je koncept koji je još uvek u fazi razvoja i podrazumeva sistem u kome elementi povezani preko Interneta imaju sposobnost međusobne komunikacije bez ljudske interakcije. IoT pruža mogućnost povezivanja robe koja curku liše lancem snabdevanja pružajući detaljne informacije u realnom vremenu o proizvodu. ERP (eng. *Enterprise Resource Planning*) sistemi, odnosno sistemi planiranja resursa u preduzeću, postali su neophodni za upravljanje poslovima organizacije, u svakom segmentu u kom je moguća automatizacija protoka informacija. Međutim, postoji sumnja da ovaj sistem ne može dati dovoljno dobre rezultate, tako da neki autori smatraju da bi kompanije trebalo da postavje za svoj cilj implementaciju APS sistema (eng. *Advanced Planning Systems*) tj. implementa-

ciju naprednih sistema planiranja zasnovanih na automatizaciji.

### 3.2. Transformacija lanca snabdevanja

Digitalizacija logističkih procesa vodi ka „logističkim transformacijama“ tj. stvaranju „pametnih logističkih rešenja“. Krajnji proizvod logističkog sistema je logistička usluga. U tradicionalnim logističkim sistemima, osnovni parametar odabira logističke usluge bili su vremenski i finansijski troškovi.

Međutim, zbog sveobuhvatne globalizacije kao i pritiska konkurencije u pogledu zaštite životne sredine i energetske efikasnosti, kao i inicijative za novi oblik prerađivačke industrije zasnovane na ekspanzionalnom razvoju moderne IT krajnji korisnik sada pored vremena i finansija obraća pažnju i na održivost logističke usluge. Prema tome, transformacija logistike uključuje i promenu konteksta „proizvoda“ logističke industrije sa aspekta krajnjih korisnika (slika 2).



Slika 2. Transformacija konteksta logističkog proizvoda

Promena konteksta „proizvoda“ dovodi do promena u načinu realizacije logističkih procesa koji su najčešće zasnovani na primeni novih IT rešenja (digitalizacija). Digitalna transformacija menja navike kako ljudi razmenjuju i koriste sadržaje uz pomoć novih tehnologija. Digitalna transformacija podrazumeva redizajn poslovnog modela kako bi iskoristila prednost digitalne transformacije umesto prilagođavanja novim tehnologijama.

### 3.3. Koncept „Industrija 4.0“

Izraz „Revolucija 4.0“ uspostavljen je za očekivanu, četvrtu revoluciju u industriji. Industrija 4.0 predstavlja naprednu digitalizaciju u industrijskim fabrikama, u obliku kombinacije Internet tehnologija sa tehnologijama usmerenim ka budućnosti u oblasti pametnih „objekata“ (mašina i proizvoda). Ovo omogućava i transformiše industrijske proizvodne sisteme na način da proizvodi kontrolišu sopstveni proizvodni proces. Veliki značaj digitalizacije i Interneta ogleda se i u diskusijama o srodnim konceptima kao što su „internet stvari“ ili „industrijski internet“. Osim fokusiranja na digitalizaciju očekuje se da industrija 4.0 započinje ne samo jednom tehnologijom već i interakcijom i većim brojem tehnoloških napredaka koji zajedno stvaraju nove načine proizvodnje.

Iako neki autori daju možda i nerealna očekivanja i preteran entuzijazam, potencijal industrije 4.0 izražen je u prognozi osnovnih efekata na industrijsku proizvodnju i značajne promene u lancima snabdevanja, poslovnim modelima i poslovnim procesima. Najupečatljivija poboljšanja su identifikovana u oblastima konkurentnosti, inovativnosti, fleksibilnosti, individualnosti i uslovima rada.

U sklopu koncepta Industrije 4.0, nabavka 4.0 ili upravljanje snabdevanjem 4.0 je osnovni konceptualni element industrije 4.0, jer povezuje različite partnere u lancu snabdevanja i omogućava dinamičnu i brzu saradnju i koordinaciju izvan granica. Drugim rečima, „bez poslova nabavke i lanca snabdevanja, industrija 4.0 ne bi bila uspešna“. Jedna od ključnih paradigmi 4.0 je korišćenje savremene informacione tehnologije. Međutim, u kontekstu nabavke, ovo nije ništa novo.

Koncept elektronskih nabavki (e-nabavki) je već inače dobro uspostavljen. Međutim, ključna promena kod Nabavke 4.0 jeste **korak od „razmene informacija“ do „slobodnog protoka informacija“ između povezanih proizvoda, usluga i posledično organizacija**. Razmena ukazuje određeni stepen aktivnosti kupca i dobavljača, kao što je pružanje softverskih interfejsa ili snabdevanje stvarnim podacima kao svesni čin. Slobodan protok sa druge strane podrazumeva mnogo veći stepen razmenjivosti samih podataka, veći stepen automatizacije razmene informacija i eventualno čak integrisane upotrebe podataka pod pojmom „Big data analysis“. Na isti način, e-nabavka podržava i strateške zadatke, na primer proces upravljanja odnosom dobavljača. U nastavku ovoga, ključni pokretači produktivnosti saradnje Industrije 4.0 su poboljšanja u proizvodnji i inženjeringu. Industrija 4.0 omogućava radikalno kratke razvojne procese proizvodnje, omogućava nove funkcije za proizvodnju proizvoda i poboljšava organizacioni lanac snabdevanja. **Uzimajući krajnosti u obzir, e-nabavka je usredsređena samo na efikasnost procesa, dok su ciljevi industrije 4.0 prošireni na povećanu produktivnost i performanse kako bi zadovoljili visoko prilagođene zahteve.** Ove implikacije mogu se koristiti za razlikovanje e-nabavke i Nabavke 4.0. Može se uočiti da se napredak desio u dve dimenzije: u stepenu funkcionalne integracije preduzeća; i stepenu do kog su sistemi smanjili manualni rad u zadacima nabavke i e-automatizacija.

**4. PUT KA DIGITALIZACIJI LANACA SNADBDEVANJA**

Menadžeri lanca snabdevanja prihvataju tehnologiju i uvažavaju iskustva potrošača, što dovodi do postavljanja standarda isporuke na visokom nivou. Na primer, kompanija „Amazon“ uvela je jednodnevnu isporuku za kupce u Minhenu čime je redefinisala očekivano standardno vreme isporuke. Korisnici sada mogu u realnom vremenu da, preko svojih pametnih telefona, vide gde se njihova pošiljka nalazi. **Digitalni lideri postavljaju nove izazove u standardima isporuke.**

Sve poslovne funkcije lanca snabdevanja utiču na povećanje brzine inovacije koje digitalizacija donosi. Prvi korak ka proceni mogućnosti koje su dostupne jeste stvaranje svesti o konkretnoj logističkoj oblasti (funkciji). Stoga, prvo je potrebno definisati osnovne pojmove koncepta upravljanja lancima snabdevanja u kontekstu digitalizacije. Odnosno [5]:

### 4. PUT KA DIGITALIZACIJI LANACA SNADBDEVANJA

**1. Logistika 4.0** – fokusira se na proaktivno bavljenje neuspešnim događajima u lancu snabdevanja i poboljš-

šanom iskorišćavanju kapaciteta. Omogućava planeru lanca snabdevanja da reaguje na kasnu isporuku i izbegne zaustavljanje proizvodnje u Nemačkoj, na primer, i pre nego što brod krene iz Kine.

2. **Proizvodnja 4.0** - pokriva sve teme i tehnologije koje pretvaraju proizvodnju u sajber-fizički sistem koji se karakteriše samoorganizujućim, autonomnim proizvodnim procesima.
3. **Usluga 4.0** – ima za cilj dosledno integrisanje kupaca i ugrađene baze u sistem, kako bi se obezbedila veoma efikasna servisna rešenja. Na primer, ako je frižider pokvaren, vlasnik frižidera ne mora više da zove servis, frižider je to sam uradio pre nego što se pokvario. *Big data* i pametne mašine omogućavaju ovakvo predviđanje. Alternativno, korisnik može sam popraviti frižider koristeći datoteke koje pokazuju potrebne korake. **Digitalizacija sve više i više uvodi klijenta u procese kompanije.**
4. **Planiranje 4.0** – koristi potpunu integraciju internih i eksternih informacija u realnom vremenu u sinhronizovanim procesima planiranja duž čitavog procesa lanca snabdevanja. Gledajući u sektor brzog transporta robe do potrošača, algoritam za učenje mašina će omogućiti deljenje informacija daleko snažnije. Informacije će biti poslate sa kase u supermarketu svim akterima u lancu snabdevanja. Greške će se minimizirati i pokrenuti automatsko prilagođavanje plana. Prognoziranje i informacije u realnom vremenu će omogućiti dobavljačima da izbegnu efekat viška zaliha.

Transformacija digitalnog lanca snabdevanja je svakako na putu. Inteligentno korišćenje novih tehnologija u slojevitim modularnim sistemima će odlučiti koje kompanije će biti uspešne u budućnosti, a to će biti izraženo tako što će dati odgovore na sledeća pitanja [5]:

- Da li pratite zadovoljstvo kupaca u pogledu performansi lanca snabdevanja?
- Da li vaša kompanija ima punu vidljivost lanca snabdevanja od vrata do vrata?
- Da li rasčlanjavate glavne KPI nivoe lanca snabdevanja na manje KPI nivoe?
- Da li kompanija redovno proverava svoje snabdevanje segmentacijom lanca da bi se maksimizirala percepcija vrednosti?
- Da li kompanija koristi specifične segmente strategije za digitalizaciju lanca snabdevanja?
- Da li vaša kompanija koristi inovativne usluge kako bi podstakla inovacije?
- Da li je vaša kompanija u stanju da proceni uticaj tehnologija o performansama i troškovima?

Da bi bile u skladu sa tempom digitalnih inovacija ili čak postali jedan od lidera inovacija, kompanije moraju naučiti da uoče i prepoznaju digitalne mogućnosti, daju prioritet prilikama i izgrade brzo prilagodljiv modularni sistem dok rade na bazi digitalnog lanca snabdevanja.

Koliko inteligentno kompanije koriste nove tehnologije u slojevitim modularnim sistemima, odlučice koje kompanije, ili bolje rečeno, mreža kompanija će biti uspešna u budućnosti [5].

## 5. ZAKLJUČAK

Tradicionalni lanci snabdevanja onih kompanija koje planiraju da ostanu konkurentne na tržištu moraju pretrpeti velike izmene. Digitalizacija i informacione tehnologije svakako se moraju uvesti i u ovu oblast industrije. U radu je istaknuto nekoliko sistema koji mogu značajno doprijeti bržoj i kvalitetnijoj transformaciji lanaca snabdevanja. To su svakako *Cloud* sistemi koji omogućavaju lakšu i bržu komunikaciju i pristup podacima.

Zatim, *Big Data* sistemi, koji omogućavaju prikupljanje i analizu ogromnog broja podataka i informacija koje pomažu pri odlučivanju i predviđanju potreba kupaca. Socijalne mreže su neizostavni deo lanca snabdevanja, pri čemu komunikacija sa kupcima i marketing imaju ogroman potencijal, pri čemu ne treba zanemariti i mogućnost međusobnog komuniciranja zaposlenih u kompaniji.

Kompanije moraju da razmišljaju o digitalnoj transformaciji lanca snabdevanja. Mnogi su već uložili ogromne napore, neki tek počinju ali je potreba i pritisak za napretkom sve veći. U roku od samo 5 godina kompanije očekuju ogromne promene u svom poslovanju. U cilju prolaska linije cilja što pre, kompanije moraju kritički analizirati poslovanje, mogućnosti i šansu za uspehom, kao sebe tako i svojih partnera.

## 6. LITERATURA

- [1] W. Delfmann, S. Albers, "*Supply chain management in the global context*", Working Paper No. 102, Dept. of General Management, Business Planning and Logistics of the University of Cologne, Cologne, 2000.
- [2] G. Hanifan, A. Sharma, C. Newberry, "*The digital supply chain network, a new paradigm for supply chain management*", Accenture Strategy, 2014.
- [3] V. Morabito, "*Trends and challenges in digital business innovation*", Springer verlag, 2014.
- [4] A.H. Glas, F.C. Kleemann, "The impact of industry 4.0 on procurement and supply management: A Conceptual and Qualitative analysis", *International Journal of Business and Management Invention*, 5(6), 55-66, 2016.
- [5] J. Plate, M. Winkelhaus, "*Supply chain digitalization: how digitalization is redefine the world of supply chain management*", Barkawi Management Consultants, 2016.
- [6] A. Hermansson, P.S. Moller, "*Digitalization of Supply Chains*", Master thesis, KTH Industrial Engineering and Management, Stockholm, Sweden, 2016.

### Kratka biografija:



**Nemanja Lekić** rođen je u Banja Luci 1991. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaj i transport-Upravljanje lancima snabdevanja, odbranio je 2017. god.



## РАЗВОЈ И ДЕФИНИСАЊЕ ИНДИКАТОРА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА THE DEVELOPMENT AND DEFINITION OF THE ROAD SAFETY PERFORMANCE INDICATORS

Драган Топаловић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – САОБРАЋАЈ

**Кратак садржај** – Индикатори безбедности саобраћаја представљају нови концепт мерења безбедности саобраћаја. У раду је дат преглед развоја и дефинисања индикатора безбедности саобраћаја.

**Abstract** – Road Safety Performance Indicators (SPI) are a new concept of traffic safety measurement. The paper presents an overview of the development and definition of the SPI.

**Кључне речи:** Безбедност саобраћаја, индикатори безбедности саобраћаја.

### 1. УВОД

Систем вредновања у области безбедности саобраћаја је неопходан јер би без њега познавање ове сложене проблематике било сиромашније, а рад на превенцији саобраћајних незгода мање ефикасан. Резултати вредновања и кад нису сасвим тачни и прецизни указују на ред величина, одређене феномене и основне релације у овом сложеном систему. Они омогућавају потпуније разумевање проблема и доприносе побољшању ефикасности јер указују како треба радити и где улагати, односно које мере и које институције са најмање средстава постижу највеће ефекте у погледу редуцирања броја саобраћајних незгода и настрадалих лица. Квантитативни операциони показатељи и методе (технике, поступци) који се користе за вредновање су разноврсни.

Традиционално, апсолутни и релативни показатељи годинама уназад су били основа мерења безбедности саобраћаја. Међутим, последњих година развија се нови концепт мерења, који полази од везе између одређених параметара и броја и настанка и последица саобраћајних незгода. У теорији и пракси безбедности саобраћаја они се називају индикатори безбедности саобраћаја.

У раду је приказана теорија развоја индикатора перформанси безбедности саобраћаја. Најпре је дата методолошка основа индикатора перформанси безбедности као и улога индикатора перформанси безбедности саобраћаја у оквиру процеса управљања безбедношћу саобраћаја.

### 2. МЕТОДОЛОШКЕ ОСНОВЕ ПОКАЗАТЕЉА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА

Безбедност саобраћаја на путевима може се проценити одређивањем социјалних трошкова саобраћајних незгода и повреда. Међутим просто бројање саобраћајних незгода и повреда често представља несавршен показатељ нивоа безбедности саобраћаја на путевима. Саобраћајне незгоде и повреде често су само врх „леденог брега“, јер оне настају као „најгори сценарио“ небезбедних оперативних услова у друмском саобраћајном систему. Истовремено, стручњаци и аналитичари који управљају безбедношћу саобраћаја на путевима који имају за циљ већи ниво безбедности треба да узму у обзир што је више могуће фактора који утичу на безбедност, или барем оне факторе који могу да имају утицај или контролу (ETSC, 2001). Додатни показатељи учинка безбедности (уместо броја саобраћајних незгода/повреда) могу да обезбеде начине за праћење ефикасности спроведених активности за побољшање безбедности саобраћаја.

У студији ETSC (2001) детаљно су наведени разлози потребе за формирањем показатеља учинка безбедности саобраћаја, а то су:

- Број саобраћајних незгода и повреда представља предмет случајних промена, где краткорочне промене у забележеном броју саобраћајних незгода и повреда не одражавају промену у основи, односно не одражавају дугорочне промене очекиваног броја незгода/повреда;
- Извештавање о незгодама и повредама у званичним статистицима саобраћајних незгода је непотпуно. Према томе, примећене промене у броју незгода могу бити последица само промене у начину извештавања од стране полиције.
- Број незгода понекад не говори ништа о узроцима саобраћајних незгода. У извесној мери је случајност да ли ће нека опасна ситуација резултовати незгодом. Могуће је да, упркос ризичним условима, на срећу није дошло до незгоде.
- У циљу развијања ефикасних мера за смањење броја незгода/ повреда потребно је разумети процесе који доводе до настанка саобраћајних незгода. Показатељи учинка безбедности саобраћаја могу се користити за те сврхе.

Показатељи учинка безбедности саобраћаја (енг. Safety performance indicators – SPI) посматрају се као мера која је узрочно повезана са саобраћајним незгодама и повредама и примењује се као додаток подацима о саобраћајним незгодама и повредама у циљу приказивања учинка безбедности саобраћаја или

### НАПОМЕНА:

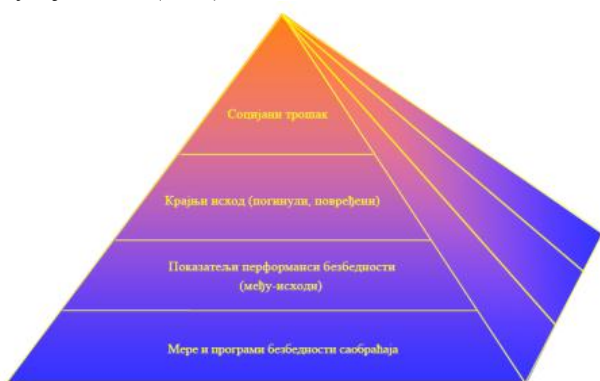
Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Драган Јовановић, ред. проф.

разумевања процеса који доводе до саобраћајних незгода (ETSC, 2001). Они такође стварају везу између настрадалих у саобраћајним незгодама и мера за њихово смањење (ETSC, 2006а).

Верује се (ETSC, 2001; Luukkanen, 2003) да показатељи учинка безбедности саобраћаја могу да дају комплетну слику нивоа безбедности саобраћаја и да могу да нагласе важност проблема у фази настајања, пре него што се ти проблеми појаве у облику саобраћајних незгода.

### 3. ОСНОВНИ МОДЕЛ

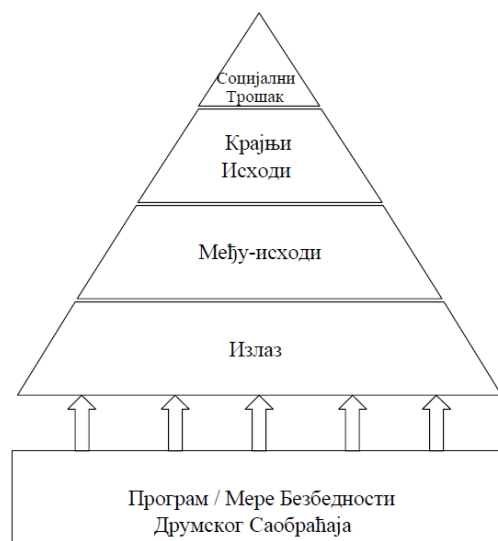
Модел који описује позицију показатеља учинка безбедности саобраћаја у целокупном систему управљања безбедношћу друмског саобраћаја приказан је у студији ETSC (2001), слика 2.1. У овом моделу показатељи учинка безбедности саобраћаја означени су као међу-исходи. Генерално, модел је оријентисан на мере безбедности саобраћаја, а његова логика усмерена је од дна према врху пирамиде. Како је циљ SPI да створи слику о нивоу безбедности саобраћаја на путевима, а не о активностима на безбедности саобраћаја или фазама имплементације одређене контрамере, зависност од интервенција умањује потенцијал модела приказаног у студији ETSC (2001).



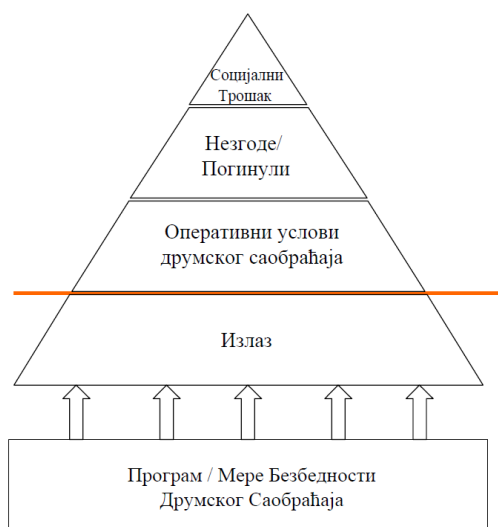
Слика 1. Основни елементи система за управљање безбедношћу саобраћаја (ETSC, 2001)

Највећа пажња приликом развоја SPI треба да буде усмерена на то да они требају бити у могућности да указују на небезбедне оперативне услове система друмског саобраћаја и да, према томе, буду уопштенији од директних излаза конкретних интервенција за побољшање безбедности саобраћаја. Потребно је даље развијати модел (слика 1) како би он могао да демонстрира општи карактер SPI и њихову међузависност у односу на карактер интервенција за повећање безбедности. Треба нагласити да није неопходно да модел буде повезан са формом пирамиде. Међутим, пирамида омогућава илустровање међузависности система, где величина (ширина) степеника указује на количину фактора који утичу на следећи виши степен пирамиде (а не на износ у смислу новчаних ресурса).

Даљи развој основног модела приказан је на слици 2 и слици 3. Процес се посматра од врха ка дну пирамиде, што угао посматрања оријентише на проблем (а не на интервенцију безбедности саобраћаја).



Слика 2. Развој модела: независност од интервенције



Слика 3. Даљи развој модела

Социјални трошак, који се налази на врху пирамиде, представља монетарни излаз који резултира из крајњег (физичког) излаза следећег нивоа модела, односно саобраћајних незгода/погинулих/повређених. Следећи, дубљи ниво су такозвани међу-исходи. Саобраћајне незгоде сматрају се „најгорим сценариом“ небезбедних оперативних услова друмског саобраћаја. Пратећи ову логику одозго-на-доле могуће је приказати међу исходе као оперативне услове саобраћајног система и да се на тај начин обезбеди независност од мера безбедности. Небезбедни оперативни услови друмског саобраћаја одговорни су за настанак саобраћајних незгода/повреда независно од било какве интервенције. Небезбедни оперативни услови у друмском саобраћају могу да се односе на услове пре настанка саобраћајне незгоде (што указује на потребу за одређивање мера превенције саобраћајних незгода), услови у току настанка саобраћајне незгоде (што указује на потребу превенције повреда у случају настанка незгоде) или услове након настанка саобраћајне незгоде (што указује на потребу третирања последица настанка незгоде). У исто време различите мере/интервенције безбедности саобраћаја имају за циљ да утичу на оперативне услове система друмског саобраћаја, а директни утицај ових интервенција приказан је као „излаз“ (слика 3).

#### 4. ДЕФИНИСАЊЕ ИНДИКАТОРА

Имајући у виду теоријска разматрања начина функционисања система безбедности друмског саобраћаја, SPI се могу дефинисати на следећи начин:

*Показатељи учинка безбедности представљају мере (показатеље) које одражавају оне оперативне услове система друмског саобраћаја који утичу на учинак безбедности система.*

Сврха SPI је да:

- одражавају тренутне услове безбедности система друмског саобраћаја (тј. није нужно посматрати их у контексту конкретних мера безбедности, већ у контексту конкретних проблема безбедности или пропуста у безбедности саобраћаја);
- мере утицај различитих интервенција безбедности, али не и стадијум или ниво примене појединих мера;
- омогуће поређење између различитих система друмског саобраћаја (нпр. различите земље, региони, итд.).

У студији ETSC (2001) разматран је велики број фактора који доприносе настанку саобраћајних незгода и повреда у друмском саобраћају, па се према томе може сматрати потенцијално релевантном студијом за SPI. На пример, аспекти понашања учесника у саобраћају који могу да функционишу као SPI обухватају:

- прекорачење брзине, у смислу средње брзине кретања, променљивости брзине, процента прекршаја прекорачења ограничења брзине;
- проценат коришћења сигурносних појасева и система за заштиту деце;
- проценат коришћења кацига;
- возња под дејством алкохола;
- не заустављање на раскрсницама или пешачким прелазима и не пропуштање возила са правом првенства пролаза;
- не држање безбедног одстојања у односу на возила испред;
- коришћење дневних светала;
- коришћење рефлектујућих уређаја за бициклисте и пешаке;
- коришћење пешачких прелаза од стране пешака.

Могу се идентификовати три нивоа квалитета SPI:

- Директно мерење идентификованих небезбедних оперативних услова ако је то могуће. У овом случају показатељ треба да обухвати целокупни проблем и да реагује на све могуће интервенције.
- Директно мерење идентификованог проблема није могуће. Идентификовани проблем може да се посматра као латентна променљива. Описивање латентне променљиве применом неколико индиректних променљивих као показатеља требало би да премости овај недостатак. Ово би био нормалан случај развоја SPI, где би решење било проналажење неколико показатеља који су независни од интервенција, а који описују латентну променљиву. Проналажење валидних показатеља који описују латентну променљиву такође би постигло циљ.

- У неким градовима било би тешко или чак немогуће развити SPI независне од интервенције узимајући притом у обзир доступност података и процену разумне количине труда коју треба уложити за прикупљање података. У таквим случајевима требало би прећи линију која раздваја оперативне услове друмског саобраћаја и интервенције које имају за циљ да побољшају оперативне услове (слика 3). То значи да се, у циљу превазилажења овог недостатка, путем под-поделе проблема, одустаје од независности од интервенција.

Јасно је да не постоји показатељ који проблем може обухватити у целини (директно мерење није могуће). За карактеристику „прекорачење дозвољене брзине кретања“ може се дефинисати мерење брзине слободног тока, а могу се проценити и релевантне мере брзине (нпр. проценат пређеног пута при брзини већој од дозвољене); другим речима, за овај део проблема могу бити предложене латентне променљиве. У исто време „неприлагођене брзине кретања испод ограничења брзине“ нису лако мерљиве; оквири овог дела проблема могу да буду процењени преко неколико индиректних начина, нпр. из одабраних полицијских предмета о саобраћајним незгодама, детаљним истраживањем саобраћајних незгода, инжењерским проценама, итд.

Због великог броја различитих проблема, када су у питању саобраћајне незгоде које су настале због услова инфраструктуре, није могуће предложити само један показатељ који би могао да обухвати све небезбедне оперативне услове. Уместо тога, углавном се разматрају утицаји (ефективна безбедност) одређених побољшања инфраструктуре. Ово указује на могућност постојања скупова показатеља који су зависни од интервенције. У том случају релевантна питања која треба поставити су: (1) Који део проблема обухвата сваки показатељ и (2) Како искомбиновати показатеље да би се окарактерисао целокупни проблем.

Генерално може се рећи да што је већа зависност од интервенција проблем је више под-подељен. Дефинисањем посебних показатеља важно је не изгубити транспарентност онога што се мери.

Што се неки показатељ више односи на област интервенције (тј. што је проблем више под-подељен), наредна питања добијају више на значају:

1. На шта би интервенција требала да утиче?  
Који је проблем на који SPI треба да се односе?
2. Шта треба постићи? На који начин проблем треба бити решен?
3. Како би интервенција требала да функционише?
4. Који део проблема није обухваћен?
5. Да ли је један показатељ довољан и зашто?  
Да ли је потребно више показатеља?
6. На које интервенције показатељ не реагује?  
Оправдати због чега је тај показатељ погодан упркос свему.

За формирање и коришћење одговарајућег скупа SPI, чија би сврха била да опишу развој и побољшање најважнијих проблема безбедности друмског саобраћаја у Европи, неопходно је пратити заједничку методологију, а не само приказати опште методолошке оквири за показатеље.

Прикупљање информација о нивоу безбедности друмског саобраћаја у европским земљама за политичаре, доносиоце одлука и јавност, захтева да се обезбеди читљивост и валидност коришћених SPI, као и да оно што се мери мора да буде транспарентно. Заједнички методолошки оквир може да се користи за ову сврху и да се на тај начин повећа прихваћеност и применљивост SPI.

Главна циљна група која би требало да користи SPI су доносиоци одлука. Применом SPI они могу да утврде да ли су њихове активности ефективне колико је то могуће и да ли представљају најбољи начин коришћења јавних ресурса. Према томе, показатељи би требало да буду лако разумљиви за експерте, као и за општу јавност. Сваки показатељ представља неки вид поједностављења и са собом носи одређени ризик од погрешне употребе. Због тога је за оне који га користе важно да знају намену, претпоставке и ограничења различитих типова показатеља и података. Намена показатеља требало би да буде јасна, чак и када методе прорачуна нису толико јасне. Скуп показатеља требало би да осликава све релевантне циљеве и да не буде преобиман. Коришћење великог броја показатеља може да резултира недостатком фокуса, а последица тога може да буде веома мали утицај на политичаре при доношењу одлука. Делење SPI на категорије „најважнији“ (они које углавном треба користити, мали број њих), „корисни“ (требало би их користити ако је неопходно) и „специфични“ (требало би их користити за осликавање посебних потреба или циљева) може да буде корисно при њиховој примени.

## 5. ЗАКЉУЧАК

Основни задатак данашње науке није само задовољење примарних потреба људи него исто тако и отклањање штета које је изазвао досадашњи развој. Саобраћај, је такође, једна од оних друштвених активности која нужно укључује стављање у опасност одређених добара. Постизање веће безбедности у саобраћају је скопчано са низом сложених тешкоћа, од којих је данас многе тешко решити између осталог и због недовољне изучености. Због свега тога је потребно утврдити основне чињенице које карактеришу област о безбедности саобраћаја.

Упоредивши перформансе безбедности између различитих земаља могуће је идентификовати и промовисати најбољу праксу и указати на политику управљања која је потребна за стварање онога што грађани заслужују-друмског транспортног система који нуди максималну могућу безбедност.

Индикатори покривају све релевантне области безбедности друмског саобраћаја укључујући: понашање корисника, инфраструктуру и возила и уопште креирање безбедносне политике у саобраћају. Употреба индикатора перформанси омогућава да се акције на побољшању безбедности усмере у кључне области и да се системски и надзирано извршавају. Ради добијања потпуније представе о стању безбедности саобраћаја у некој земљи корисно је извршити компарацију основних показатеља са њеним окружењем. Генерално је тешко поредити перформансе земаља, а главни разлози за то су: недостатак података, сумњив квалитет пода-

така или неупоредивост података због различитих услова мерења. Још је потребно рада да би се ујединили поступци сакупљања и обраде податка који су потребни за израду индикатора који би се могли упоређивати између земаља. Да би добили индикаторе који су употребљиви и могући за компарацију потребно је испратити методолошки оквир приликом конструкције индикатора у свакој области.

Животна стварност и логика развоја саобраћаја захтевају појачане напоре у циљу усавршавања система безбедности саобраћаја. Суштинско питање ревитализације система безбедности саобраћаја код нас, између осталог, подразумева улазак у Европски систем квалитета. С'обзиром да наша земља тренутно нема национални програм безбедности саобраћаја и наша земља у развоју индикатора види своју шансу пре свега у одређивању сопствених перформанси система безбедности, на основу којих би се у складу са специфичностима у нашој земљи предлагале мере и спроводиле акције у циљу побољшања безбедности на путевима.

## 6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Aarts, L. & van Schagen, I. (2006). "Driving speed and the risk of road crashes: a review". *Accident Analysis and Prevention*, 38, 215-224.
- [2] Elvik, R. & Vaa, T. (2004). "The Handbook of Road Safety Measures". Elsevier Science, Amsterdam
- [3] ETSC (2001): Transport Safety Performance Indicators. European Transport Safety Council
- [4] ETSC (2006). Pinning them down on their promise. Flash 1, Road Safety Performance Index. European Transport Safety Council, July 18.
- [5] Luukkanen L. (2003). Safety management system and transport safety performance indicators in Finland. Liikenneturva – Central Organisation for Traffic Safety in Finland.
- [6] OECD (2005). Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide. Organisation for Economic Co-operation and Development, Brussels.
- [7] SafetyNet (2005). Deliverable D3.1: State of the art Report on Road Safety Performance Indicators, May 2005, Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.
- [8] White Paper (2001). European transport policy for 2010: time to decide. COM(2001) 370 final, 12 September.

## Кратка биографија:

**Драган Топаловић** рођен је у Загребу 1981. год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Саобраћај – Друмски саобраћај одбранио је 2017. год

**ISPITIVANJE PROMENA POVRŠINSKE HRPAVOSTI PUNOG TONA NA CTP FLEKSO ŠTAMPARSKIM FORMAMA U ZAVISNOSTI OD TIRAŽA****EXAMINATION OF CHANGES IN SURFACE ROUGHNESS OF SOLID TONE ON CTP FLEXO PRINTING FORMS, DEPENDING ON SIZE OF PRINT RUN**Stefan Poljak, Sandra Dedijer, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN**

**Kratko sadržaj** – Promene koje se javljaju na površini flekso štamparske forme nastaju kao posledica izrade štampajućih i neštampajućih elemenata, zatim usled međusobne interakcije boje, podloge za štampu i štamparske forme i zbog istrošenosti štamparske forme usled velikih tiraža. U ovom radu biće eksperimentalnim putem utvrđene promene u površinskoj hrapavosti štampajućih elemenata (punih tonova) na flekso štamparskim formama, usled štampe različitih tiraža. Cilj istraživanja biće praćenje promena u amplitudnim parametrima hrapavosti, kako među različitim štamparskim formama (korišćene za štampu 3 različite boje) u okviru istog tiraža, tako i za svaki od tiraža ponaosob.

**Ključne reči:** *Flekso štampa, punton, površinska hrapavost, tiraž*

**Abstract** – The changes that occur on the surface of the flexo printing form are influenced by the plate-making process as well as by the interaction of ink, substrate and printing form and by the wear of the printing form due to long print-runs. In this paper experimentally will be determined the changes in surface roughness parameters on the surface of the solid tone areas on flexo printing forms after 3 different print runs. The aim of the research will be to monitor the changes in the amplitude surface roughness parameters, between the different printing forms (used to print 3 different inks) within the same print run, and on the printing forms for each of the print runs individually.

**Keywords:** *Flexography, solid tone, surface roughness, print run*

**1. UVOD**

Pronalazak fotopolimera i industrijalizacija procesa izrade formi u 60-im i 70-im godinama 20. veka je bila značajan korak za dalje proširenje flekso štampe na tržištu, kao i pozitivan pomak na polju krajnjeg kvaliteta otiska.

Uvođenjem CTP (*Computer To Plate*) tehnologije je proces proizvodnje ubrzan, a kvalitet i preciznost flekso-grafskog štamparskog postupka su dovedeni na viši nivo. Nedostatak standarda u domenu izrade fleksoštamparskih formije posledica različitih tehnologija izrade, predstavljenih od strane različitih proizvođača flekso štamparskih formi.

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Sandra Dedijer, docent.**

Fokus istraživanja u ovom radu je bio na definisanju promena u površinskoj hrapavosti štampajućih elemenata punog tona na digitalnim CtP štamparskim formama u zavisnosti od tiraža, obzirom da površinska hrapavost forme ima značajan uticaj na prenos boje kako na štamparsku formu, tako i na podlogu za štampu i time direktno utiče na krajnji kvalitet otiska.

**2. TEORIJSKE OSNOVE****2.1. Flekso štampa**

Trenutno najzastupljenija tehnika visoke štampe je flekso-grafska štampa. Karakteriše je štamparska forma izrađena od fleksibilnih materijala (fotopolimera i elastomera), kao i mogućnost štampe na različitim podlogama: papir, karton i lepenku, uključujući i neupojne podloge, kao što su polietilen, polipropilen, aluminizirane folije i slično.

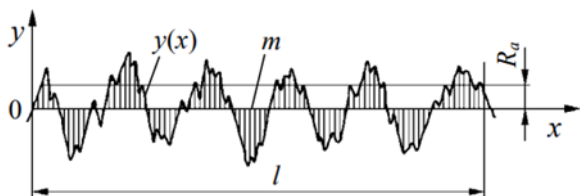
**2.2. Fotopolimerne štamparske forme**

Osnova izrade ovih formi je proces fotopolimerizacije, u kojem kratkotalasni (315 do 420 nm) UV-A zraci propuštenu kroz negativni predložak reaguju sa materijalom ploče. Ploča sadrži kao osnovnu sirovinu elastomerne vezivne elemente, u kojoj su raspoređeni nezasićeni monomeri i UV-osetljivi inicijatori. Prilikom osvetljavanja ploče UV svetlošću, molekuli inicijatora se pobuđuju i pretvaraju u radikale. Oni zatim podstiču reakciju između susednih monomernih jedinjenja, gradeći lance molekula. Daljim umrežavanjem dolazi do stvaranja mreža molekula, tj. polimera. U toku ovog procesa polimerizacije se početne fizičke karakteristike sirove ploče toliko izmene, da ona očvrstne i postane nerastvorljiva u pojedinim rastvaračima [1].

CtP (engl. *Computer to Plate*) je termin kojim se opisuje postupak dobijanja štamparske forme procesom direktnog, računarnom kontrolisanog oslikavanja [2]. Pod proizvodnjom digitalnih flekso štamparskih formi se podrazumeva lasersko oslikavanje crne maske, LAMS (engl. *laser ablatable mask system*) sloj-a, koja se nalazi na fotopolimeru, na osnovu digitalnih podataka.

**2.3. Površinska hrapavost**

Hrapavost površine je u opštem smislu mikrogeometrijska nepravilnost površine, koja nastaje tokom postupaka obrade ili usled pojave drugih uticaja. Veličina hrapavosti obično se meri u odnosu na srednju referentnu crtu profila neravnine  $m$ , koja deli profil tako da je unutar referentne dužine  $l$  veličina svih kvadrata odstupanja profila od te crte najmanja, kao na primeru slike 1. Referentna dužina  $l$  zavisna je od vrste i kvaliteta obrade, te od metode merenja. Parametri hrapavosti određeni su standardom DIN 4762 i DIN 4768[3].



Slika 1. Grafički prikaz profila hrapavosti

Amplitudni parametri hrapavosti su mere vertikalnih karakteristika odstupanja površine, odnosno parametri koji su u potpunosti određeni visinama vrhova, odnosno dubinama udolina ili oboje, nezavisno od horizontalnih razmaka nepravilnosti površine. Srednje aritmetičko odstupanje profila  $R_a$  je jednako srednjoj aritmetičkoj vrednosti apsolutnih vrednosti visine profila neravnina na referentnoj dužini  $l$ . Najveća visina vrha profila  $R_p$ , predstavlja najveću visinu vrha profila unutar referentne dužine  $l$ . Najveća dubina udolina profila,  $R_v$ , predstavlja udaljenost između najveće dubine dna profila i srednje linije profila unutar referentne dužine  $l$ . [3].

Najčešće korišćen uređaj za merenje površinske hrapavosti je uređaj sa kontaktnom iglom [4, 5]. Merenje se odvija na način da merna glava prevlači iglu preko merne površine konstantnom brzinom ili je pak merna glava fiksirana, a ispitivana površina se pomera. Informacije o profilu površine se konvertuju u električni signal rezultujući 2D ili 3D prikazom profila površine.

### 3. EKSPERIMENTALNI DEO

#### 3.1. Metode, materijali i uređaji

U eksperimentalnom delu ovog rada su se pratili amplitudni parametri hrapavosti ( $R_a$ ,  $R_p$  i  $R_v$ ) površine punog tona štampajućih elemenata flekso formi i uticaj povećanja tiraža na vrednosti parametara hrapavosti. Posmatrane su štamparske forme za 3 različite boje istog radnog naloga pre štampe (u daljem tekstu Tiraž 1), nakon štampe 11 rolni ambalažnog kartona - 53075 metara (u daljem tekstu Tiraž 2) i 17 rolni ambalažnog kartona - 82025 metara materijala (u daljem tekstu Tiraž 3). Dakle, jednu rolnu čini 4825 metara premaznog mat dupleks ambalažnog kartona proizvođača Billerud Korsnäs. Gramatura ovog kartona iznosi  $270 \text{ g/m}^2$ .

Za potrebe izrade ovog rada korišćene su digitalne fotopolimerne ploče Asahi AFP DSH. Tehničke karakteristike ploče su date u tabeli 1.

Tabela 1. Tehničke karakteristike ploče Asahi AFP DSH

Debljina	1,70 mm
Tvrdoća	69 Shore A
tonski raspon	1-95 %
minimalna širina linije	80 $\mu\text{m}$
najmanja izolovana tačka	150 $\mu\text{m}$

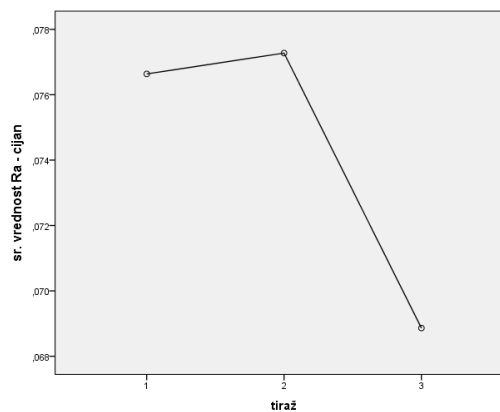
Štampanje se vršilo na sedmobojnoj flekso rotacionoj mašini redne izvedbe Tresu „VT Flex 175 ES. Za štampu sa formama korišćenim u eksperimentu korišćene su „Premo Nova” boje na vodenoj bazi, proizvođača Flint.

Merenja parametara hrapavosti izvršena su profilometrom TR 200, koga karakteriše pokretna induktivna merna glava sa dijamantskim vrhom igle radijusa  $2 \mu\text{m}$ .

Analizom su bila obuhvaćena 22 pojedinačna merenja vrednosti amplitudnih parametara hrapavosti na punom tonu štamparske forme za boje cijan, magenta i posebna (spot) plava nakon svakog tiraža ponaosob. Promene u strukturi površine (topografija mikropovršina) praćene su preko vrednosti adekvatnih amplitudnih parametara hrapavosti dobijenih primenom kontaktne metode za merenje površinske hrapavosti, sa elektro-mehaničkim uređajem sa mernom iglom.

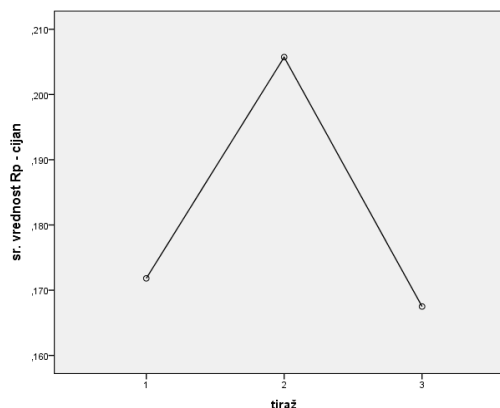
Prilikom obrade izmerenih rezultata korišćene su adekvatne statističke tehnike. Obrada podataka vršena je primenom programskog alata SPSS (verzija 20). Preliminarne analize podrazumevale su obradu podataka u cilju procene normalnosti raspodele i otkrivanja netipičnih i ekstremnih tačaka. Nakon toga, podaci su shodno dobijenim rezultatima o normalnosti raspodele, veličini posmatrane grupe i prethodno postavljenom cilju poređenja obrađivani primenom parametrijskih tehnika za poređenje grupa [6]. Od parametrijskih tehnika korišćena je jednofaktorska ANOVA različitih grupa sa naknadnim testovima ( $p < 0.05$ ; naknadni Tukey-ev HSD i Dunnett-ov T3 test).

#### 3.1. Rezultati merenja



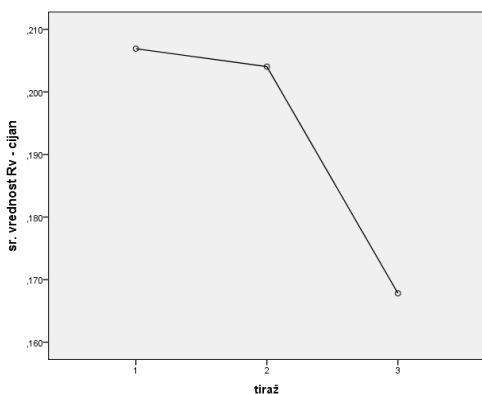
Slika 2. Grafički prikaz promene srednjih vrednosti parametra  $R_a$  sa promenom tiraža (cijan)

Na osnovu rezultata prikazanih na slici 2, primetan je pad vrednosti srednjeg aritmetičkog odstupanja profila  $R_a$  sa povećanjem tiraža, uslučaju boje cijan.



Slika 3. Grafički prikaz promene srednjih vrednosti parametra  $R_p$  sa promenom tiraža (cijan)

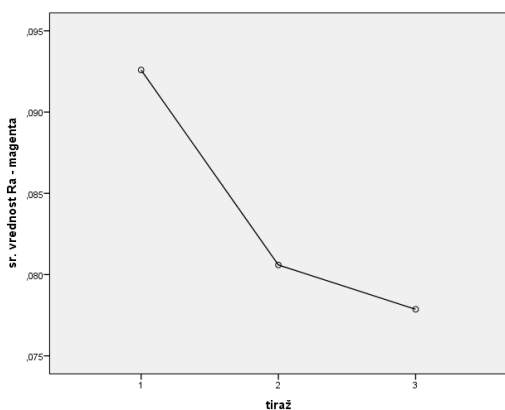
Najveća visina vrhova profila,  $R_p$ , prikazana za boju cijan na slici 3, najpre raste sa tiražom 2, da bi potom kod tiraža 3 opala neznatno ispod prvobitne vrednosti.



Slika 4. Grafički prikaz promene srednjih vrednosti parametra Rv sa promenom tiraža (cijan)

Prema rezultatima prikazanim na slici 4, jasno je da vrednosti najveće dubine udubljenja profila Rv za boju cijan opadaju sa povećanjem tiraža.

Na osnovu jednofaktorske analize varijansi urađene za vrednosti različitih parametara hrapavosti punih tonova štamparskih formi za cijan u 3 različita tiraža, zaključujemo da postoji statistički značajna razlika između srednjih vrednosti parametara hrapavosti Ra, Rp i Rv za pojedine tiraže. Takođe, prema vrednosti Koenovog kriterijuma, uticaj te razlike je velik. Rezultati naknadnog Tukey-evog HSD testa pokazuju da statistički značajne razlike između vrednosti amplitudnih parametara hrapavosti Ra i Rv nema u slučaju tiraža 1 u odnosu na vrednosti pomenutih parametara u slučaju tiraža 2. Takođe, statistički značajne razlike između vrednosti amplitudnog parametra hrapavosti Rp nema u slučaju tiraža 1 u odnosu na tiraž 3. U svim ostalim slučajevima postoji statistički značajna razlika između grupa rezultata.

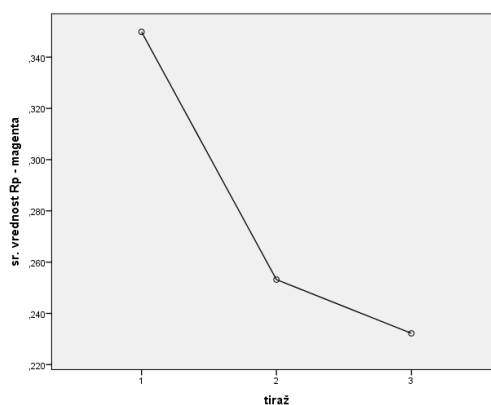


Slika 5. Grafički prikaz promene srednjih vrednosti parametra Ra sa promenom tiraža (magenta)

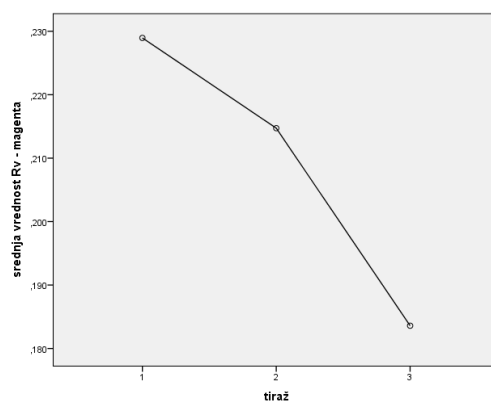
Na osnovu rezultata prikazanih na slici 5, primetan je pad vrednosti srednjeg aritmetičkog odstupanja profila Ra sa povećanjem tiraža, kod boje magenta.

Pad vrednosti amplitudnog parametra Rp (za magentu), prikazan na slici 6, je indikator trošenja vrhova profila na polju punog tona na flekso štamparskoj formi.

Prema rezultatima prikazanim na slici 7, jasno je da u slučaju magente vrednosti najveće dubine udubljenja profila Rv opadaju sa svakim povećanjem tiraža. Opadajući trend vrednosti parametra hrapavosti Rv ukazuje na popunjavanje udolina profila.



Slika 6. Grafički prikaz promene srednjih vrednosti parametra Rp sa promenom tiraža (magenta)



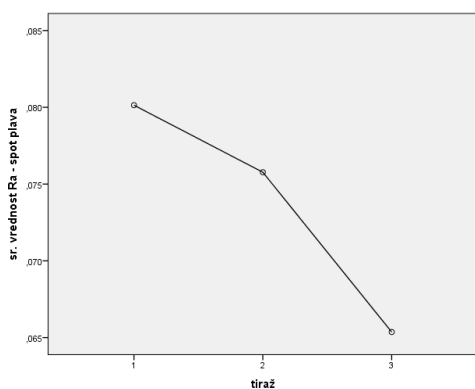
Slika 7. Grafički prikaz promene srednjih vrednosti parametra Rv sa promenom tiraža (magenta)

Na osnovu Anove urađene za vrednosti različitih parametara hrapavosti punih tonova štamparskih formi za magentu u 3 različita tiraža, zaključujemo da postoji statistički značajna razlika između srednjih vrednosti parametara hrapavosti Ra, Rp i Rv za pojedine tiraže. Prema Koenovom kriterijumu (vrednosti  $\eta^2$ ) za sve amplitudne parametre, vidimo da je uticaj te razlike velik. Prema rezultatima naknadnog Dunnett-ovog T3 testa uočava se da statistički značajne razlike između vrednosti amplitudnih parametara hrapavosti Ra i Rv nema u slučaju tiraža 1 u odnosu na vrednosti pomenutih parametara u slučaju tiraža 2. Takođe, statistički značajne razlike između vrednosti amplitudnog parametra hrapavosti Ra i Rp nema u slučaju tiraža 1 u odnosu na tiraž 3. U svim ostalim slučajevima postoji statistički značajna razlika između grupa rezultata.

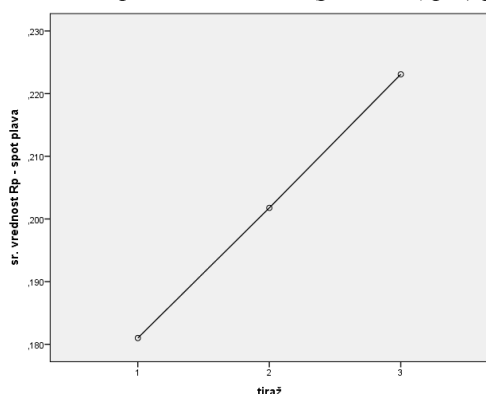
Obzirom da vrednosti amplitudnog parametra Ra, datih na slici 8 opadaju, zaključuje se da dolazi do ukupnog smanjenja površinske hrapavosti, pa se može pretpostaviti da površina punog tona flekso štamparske forme za posebnu plavu postaje glađa.

Porast vrednosti amplitudnog parametra Rp za posebnu plavu (slika 9) se kosi sa inicijalnom pretpostavkom trošenja vrhova profila na polju punog tona na flekso štamparskoj formi sa povećanjem tiraža.

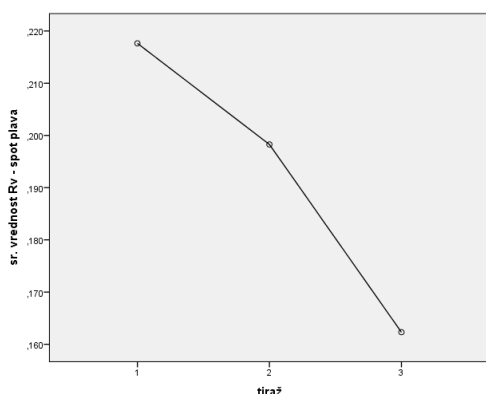
Na osnovu rezultata datih na slici 9, zaključuje se da je prisutan pad vrednosti parametra Rv kod posebne plave boje sa povećanjem tiraža, kao i da pad vrednosti parametra hrapavosti Rv kao posledicu ima popunjavanje udolina profila.



Slika 8. Grafički prikaz promene srednje vrednosti parametra Ra sa promenom tiraža (posebna (spot) plava)



Slika 9. Grafički prikaz promene srednje vrednosti parametra Rp sa promenom tiraža (posebna (spot) plava)



Slika 10. Grafički prikaz promene srednje vrednosti parametra Rv sa promenom tiraža (posebna (spot) plava)

Na osnovu jednofaktorske analize varijansi urađene za vrednosti različitih parametara hrapavosti punih tonova štamparskih formi za posebnu (spot) plavu u 3 različita tiraža, zaključujemo da postoji statistički značajna razlika između srednjih vrednosti parametara hrapavosti Ra, Rp i Rv za pojedine tiraže. Na osnovu vrednosti Koenovog kriterijuma, zaključujemo da je praktični uticaj tih razlika velik. Naknadni Tukey-ev HSD test ukazuje da statistički značajne razlike između vrednosti amplitudnih parametara hrapavosti Ra, Rp i Rv nema u slučaju tiraža 1 u odnosu na vrednosti pomenutih parametara u slučaju tiraža 2. Takođe, statistički značajne razlike između vrednosti amplitudnog parametra hrapavosti Rp nema u slučaju tiraža 2 u odnosu na tiraž 3. U svim ostalim slučajevima postoji statistički značajna razlika između grupa rezultata.

#### 4. ZAKLJUČAK

Na osnovu dobijenih rezultata merenja amplitudnih parametara hrapavosti punih tonova štampajućih elemenata flekso štamparske forme za boju cijan, može se zaključiti da svi ispitivani amplitudni parametri hrapavosti površine imaju tendenciju opadanja sa povećanje mtiraža.

Upoređivanje vrednosti hrapavosti punih tonova štampajućih elemenata flekso štamparske forme za boju magenta, ukazuje takođe na opadanje vrednosti svih ispitivanih amplitudnih parametara hrapavosti sa povećanjem tiraža.

Kod štamparskih formi za posebnu plavu boju, vrednosti amplitudnih parametara hrapavosti Ra i Rv imaju tendenciju opadanja, dok Rp imatendenciju rasta.

Posmatrano smanjenje vrednosti parametra hrapavosti Ra za sve ispitivane štamparske forme znači da njihova površinska hrapavost pada. Opadajući trend vrednosti parametra hrapavosti Rp za sve forme je pokazatelj da se forma sa povećanjem tiraža troši, te da se vrhovi profila površinske hrapavosti smanjuju. Primećeno odstupanje od ovog trenda kod forme za posebnu (spot) plavu boju se može pojaviti usled eventualnih razlika u načinu merenja, obrade rezultata i sl. Pad vrednosti parametra hrapavosti Rv sa povećanjem tiraža znači da se udoline u profilu punog tona forme tokom štampe postepeno popunjavaju papirnom prašinom i samim mikro česticama polimera, koji se tokom štampe troši kao posledica trenja.

Rezultati proistekli iz eksperimentalnog dela ovog rada ukazuju da manja hrapavost može posledičnou zrokovati lošije prihvatanje boje od strane štamparske forme, te samim tim i lošiji prenos boje na podlogu za štampu. Da bi se odredilo u kojoj meri to utiče na kvalitet štampe, potrebno je u budućim istraživanjima ispitati i otisak punog tona, kako u pogledu LAB vrednosti i optičke gustine, tako i uniformnosti transfera boje.

#### 5. LITERATURA

- [1] DFTA, K-H. Meyer (2006). „*Technik des Flexodrucks*“, Rek&Thomas Medien AG, St. Gallen
- [2] D. Novaković, Ž. Pavlović, S. Dedijer (2013): „*Od kompjutera do štampe Computer to Plate tehnologije*“, GRID, FTN, Novi Sad
- [3] D. Jelaska (2005): „*Elementi strojeva*“, Fakultet elektrotehnike strojarstva i brodogradnje, Split
- [4] P. Seitavuopio (2006): „*The roughness and imaging characterisation of different pharmaceutical surfaces*“, Faculty of Pharmacy, University of Helsinki, Helsinki
- [5] T. Künzler (2007): „*Surface Morphology Gradients*“, Swiss Federal Institute of Technology, ETH, Zürich
- [6] J. Palant (2009): „*SPSS: Priručnik za preživljavanje*“, Mikro knjiga, Beograd

#### Podaci za kontakt:

MSc Stefan Poljak, e-mail: [poljakstefan@yahoo.com](mailto:poljakstefan@yahoo.com)  
 PhD Sandra Dedijer, e - mail: [dedijer@uns.ac.rs](mailto:dedijer@uns.ac.rs)



**KREIRANJE FOTOREALISTIČNOG DIGITALNOG LJUDSKOG LIKA  
CREATION OF PHOTOREALISTIC DIGITAL HUMAN FACE**Vladimir Ilić, Dragoljub Novaković, Ivan Pinčjer, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN**

**Kratak sadržaj** – U radu su sistematično sagledane teoriske osnove, prethodna istraživanja i trenutni dometi računarske grafike u oblasti stvaranja fotorealističnog digitalnog ljudskog lika. Pomenuta saznanja korišćena su u pokušaju savladavanja izazova koji danas ova oblast postavlja u uslovima ograničenih resursa malih produkcija.

**Ključne reči:** Računarska grafika, Prostorno oblikovanje, 3ds Max, Fotogrametrija

**Abstract** – This paper systematically analyzed theoretical basics, previous research and current achievements in the field of computer graphics to create photorealistic digital human face. The above findings have been used in an attempt to overcome the challenges of this area today in conditions of limited resources in small productions.

**Keywords:** Computer graphics, Spatial Design, 3ds Max, Photogrammetry

**1. UVOD**

U računarskoj grafici već duže vreme tema istraživanja je ljudsko lice sa ciljem rešavanja problema generisanja fotorealističnog lika. U nastavku ovog rada biće reči o digitalnim karakterima i području digitalnih ljudskih lica, sa fokusom na rad sproveden od strane tima na USC ICT (University of Southern California Institute for Creative Technologies) i od strane raznih kompanija. Raspravljajući o modelovanju, teksturisanoj i renderovanju i primeni postojećih saznanja u cilju dobijanja kompjuterski generisanog fotorealističnog ženskog portreta.

**2. ISTRAŽIVANJE**

Film „The Jester“ iz 1999 izašao je pre relativno jednostavnog dodavanja realistične kose, podpovršinskog rasejanja ili mnogih drugih naprednih tehnologija u protekloj deceniji i po, ali je ipak uspeo da bude snažan pokazatelj onoga što će doći. Sinhronizacija usana i facijalna animacija posebno su bili izuzetni. Ako se uradi pregled svega što je urađeno u oblasti digitalnih ljudi do tada, izgleda kao da svi izvode redukcionistički pristup pri izradi CG čoveka, što se obično radi u kompjuterskoj grafici. Međutim, složenost CG čoveka diktira drugačiji pristup. Prekretnicu u dobijanju fotorealističnih digitalnih ljudskih likova predstavlja pojava svetlosne pozornice 2000 godine. Ova tehnologija predstavlja pravo beleženje stvarnosti pre nego ponovno stvaranje stvarnosti.

**NAPOMENA:**

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

**2.1. Tehnologija svetlosne pozornice**

Svetlosna pozornica je naziv za seriju kupola za osvetljenje ili reosvetljenje. Njen tvorac je dr Paul Debevec i tim na USC ICT u Kaliforniji. U početku je bio usmeren na reosvetljenje u postprodukciji, ali se njegova upotreba proširila na naprednu geometriju, teksture i beleženje performansa. Kupola je porasla od lake svetlosne pozornice u kojoj se sedi, do pozornice gde je moguće pokrenuti se unutar nje. Najnovija verzija, Light Stage X, ima najnovije LED osvetljenje i kontrolne sisteme.

Dva najbitnija razloga za korišćenje tehnologije svetlosne pozornice su: 1. potreba za referencom lica pod određenim uslovima osvetljenja, 2. dobijanje modela sa teksturama koji će se kasnije koristiti za animiranje. Faza sakupljanja referenci sastoji se od snimanja glumca pri nekoliko stotina različitih uslova osvetljenja u periodu od oko osam sekundi.

Ovaj proces omogućava da se bilo koji uslovi svetla postave kao referenca koju je potrebno dobiti u fazama produkcije koje slede. Dobijanje modela i tekstura je dosta intenzivnija i sigurno sveobuhvatnija upotreba Light Stagea. U ovoj fazi želi se dobiti što veća količina podataka koja se prosleđuje u CG radni tok direktno. Dakle, potrebno je skenirati glavu, zatim rigovati je za realističnu animaciju, a nakon toga i renderovati.

Prvi korak ovog procesa je skeniranje. Glava glumca ili subjekta je digitalno zabeležena kao geometrijski model i odgovarajuća mapa tekstura. Unutar Light Stagea, skeniranje se postiže fotografisanjem glumca iz više tačaka ispod skupa polarizovanih sferičnih gradijent uslova osvetljenja, proizvodeći skeniranje sa tačnošću od 0.1mm usklađeno sa difuznim, spekularnim i displejsment mapama.

Ovo je dovoljno da se snime pore na koži i fini nabori. Skeniranje se vrši pri neutralnoj pozi, odnosno snima se lice bez ekspresija. I nakon toga vrši se snimanje mnoštva ekspresija lica glumca, pritom je bitno kojih sve izraza.

U okviru skeniranja dobija se nekoliko stvari, informacije o obliku i teksturi, a sa Light Stage-om spekularna i difuzna komponenta odvojeno. Ovo je bitno, jer je po definiciji spekularna komponenta oštra i formira površinu lica, tako da će sadržati mnoštvo detalja visoke frekvencije.

Odvajanje spekularnih i difuznih komponenti je apsolutno ključno u ovom procesu, a ICT tim otkrio je način kako da se one odvoje korišćenjem polarizatora. Iz ekspresija mogu se dobiti blend forme. Ove blend forme dozvoljavaju regulisanje stepena mešanja neutralne poze i ekspresija lokalizovanih na različitim područjima lica.

## 2.2. Projekti Instituta za kreativne tehnologije Univerziteta Južne Kalifornije (ICT USC)

Institut za kreativne tehnologije Univerziteta Južne Kalifornije ima dugu istoriju inovacija. Od njihovih ranijih radova na reosvetljavanju prirodnim svetlom do današnjih istraživanja u oblasti CG karaktera, tim na čelu sa Paul Debevecom je napravio ogroman uticaj na kompjutersku grafiku.

Projekat Digitalna Emili 2008. je pokazao kako skup izraza lica visoke rezolucije skeniranih u Light Stage-u može biti rigovan u fotorealističan digitalni animirani karakter, zahvaljujući istraživanju USC ICT i radu Image Metrics. Digitalna Emili je renderovana samo kao lice i dobijena je tradicionalno kao offline nerealni renderer pri rezoluciji koja je nikada nije mogla prikazati izbliza.

ICT grupa dosledno objavljuje svoje radove na SIGGRAPH-u, gde su 2012. godine predstavili u saradnji sa Activision i Nvidia fotorealistični ljudski lik u realnom vremenu, poznatiji kao Digitalni Ajra. Na SIGGRAPH-u 2013. i saradnji Activisiona i USC ICT, publika je videla Activision Digitalnog Ajru u realnom vremenu, kao realan ljudski lik visoke rezolucije koji se može videti iz bilo kog ugla, pod bilo kojim osvetljenjem, i može se ponašati realistično zavisno od prethodno zabeleženih performansi, čak i na ekstremno bliskim rastojanjima. Ne samo da je glava bila interaktivna u realnom vremenu i u visokoj rezoluciji, već je podržana u realnom vremenu u produkcijskom radnom toku spremnom za video igre.

## 3. PRAKTIČAN DEO

U praktičnom delu rada upotrebljena su postojeća saznanja kako bi se dobio kompjuterski generisani fotorealistični ženski portret. Istraživani su dometi široko dostupnih tehnologija u ovoj oblasti. Uz pomoć fotogrametrije i aplikacije Autodesk 123D Catch generisao sam 3D sken i osnovne difuzne teksture lika mog modela. Pixologic ZBrush je bio korišćen za čišćenje i doterivanje 3D skena, kao i projekcije detalja 3D skena na osnovnu geometriju. Korišćen je i za modelovanje finih detalja visoke frekvencije na koži i dodatno oslikavanje difuzne teksture lica. Adobe Photoshop je korišćen za retuširanje teksture lica, oslikavanje i dodavanje detalja sa već postojećih tekstura lica dostupnih sa specijalizovanih internet sajtova. Upotrebljen je i za generisanje dodatnih tekstura i njihovo fino podešavanje kroz proces renderovanja. Kao primarni 3D alat korišćen je 3ds Max 2014 sa V-Ray 3.40.01 rendererom. Za korišćenje pristupa u ovom delu rada može se reći da izvodi redukcionistički pristup pri izradi CG čoveka, što se obično i radi u kompjuterskoj grafici. Na slici 1 može se videti izgled referentnog modela.



Slika 1. Izgled referentnog modela

## 3.1. Skeniranje

Prvi i najbitniji korak u procesu dobijanja fotorealističnog karaktera je obezbeđivanje dovoljno podataka za fotogrametrijski program. U konkretnom slučaju korišćen je 123D Catch kao najpristupačnije i ekonomski najisplativije rešenje. Beleženje fotografija vršeno je pametnim telefonom (Iphone 6 plus sa odgovarajućom aplikacijom za iOS operativni sistem). Sam uređaj poseduje kameru od 8 megapiksela i cilj je bio zabeležiti što oštrije slike. Za proces fotoskeniranja zabeleženo je par stotina fotografija u desetak testova. Fotografije su zabeležene iz svakog mogućeg ugla ignorišući vodilje koje pruža sama aplikacija. Oblasti trepavica i obrva će uvek izazivati probleme ali to će se lako ispraviti u narednoj fazi u kojoj će sam sken unutar ZBrusha biti pročišćen i retuširan.

Nakon beleženja sve fotografije su aploudovane na cloud kako bi bile obrađene. Ne postoji nikakva informacija koliko će to dugo trajati. Vreme obrade zavisi od kompleksnosti fotografija i opterećenosti clouda. Info panel daje neka generalna obaveštenja ali ukoliko dođe do neke greške prilikom obrade, što nije retkost, nemoguće je saznati razlog, pa samim tim i donositi zaključke i učiti iz ovih grešaka.

Nakon obrade rezultat se može posmatrati 3D interaktivno. Ukoliko želimo nastaviti dalji rad na zabeleženom objektu moguće je ulogovati se u svoju galeriju na [123dapp.com](http://123dapp.com) gde se mogu pronaći svi zabeleženi objekti. Odavde se 3D modeli mogu preuzeti kao teksturisani .OBJ fajlovi koji skoro svi 3D programi mogu otvoriti. Nažalost, tekstura je eksportovana kao više slika koji su UV mapirane potpuno nasumično što pravi problem ukoliko želimo obrađivati teksturu u Photoshopu. 123D Catch daje dobre detalje teksture i modela za jedno besplatno i amatersko rešenje.

## 3.2. Modelovanje

U konkretnom slučaju i generalno u studijima i produkcijskom okruženju obično postoji unapred pripremljen bazični model muškarca i žene. Ti osnovni modeli su standardizovani i prilagođeni radnom toku i poseduju unapred pripremljenu topologiju i UV koordinate. Vremenom kroz projekte ti modeli su unapređivani i obezbeđeno je da se model odgovarajuće ponaša pri vajanju i dodavanju facijalnih ekspresija.

Pre dodavanja detalja na model bitno je osigurati da pojedini delovi lica kao što su nos, usne, kapci budu razdvojeni po poligrupama kako bi se lako i brzo izolovali i na taj način bili dostupni za rad na finim detaljima. Za čišćenje i retuširanje unutar ZBrusha pogodne su Trim Dynamic i Smooth Subdivision četke, jer obe uglašavaju površinu bez opasnosti da unište fine detalje.

Postoje tri nivoa detalja kada se modeluju kompleksni oblici. Detalji niske učestalosti, to su relativno veliki oblici kao što su nos, kapci ili usne. Detalji srednje učestalosti, to su detalji kao što su bore oko očiju i na usnama. Detalji visoke učestalosti, koji obuhvataju detalje kože kao što su pore i neravnine na koži.

Nakon što je izvršena projekcija generisanog modela na osnovnu mrežu, prelazi se na modelovanje finih detalja koje aplikacija nije zabeležila. Najbolje je početi sa velikim detaljima i postepeno se prebacivati na manje. U ovom stadijumu trebalo bi izbegavati velike 2D šablone kože i

više se oslanjati na manuelno dobijanje detalja, posebno za detalje kao što su pore. Potrebno je dosta više vremena ali se dobija daleko realističniji izgled. Takođe, bitno je napomenuti da se korišćenjem SSS šejdera dosta finih detalja gubi. Kako bi se održao nivo detalja u renderu potrebno je preuveličati dubinu detalja i pora kože. Fotosken dobijen 123D Catch aplikacijom je potpuno beskorisan u slučaju detalja visoke frekvencije ali je odličan za beleženje celokupne forme. U standardnom radnom toku produkcije animacije izvozi se niska ili srednja rezolucija mreže glave.

Sušтина ljudskih očiju je u dubini i jedini način da se ta dubina oka zabeleži, posebno u krupnom planu, je da se izgradi sva potrebna geometrija. Pri modelovanju očiju koristi se jednostavan pristup podele oka na tri dela: rožnjača, beonjača sa dužicom i zenica. Ulogu rožnjače ima sfera koja na prednjoj strani poseduje ispupčenje nalik na pravu očnu jabučicu. Za beonjaču sa dužicom modeluje se konkavna sfera sa centralnim otvorom za zenicu. Sama zenica je standardna površina postavljena direktno iza beonjače i u potpunosti je crna.

### 3.3. Teksturisanje

Za potrebe teksturisanja bilo bi idealno snimiti još jednu grupu fotografija sa odgovarajućim studijskim osvetljenjem i digitalnom kamerom koja poseduje polarizator kako bi se iz njih dobila tekstura lica. U konkretnom slučaju obrađen je radni tok koji se oslanja na podatke dobijene iz fotogrametrijske aplikacije i oslikavanje teksture pomoću Polypainta unutar ZBrusha i Photoshopa.

Textura iz fotogrametrijske aplikacije nije Sledeći korak je dodavanje nijansi i zasićenja korišćenjem iste palete. U ovom procesu se koristi Standard brush sa Color Spray funkcijom i alfom. Korišćenjem prečice uzorkuju se tonovi i oslikavaju se malim radijusom. Na kraju dodaju se mali detalji kao što su bubuljice i pege sa Drag Rect funkcijom i jednostavnom kružnom ili unapred pripremljenom alfom. Sledeći nivo detalja, ukoliko je potrebno, dobija se iz specijalizovanih referenci kao što su one sa sajta 3d.sk i njihovom projekcijom na postojeću mrežu

Kada je albedo tekstura završena učitava se u Photoshop i kreira se blago desaturisana verzija sa smanjenim kontrastom, ova verzija teksture može biti korišćena kao tekstura za podpovršinsko rasejanje.

Kako bi dobili spekulat mapu unutar Photoshopa potrebno je desaturisati Color mapu. Prethodno generisana AO i Cavity mapa postavljaju se iznad nje i multipliciraju. Treba obratiti pažnju i ne preterivati sa kontrastom u ovim mapama jer refleksije neće reagovati sa kožom onako kako je predviđeno. Nakon toga potrebno je oslikati neke dodatne slojeve za oblasti kao što su usne i kapci kako bi se pojačala vrednost reflektivnosti.

Kao tekstura oka korišćena je tekstura sa sajta texturing.xyz rekolorisana u boju oka referentnog modela.

Nakon modelovanja finih detalja lica eksportuje se displejment mapa kao 32bit-ni EXR fajl 8K rezolucije. Na taj način svi detalji biće kvalitetno preneti na renderovani model. Drugi nivo detalja lica je mikrostrukture kože lica u obliku displejsmenta visoke rezolucije. Displejsment tekstura mikrostrukture je inspirisana ICT istraživanjem o sintezi facijalne mikrogeometrije bazirane na merenju. Ovo istraživanje je beležilo mikrodetalje za manje delove kože i pametno ih kloniralo preko lica, što dozvoljava da se

precizno zabeleži struktura i karakteristike refleksije kože. Ova dva displejsmenta su A i B ulazne teksture Vray-CompTex čvora. Nakon toga definisana je operacija njihovog mešanja  $Add(A+B)$  u jedinstveni displejsment tokom renderovanja.

### 3.4. Osvetljenje

Cilj je bio da render ne izgleda kao studijsko snimanje sa tipičnim osvetljenjem uz pomoć softboxa tako da, pored osvetljenja odozgo gde se koristi jak singularan izvor svetlosti iznad glave, za osvetljenje se koristilo i Dome svetlo sa odgovarajućim HDR fotografijom podešenom na maksimum rezolucije. U konkretnom slučaju korišćena su dva potpuno različita načina osvetljavanja kako bi se pokazala konzistentnost kasnije dobijenih rezultata.

Korišćenje Dome svetla sa odgovarajućim HDR fotografijom ne samo da je dalo IBL realistične refleksije i odsjaje u očima već simulira i odbijanje boje okruženja što bi veoma pomoglo integraciji karaktera u pozadinu.

Osvetljenje odozgo dobar je način da se u sceni vide najsitniji detalji kože.

### 3.5. Šejderi

VRayFastSSS2 je materijal koji je primarno dizajniran za renderovanje polupropustljivih materijala kao što su koža, mermer, itd. Implementacija je bazirana na BSSRDF (Bidirectional scattering-surface reflectance distribution function) i manje ili više je fizički tačna aproksimacija efekta podpovršinskog rasejanja, dok je u isto vreme dovoljno brza za korišćenje u praksi. VRayFastSSS2 je kompletan materijal sa difuznom i spekulat komponentom koje mogu biti korišćene direktno bez potrebe za Blend materijalom. Preciznije, materijal se sastoji od tri sloja: spekulata, difuznog sloja i sloja podpovršinskog rasejanja. Sloj podpovršinskog rasejanja se sastoji od singl i multi komponenti rasipanja. Singl komponenta se javlja kada dođe do prvog odbijanja svetla unutar materijala. Multi komponenta se javlja prilikom drugog i svih narednih odbijanja dok ne dođe do napuštanja materijala. Nakon testiranja šejdera odlučio sam se za drugačiji i nešto komplikovaniji pristup i razdvajanje komponenti materijala uz pomoć VRayBlendMtl materijala dobijajući na taj način potpunu kontrolu nad svim komponentama konačnog izgleda.

Kao što sam već rekao, osnovu šejdera podpovršinskog materijala kože lica činiće VRayBlendMtl gde će se na mestu osnove materijala Base material nalaziti difuzna komponenta kože. Ona će se preko Falloff čvora mešati sa spekulat komponentom kože na poziciji Coat material. Falloff čvor kontroliše funkciju opadanja odnosno mešanja ova dva materijala a kao tip mešanja izabrana je Fresnel funkcija.

Ova funkcija tj. jednačina opisuje ponašanje svetlosti prilikom kretanja između medija različitih indeksa refrakcije. Obe komponente, difuzna i spekulat, su dalje podeljene na svoje podkomponente, takođe uz pomoć VRayBlendMtl. Difuzna komponenta je podeljena na muti komponentu rasejanja na poziciji Base material i singl komponentu na poziciji Coat material.

U osnovi multi komponente rasipanja je VRayFastSSS2.

U osnovi single komponente rasipanja na nivou Blend materijala je najobičniji V-Ray materijal V-RayMtl koji poseduje singl teksturu rasipanja na mestu difuz teksture.

Spekular komponenta materijala kože se sastoji iz dve komponente A i B. Razdvojena je na dve komponente kako bi bili dobijeni kompleksni spekulari. Obe komponente su u osnovi V-RayMtl i imaju spekulaturnu teksturu na mestu Reflection mape sa različitim vrednostima Reflection Glossinessa. Komponenta A ima vrednost 0,8 a komponenta B 0,7.

Za šejder oka korišćen je V-RayMtl za mrežu sočiva i V-RayFastSSS2 za beonjaču. Šejder sočiva ima samo refleksije i refrakcije, dok beonjača ima određeni stepen podpovršinskog rasejanja.

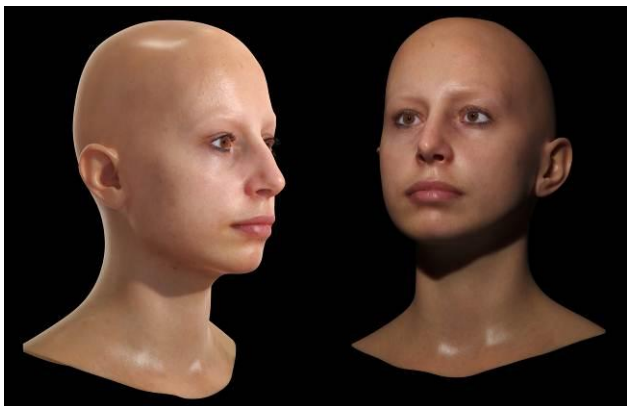
Skoro podjednako važno kao oči jeste i njihovo okruženje. Mora se idealno uklopiti sa okom i oblasti suznica. Sam efekat SSS je dosta jači u ovim oblastima, takođe vlažnost i boja ovih oblasti se moraju poklopiti.

### 3.6. Renderovanje

Pre samog renderovanja potrebno je definisati opcije uzorkovanja slike, odnosno antialiasinga, njenog filtriranja i mapiranja boja. Jedno od najbitnijih podešavanja render opcija su Max subdivs unutar Bucket image sampler-a podešavanja koji ima vrednost 24. Ova vrednost definiše maksimalan broj uzoraka po pikselu finalnog rendera. Jedan je od odlučujućih parametara za kvalitet slike i dužinu rendera.

Bitno je uključiti globalno osvetljenje za primarna odbijanja korišćen je Brute Force, a za sekundarna Light Cache.

Pre finalnog rendera, pod odeljkom render elementi unutar opcija za podešavanje rendera moguće je aktivirati željene elemente i renderovati ih odvojeno, a samim tim imati mogućnost da se na svaki od njih utiče posebno unutar kompozicije.



Slika 02. Prikaz dobijenih rezultata

### 3.7. Razvoj konačnog izgleda

U ovom stadijumu izvršena su neka manja podešavanja i doterivanja boja. Pojedinačni elementi postavljeni su jedan iznad drugog u slojevima, ovo je momenat u kom je moguće eksperimentisanje sa modovima njihovog mešanja. Ukoliko su sve prethodne faze odrađene kako treba, čemu treba težiti, ova faza ne obuhvata previše rada na unapređenju finalnog izgleda, u konkretnom slučaju zatamnjene su trepavice i podešeni nivoi kako bi se dobio željni izgled. Na slici 2 može se videti prilaz dobijenih rezultata.

## 4. ZAKLJUČAK

Ono što sam ja u ovom u radu pokušao da postignem je da lice izgleda fotorealistično na konzistentan način. Ključ za fotorealizam lica uključuje podpovršinsko rasejanje, fizički zasnovane spekulare i šejding očiju. Konkretno, mikrogeometrija je od ključnog značaja za 1080p rendere ili rendere iz blizine. Ključ rada je pažnja na detaljima i koliko beznačajne stvari mogu napraviti veliku razliku kada se stave zajedno.

Takođe, veoma važan i obično potcenjen je i uticaj post FX na lice. Dubina polja i zrno filma pomažu da slike izgledaju prirodnije. Renderi imaju tendenciju da budu previše savršeni. Poželjno je videti neki stepen zamućenosti u slici, zamagljenje ili šum, to su trikovi koji prevare oko da je slika prava. Ključ renderovanja karaktera je u detaljima, a savršenstvo je neprijatelj fotorealizma, prevazilaženje toga je najvažniji cilj za dobijanje uverljive slike.

Na kraju postavlja se pitanje da li je predena tačke nakon koje postoji mogućnost da se u potpunosti digitalizuju karakteri i ljudi? Dobijanje potpuno fotorealističnog filmskog lika nije još uvek usavršeno, ali je moguće, to je samo pitanje vremena. Sve ove oblasti usavršavanja i pomenute tehnike će nam to omogućiti.

## 5. LITERATURA

- [1] Alexander, O., Rogers, M., Lambeth, W., Jen-Yuan Chiang, Wan-Chun Ma, Chuan-Chang Wang, Debevec, P. (2010) The Digital Emily Project: Achieving a Photorealistic Digital Actor. [Online] Dostupno na: <http://gl.ict.usc.edu/Research/DigitalEmily/DigitalEmily-IEEECGA-2010.pdf> [prisupljeno 01.09.2016.].
- [2] Debevec, P. (2012) The Light Stages and Their Applications to Photoreal Digital Actors. [Online] Dostupno na: <http://ict.usc.edu/pubs/The%20Light%20Stages%20and%20Their%20Applications%20to%20Photoreal%20Digital%20Actors.pdf> [prisupljeno 01.09.2016.].
- [3] Jimenez, J., Danvoye, E., Debevec, P., Fyffe G. (2014) Digital Ira and Beyond: Creating Photoreal Real-Time Digital Characters (course notes). [Online] Dostupno na: [http://ict.usc.edu/pubs/Digital%20Ira%20and%20Beyond%20-%20Creating%20Photoreal%20Real-Time%20Digital%20Characters%20\(course%20notes\).pdf](http://ict.usc.edu/pubs/Digital%20Ira%20and%20Beyond%20-%20Creating%20Photoreal%20Real-Time%20Digital%20Characters%20(course%20notes).pdf) [prisupljeno 01.09.2016.].
- [4] Seymour, M. (2013) The Art of Digital Faces at ICT – Digital Emily to Digital Ira. [Online] <https://www.fxguide.com/featured/the-art-of-digital-faces-at-ict-from-digital-emily-to-digital-ira/> [prisupljeno 01.09.2016.].
- [5] Tinwell, A. (2014) The Uncanny Valley in Games and Animation. CRC Press

### Kontakt adresa autora:

MSc Vladimir Ilić  
[ilicvladimir85@gmail.com](mailto:ilicvladimir85@gmail.com)  
Prof. dr Dragoljub Novaković  
[novakd@uns.ac.rs](mailto:novakd@uns.ac.rs)  
Dr Ivan Pinčjer  
[pintier@uns.ac.rs](mailto:pintier@uns.ac.rs)

**UTICAJ BROJA PROLAZA PRI ŠTAMPI NA KRUPNIJE NASUMIČNE VARIJACIJE (MOTLING) NA OTISCIMA INKJET ŠTAMPE****INFLUENCE OF MULTI-PASS PRINTING ON LARGER RANDOM VARIATIONS (PRINT MOTTLE) ON INKJET PRINTS**

Milica Vidović, Sandra Dedijer, Ivana Jurič, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN**

**Kratak sadržaj** – Rad se bavi uticajem broja prolazapri štampi na pojavu krupnijih nasumičnih varijacija - motling na površini otisaka dobijenih inkjet tehnikom štampe. Cilj štampe jeste dobijanje što uniformnijeg otiska, a značaj broja prolaza ogleda se u utrošku boje i vremena potrebnog za dobijanje dobrog otiska. Ispitivani uzorci su štampana polja pune tonske vrenosti za boje: cijan, magenta, žuta i crna. Štampani su na fotopapiru Latex 200g/m<sup>2</sup> sa Hp Latex 310 štampačem. Parametri od značaja za uniformnost otiska dobijeni su u softverskom alatu MATLAB verzija 7.12.0. (2011), pomoću GLCM matrice.

**Cljučne reči:** Inkjet, Multi-pass, GLCM, uniformnost otiska

**Abstract** – The paper analyzes the influence of the number of passes during inkjet printing on formation of larger random variations (print mottle) on print surface. Optimal reproduction is striving to obtain as uniform prints as possible. Important aspects of multi-pass printing are inks and time that we spent. We used samples with solid tones of cyan, magenta, yellow and black which are printed on Hp Latex 310. Substrate is Photo paper Latex 200 g/m<sup>2</sup>. Parameters were calculated in MATLAB version 7.12.0. (2011), using the GLCM matrix.

**Cljučne reči:** Inkjet, Multi-pass printing, GLCM, print mottle

**1. UVOD**

Poslednjih godina dolazi do ekspanzije digitalne tehnike štampe, posebno kada je u pitanju štampa velikih formata. Inkjet štampa, kao jedna od istaknutijih tehnologija digitalne štampe, ima mogućnost štampe u jednom ili u više prolaza. U cilju dobijanja što bolje reprodukcije u štampi, vrlo je važno definisati i razumeti parametre od značaja. Rad se bavi uticajem broja prolaza na uniformnost otiska inkjet štampe, tačnije na ispitivanje uticaja broja prolaza i samim tim količine prenesene boje na otisak na pojavu i veličinu krupnijih nasumičnih varijacija – motlinga na odštampanom otisku. Istraživanje je vršeno za 6, 8 i 10 prolaza jer se upravo oni najčešće i koriste u slučaju izabranog tehnološkog sistema i podloge za štampu. Od metoda za analizu motlinga korišćena je GLCM matrica, a posmatrani parametri su: kontrast, korelacija i homogenost.

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Sandra Dedijer, docent.

**2. INKJET ŠTAMPA**

Ink Jet predstavlja Computer to Print tehnologiju pri kojoj se prenos boje na podlogu vrši bezkontaktno. Inkjet štampa je vrlo jednostavna u teoriji, a kompleksna u praksi. U teoriji, inkjet štampa podrazumeva izbacivanje sitnih kapi na podlogu, bez ostvarenog kontakta. Međutim, u praksi, potrebno je obezbediti veoma malu kap (oko 70 μm) i precizno je pozicionirati na podlogu kako bi se postigla odgovarajuća rezolucija. Osnovna podela ove tehnike je na kontinualnu (koja se deli na binarno skretanje i na višestruko skretanje) i kap na zahtev (koja obuhvata termalnu, piezoelektričnu i elektrostatičku) inkjet štampu [1].

**3. POVRŠINSKA (NE)UNIFORMNOST**

Površinska (ne)uniformnost se može pojaviti na otisku u mnogim formama i oblicima. Kako samo ime ovog parametra ukazuje, to su mrlje (eng. blotches) na otisku gde se očekuje homogena površina. Opštija fizička definicija bi bila da je površinska neuniformnost neželjana varijacija optičke gustine (reflektovane svetlosti) na otisku. Ove varijacije mogu biti tumačene kao tačke, ili kao pruge (eng. streaks), trake (eng. bands) ili neki drugi oblik tekture. S toga, postoje dve vrste površinske neuniformnosti: nasumične i sistematične varijacije. Pošto ljudske oči mogu mnogo lakše da razlikuju šare, sistematične varijacije se lakše uočavaju nego nasumične [1].

**3.1. Uzroci motlinga**

Motling, kao i drugi oblici neuniformnosti na otisku, javlja se zbog neizbežne činjenice da će količina boje koja se prenosi na podlogu prilikom štampe varirati u izvesnoj meri. Međutim, vizuelno se ova greška može eliminisati. Ako su te varijacije u optičkoj gustini ispod praga detekcije ljudskog oka, greška neće biti percipirana i taj otisak će biti prihvatljiv kao otisak dobrog kvaliteta. U nastavku su navedeni neki uzroci pojave motlinga na otisku pošto proces štampanja uključuje tri glavne komponente: štamparsku mašinu, boju i podlogu, uzroci motlinga mogu biti povezani sa osobinama podloge ili boje, stanja štamparske mašine ili njihovom interakcijom [1].

Neravnomerna raspodela vlakana u papiru može uticati na pojavu motlinga na otisku. Na takvom papiru doći će do nejednake apsorpcije boje, što će dovesti do neravnomerne refleksije sa podloge- neuniformnog otiska. Pored površinskih karakteristika, na kvalitet prenosa boje

na podlogu utiču i električne i termalne osobine papira (površinska i strukturna otpornost i dielektrična konstanta). Pored navedenih karakteristika, od ključnog značaja su optičke osobine papira kao što su belina, svetlina, opacitet i sjaj [1].

Neodgovarajući sastav boje može dovesti do nedostatka apsorpcije, što zauzvrat može biti izraženo kao motling. Na primer, u elektrofotografiji nejednaka struktura ili druge karakteristike dvokomponentnog tonera utiču na motling [1].

Štamparska mašina je sačinjena iz mnogo delova i svaki deo može da utiče na pojavu motlinga. Faktori koji utiču na ovu grešku zavise od tehnike štampe. U inkjet štampi najveći problem može da izazove netačna sinhronizacija ili pomeranje štamparske glave. Takođe, jedan od čestih problema su mlaznice koje mogu da se zalupe i na taj način na otisku će se pojaviti motling u vidu pruga [1].

### 3.2. Metode i analize motlinga

Od kada su se pojavili novi atributi kvaliteta, razvijali su se razni algoritmi i metode za analizu tih parametara. Do sada, ti algoritmi i metode nisu u potpunosti standardizovani i njihova velika mana je što ne postoje kategorije kvaliteta kojima bi se odredilo šta je to prihvatljivo, dobro ili loše reprodukovano [1].

U najčešće primenljive metode i analize motlinga spadaju: Indeks neuniformnosti, GLCM metoda, ISO 13660 metoda, Integralni model i M-Score [2].

## 4. GLCM METODA

Motling se može analizirati preko prostorne varijacije intenziteta piksela (nivoima sive) na slici. Kao i druge metode i ova funkcioniše samo na crno-belim slikama. GLCM metoda (eng Gray Level Coocurrence Matrix) je razvijena za rad u ImageJ –GLCM Texture Alalizer i MATLAB –GLCM Texture features softveru. Ova metoda je statistička metoda koja se izračunava na osnovu matrice intenziteta nivoa sive. U okviru metode beleži se koliko često se pojavljuju različite kombinacije vrednosti intenziteta piksela (nivoa sive) na određenoj prostornoj udaljenosti i odnosu na slici. GLCM podrazumeva odnos između dva piksela istovremeno, koji se nazivaju referentni piksel i susedni piksel. Način funkcionisanja GLCM metode prikazan je na slici 1. Na osnovu GLCM matrice moguće je izračunati parametre koji obezbeđuju informacije o prostornom odnosu piksela na slici, tačnije o tome u kolikoj meri je zastupljen motling. Parametri od značaja su: kontrast, korelacija, energija, entropija i homogenost. Manje vrednosti kontrasta, korelacije, entropije i veće vrednosti energije i homogenosti odgovaraju uniformnoj površini, i obrnuto [1].

$$\text{Kontrast} = \sum_{i,j} |i - j|^2 p(i,j) \quad (1)$$

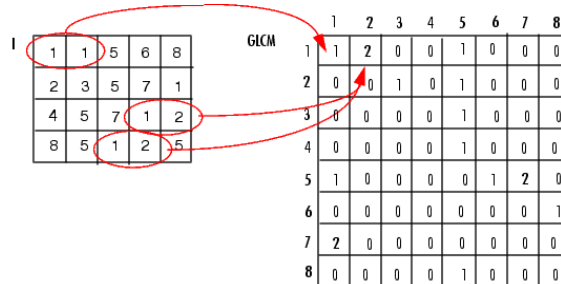
$$\text{Korelacija} = \sum_{i,j} \frac{(i-\mu_i)(j-\mu_j)p(i,j)}{\sigma_i \sigma_j} \quad (2)$$

$$\text{Entropija} = \sum_{i,j} p(i,j) \log(p(i,j)) \quad (3)$$

$$\text{Energija} = \sum_{i,j} p(i,j)^2 \quad (4)$$

$$\text{Homogenost} = \sum_{i,j} \frac{p(i,j)}{1+|i,j|} \quad (5)$$

U jednačini (2)  $\sigma_i$  i  $\sigma_j$  predstavljaju srednje vrednosti standardne devijacije, a  $\mu$  verovatnoća pojavljivanja normalizovanog para piksela i i j u GLCM matrici.

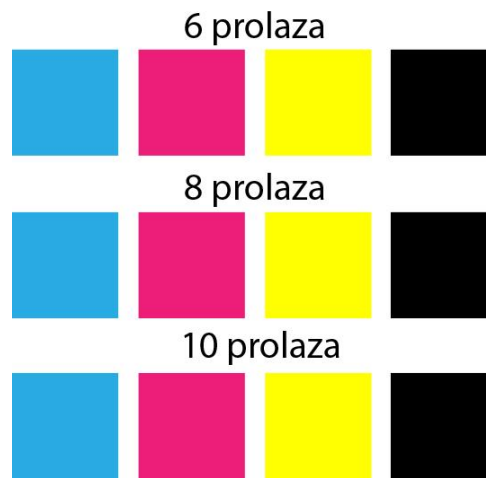


Slika 1. Levo: Originalna slika koju analiziramo; Desno: GLCM matrica dobijena na osnovu piksela analizirane slike

GLCM je matrica gde je broj redova i kolona jednak broju nivoa sive skale na slici. Matrični element  $P(i,j; k, l)$  je relativna frekvencija sa kojom se dva piksela, razdvojena rastojanjem  $(k, l)$ , javljaju unutar datog susedstva- jedan sa intenzitetom i, a drugi sa intenzitetom j [3].

Korišćenje velikog broja nivoa sive sklale podrazumeva skladištenje mnogo podataka. Ponekad se desi paradoksalna situacija da je matrica dobijenih podataka obimnija od same originalne slike. Takođe, GLCM je veoma osetljiv na veličinu uzorka koju treba obraditi, pa se često broj nivoa sive skale smanjuje [3].

## 5. METOD I MATERIJALI



Slika 2. Prikaz test karte

Za analizu motlinga korištena je GLCM metoda objašnjena u poglavlju 3. Test karte sačinjena od po tri polja pune tonske vrednosti za svaku od četiri boje štampana je na štampaču Hp Latex 310.

Svaka boja ima po tri polja 10x10cm štampana u 6, 8 i 10 prolaza (slika 2). Kao što je prethodno spomenuto, analizirana su ova tri broja prolaza jer se upravo oni najčešće koriste u praksi. Boja korišćena pri štampi ove test karte je Latex Hp 831. Podloga na kojoj je štampano je fotopapir Latex 200 g/m<sup>2</sup>. Dakle, podloga, boja i štamparska mašina su proizvodi istog proizvođača i prilagođene su jedna drugoj.

### 5.1. Hp Latex 310

HP Latex 310 je štampač treće HP Latex generacije koji obezbeđuje visoku oštrinu i konzistentnost otiska na različitim podlogama za štampu. Zbog malih gabarita vrlo je praktičan za male radne prostore. Nakon štampe, otisak je odmah spreman za preuzimanje jer nema dodatnog sušenja boje. Raspolaže sa 6 mlaznica čija je rezolucija 1200 dpi [4].

### 5.2. Hp Latex boje

Hp Latex boje na bazi vode su i dalje relativno nove na tržištu. One su uporedive sa bojama na bazi rastvarača u pogledu kvaliteta i dugotrajnosti, ali su manje štetne za zdravlje i okruženje. Ne sadrže gumu, ali sadrže polimere dispergovane u vodi [1].

Upotrebljavaju se za štampu materijali koji se primenjuju i u spoljašnjim i u unutrašnjim uslovima. Osnovne prednosti ovih boja se ogledaju u dugotrajnosti, otpornosti na spoljne uticaje i ekološkoj karakteristici. Takođe, kod ovih boja nema potrebe za dodatnim sušenjem. Sa druge strane, ove boje mogu da koriste samo određeni HP štampača, a kako se boja fiksira pomoću toplote sužen je i izbor podloga za štampu [1].

### 5.3. Fotopapir Latex 200 g/m<sup>2</sup>

Fotopapir Latex je sjajni, premazni papir koji se načešće koristi za štampu fotografija, plakata i grafika. Prilagođen je za štampu sa UV i Latex bojama koje se odmah suše, te nema potrebe za dodatnim vremenom za sušenje. Njegova završna obrada obezbeđuje visok dinamički opseg i širok spektar boja, a zbog sjajne površine same reprodukcije izgledaju privlačnije. Sjajnost ovog papira dostiže 72%, dok je opacitet 98% [5].

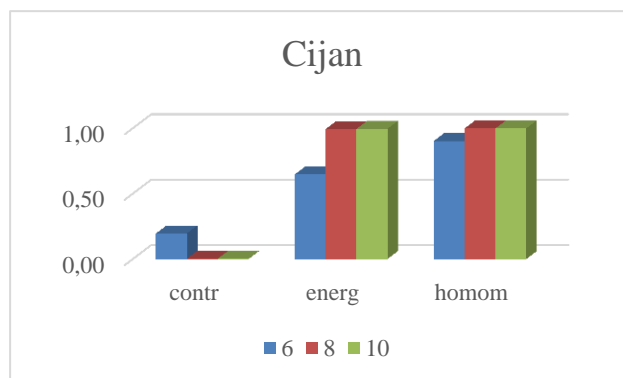
## 6. REZULTATI I ANALIZA REZULTATA

Nakon štampe test karta je skenirana na skeneru Epson Perfection V370 pri rezoluciji od 600spi, a zatim u softverskom alatu Photoshop CC 2015 napravljeni su uzorci dimenzija 8x8cm (tako što je svako polje sa test karte isečeno upravo na te dimenzije). Skenirano je pri rezoluciji od 600 spi jer je upravo ta rezolucija preporučena standardom. Uzorci su sa 10x10cm smanjeni na 8x8cm kako bi se smanjio uticaj štampanih krajnjih linija polja.

Svaki uzorak pojedinačno je uvežen u GLCM kod u MATLABu, gde su dobijene kvantitativne vrednosti za parametre: kontrast, energija i homogenost.

Na osnovu slike 3. možemo zaključiti da se sa promenom broja prolaza menjaju i vrednosti parametara uniformnosti za boju cijan. Pa tako, sa povećanjem broja prolaza vrednost kontrasta opada i to: 6 prolaza (0,1956), 8 prolaza (0,0029) i 10 prolaza (0,0024).

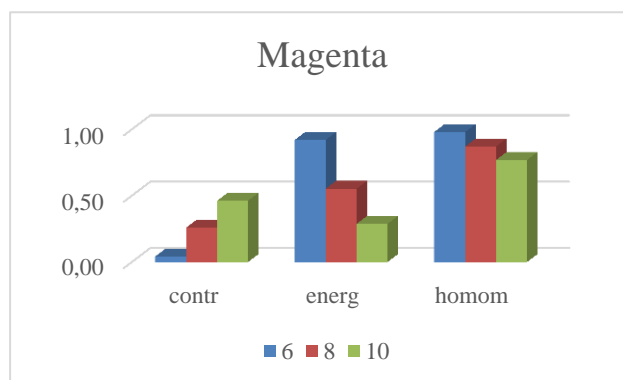
Kada su u pitanju vrednosti energije, one beleže rast sa povećanjem broja prolaza i to: 6 prolaza (0,6473), 8 prolaza (0,9942) i 10 prolaza (0,9953).



Slika 3. Grafički prikaz promene kontrasta, energije i homogenosti u zavisnosti od broja prolaza (6,8,10 prolaza) za cijan

Vrednosti homogenosti rastu sa povećanjem broja prolaza, te su dobijeni rezultati: 6 prolaza (0,9023), 8 prolaza (0,9985) i 10 prolaza (0,9988).

Na osnovu ovih rezultata za cijan može se zaključiti da povećanje broja prolaza dovodi do smanjenja kontrasta i povećanja energije i homogenosti iz čega sledi da veći broj prolaza obezbeđuje veću uniformnost otiska.



Slika 4. Grafički prikaz promene kontrasta, energije i homogenosti u zavisnosti od broja prolaza (6,8,10 prolaza) za magentu

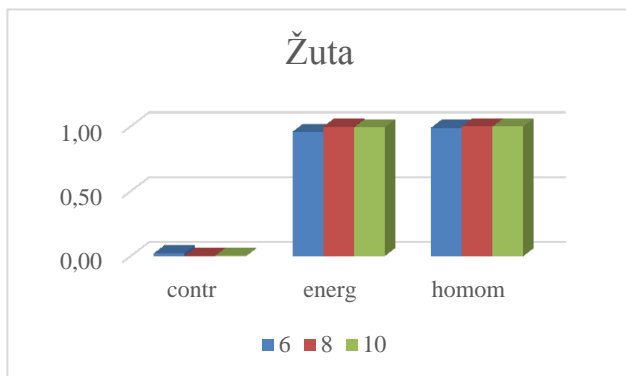
Na slici 4. dat je grafički prikaz zavisnosti vrednosti parametara uniformnosti otiska od broja prolaza prilikom štampe za boju magenta.

Vrednosti kontrasta rastu sa povećanjem broja prolaza i to: 6 prolaza (0,0412), 8 prolaza (0,2588) i 10 prolaza (0,4618).

Sa druge strane, vrednosti energije opadaju sa povećanjem broja prolaza i to: 6 prolaza (0,9195), 8 prolaza (0,5518) i 10 prolaza (0,2877).

Vrednosti homogenosti takođe opadaju sa povećanjem broja prolaza sa vrednostima: 6 prolaza (0,9794), 8 prolaza (0,8707) i 10 prolaza (0,7693).

Na osnovu prikazanih rezultata za magentu, možemo zaključiti da je povećanje broja prolaza imalo negativan uticaj na uniformnost otiska. Dakle, povećanje kontrasta i smanjenje energije i homogenosti dovodi do veće neuniformnosti otiska.

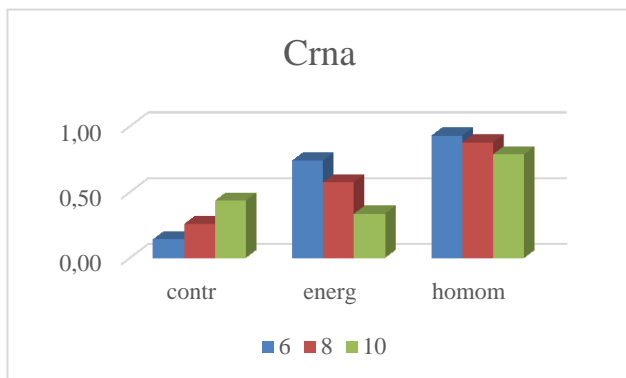


Slika 5. Grafički prikaz promene kontrasta, energije i homogenosti u zavisnosti od broja prolaza (6,8,10 prolaza) za žutu

Zavisnost vrednosti parametara uniformnosti otiska od broja prolaza prilikom štampe za žutu boju prikazana je na slici 5. Za razliku od prethodne dve slike, na ovoj ne možemo uočiti stalan trend porasta ili opadanja vrednosti. Dakle, dobijene vrednosti za kontrast su: 6 prolaza (0,0215), 8 prolaza (0,0014) i 10 prolaza (0,0038). Vrednosti za energiju: 6 prolaza (0,9576), 8 prolaza (0,9971) i 10 prolaza (0,9926).

Kada su u pitanju vrednosti za homogenost rezultati su sledeći: 6 prolaza (0,9893), 8 prolaza (0,9993) i 10 prolaza (0,9981).

Na osnovu dobijenih vrednosti za žutu boju ne možemo zaključiti kolio je povoljno koristiti veći broj prolaza prilikom štampe.



Slika 6. Grafički prikaz promene kontrasta, energije i homogenosti u zavisnosti od broja prolaza (6,8,10 prolaza) za crnu

Na slici 6. prikazana je zavisnost vrednosti parametara uniformnosti za crnu boju.

Na osnovu dobijenih rezultata možemo zaključiti da vrednosti kontrasta rastu sa povećanjem broja prolaza. Konkretni rezultati su: 6 prolaza (0,1420), 8 prolaza (0,2579) i 10 prolaza (0,4359).

Suprotan trend zabeležen je kod vrednosti energije, gde sa povećanjem broja prolaza vrednosti parametra opadaju. Dobijene vrednosti su: 6 prolaza (0,7413), 8 prolaza (0,5761) i 10 prolaza (0,3373).

Takođe, vrednosti homogenosti opadaju sa povećanjem broja prolaza. Konkretno vrednosti su: 6 prolaza (0,9301), 8 prolaza (0,8782) i 10 prolaza (0,7890).

Na osnovu prikazanih rezultata za crnu, isto kao i za magentu, možemo zaključiti da povećanje broja prolaza ima negativan uticaj na uniformnost otiska. Dakle, povećanje kontrasta i smanjenje energije i homogenosti dovodi do veće neuniformnosti otiska.

## 7. ZAKLJUČAK

U radu je analizirana zavisnost krupnije nasumične varijacije na otisku (motling) od broja prolaza u inkjet štampi. Motling se pratio preko tri parametra od značaja: kontrast, energija i homogenost. Uniformnom otisku odgovaraju manje vrednosti kontrasta i veće vrednosti energije i homogenosti. Prema analiziranim rezultatima u ovom radu, možemo reći da se veći broj prolaza pokazao opravdanim kada je cijan u pitanju, dok kod drugih boja nisu dobijeni očekivani rezultati. Naime, prema parametrima za magentu i crnu, veći broj prolaza dovodi do smanjenja uniformnosti otiska. Kod žute boje se ne može izvesti konkretan zaključak jer rezultati variraju.

Prema analiziranim parametrima možemo zaključiti da povećan broj prolaza ne garantuje nužno i veću uniformnost otiska. Sa druge strane, rezultati su zavisili i od mogućnosti skenera što je možda i narušilo neke uzorke.

- [1] N. Kašiković, D. Novaković, I. Jurić "Digitalna štampa-praktikum za vežbe", FTN Izdavaštvo, Novi Sad, 2016.
- [2] I. Jurić, I. Karlović, D. Novaković, I. Tomić, "Comparative study of different methods for the assessment of print mottle", Color research and application, Vol 41 (5), pp. 493-499, October 2016.
- [3] F. Albretnes, "Statistical Texture Measures Computed from Gray Level Co-occurrence Matrices", Thesis, University of Oslo, 2008.
- [4] Hewlett Packard "HP Latex 310 printer brochure", HP, 2014.
- [5] Hewlett Packard "HP Professional Gloss Photo Paper", HP, 2014.

### Podaci za kontakt:

**Milica Vidović**  
E-mail: [milica.grid2012@gmail.com](mailto:milica.grid2012@gmail.com)

**Dr Sandra Dedijer**  
E-mail: [dedijer@uns.ac.rs](mailto:dedijer@uns.ac.rs)

**MSc Ivana Jurić**  
E-mail: [rilovska@uns.ac.rs](mailto:rilovska@uns.ac.rs)



**IZRADA APLIKACIJE PROŠIRENE STVARNOSTI ZA DRUŠTVENO ANGAŽOVANU KAMPANJU****THE DEVELOPMENT OF AUGMETED REALITY APPLICATION FOR SOCIALLY ENGAGED CAMPAIGN**Stefan Milinić, Neda Milić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN**

**Kratak sadržaj** – Rad istražuje koncepte i tehnologiju proširene realnosti (AR), sa akcentom primene u polju marketinških i društveno angažovanih kampanja. Kao rezultat rada kreirana je mobilna aplikacija proširene stvarnosti za društveno angažovanu kampanju NURDOR udruženja povodom Svetskog dana dece obolele od raka. U praktičnom delu je detaljno opisan postupak izrade aplikacije, uz opis razvojnog okruženja Unity i softverskih alata za razvoj proširene stvarnosti Vuforia SDK. Funkcionalnost aplikacije je testirana na različitim android uređajima i pri različitim uslovima osvetljenja.

**Ključne reči:** proširena stvarnost, mobilna aplikacija, marketing kampanja, android platforma, Unity, Vuforia

**Abstract** – The paper researches concepts and technology of augmented reality, with emphasis on the application in the field of marketing socially engaged campaigns. As a result of the work, a mobile augmented reality application was developed for the socially engaged campaign of the NURDOR association for the International Childhood Cancer Day. The practical part describes in detail the application development process within the Unity engine and Vuforia software development kit for augmented reality. The functionality of the application is tested on different android devices and under different lighting conditions

**Keywords:** augmented reality, marketing campaign, android platform, Unity, Vuforia

**1. UVOD**

Proširena stvarnost (engl. *Augmented Reality* – AR) je kao koncept, koji podrazumeva da se informacije iz realnog sveta kombinuju sa digitalnim sadržajem, poput teksta, slika, zvuka ili 3D modela, prvi put demonstrirana 1950-tih, ali je tek nedavno tehnologija proširene realnosti postala pristupačna širem krugu korisnika.

Savremeni mobilni telefoni opremljeni kamerom visoke rezolucije, znatnim procesorskim moćima i grafičkim mogućnostima pružaju jeftinu i svestranu platformu za aplikaciju proširene realnosti. Daljim razvojem i dostupnošću noseve digitalne tehnologije poput AR naočara predviđa se sveobuhvatna implementacija AR u svim oblastima u svakodnevnom životu korisnika.

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Neda Milić, docent.

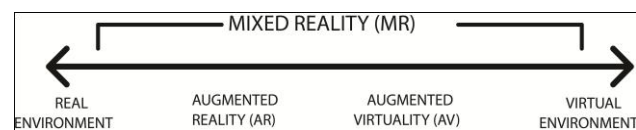
**2. PROŠIRENA REALNOST**

Osnovni cilj sistema proširene stvarnosti je da poboljša percepciju korisnika i njegovu interakciju sa stvarnim svetom dopunjavanjem trenutnog okruženja sa 3D virtuelnim objektima ili drugim digitalnim informacijama. Ono što odlikuje sve sisteme proširene realnosti je [1]:

- 1) kombinovanje stvarnog (realnog) i virtuelnog
- 2) interaktivnost je u realnom vremenu,
- 3) registrovanje u 3D prostoru.

Sistemi proširene realnosti funkcionišu na osnovu markera koji predstavljaju vizuelne tagove koji su očitani od strane AR aplikacije ili bez markera pri čemu sistem poseduje GPS funkciju koja je ugrađena u uređaj kako bi se locirale mete i došlo do interakcije sa dostupnim resursima proširene realnosti [2].

Osnovna razlika između virtualne i proširene realnosti je to što virtualna realnost (VR) stvara potpuno novo kompjuterski generisano virtuelno okruženje u koje korisnik biva „uvučen“, dok proširena realnost samo dopunjuje stvarnost u realnom vremenu digitalnim sadržajem. Međutim, kako često ne postoji jasna granica između virtualne i proširene realnosti, Pol Milgram je definisao Kontinuum realnosti-virtualnosti, prikazan na Slici 1., koji se prostire između realnog i virtuelnog okruženja i sadrži oblasti nejasnih granica – proširena realnost (AR) i proširena virtualnost (AV) [3].



Slika 1. Milgramov kontinuum realnosti-virtualnosti

Virtuelno okruženje, u kojem može biti interakcije sa korisnikom ili ne, se prikazuje uz pomoć 3D vizira montiranog na glavi (engl. *HUD*) uz opciju dodatnih senzora za praćenje pokreta [4]. U zavisnosti koja čula se podstiču, odnosno nivoa prisutnosti korisnika, mogu se razlikovati tri vrste sistema virtuelne realnosti: sistemi bez prisutnosti, sistemi polu-prisutnosti i sistemi potpune prisutnosti [5]. Bitno je shvatiti da AR i VR tehnologije nisu konkurentne, već su komplementarne [6].

Tehnologija proširene stvarnosti se danas uspešno primenjuje u poljima edukacije, industrije zabave, marketinga, medicine, arhitekture i inženjerstva, kao i vojne industrije [3].

## 2.1. Tehnologija proširene realnosti

Da bi nadograđeni digitalni sadržaj bio vidljiv korisniku, mora da postoji odgovarajući hardver koji će omogućiti prikazivanje. Hardverske komponente sistema proširene realnosti čine: procesor, ulazni uređaj (kamera), ekran i senzori. Procesor predstavlja glavnu komponentu sistema, služi za prijem informacija, njihovo procesiranje i predstavljanje na ekranu. Moderni pametni telefoni i tableti imaju zadovoljavajuće hardverske mogućnosti, kao i MEMS senzore poput akcelerometra i GPS funkcije.

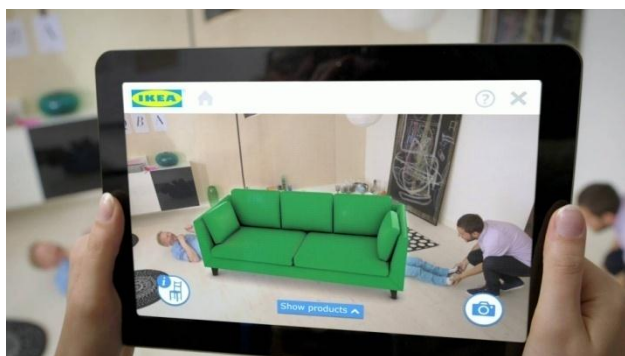
Kako i dalje postoji problem sa ograničenom veličinom ekrana mobilnog uređaja, za potpun doživljaj AR aplikacija razvijaju se posebne naočare na kojima su prikazane digitalne informacije u realnom vremenu, bez ikakvih ograničenja (*engl. AR headset*) [7].

Aplikacije proširene realnosti koriste set softverskih alatki (*engl. SDK*) koji omogućava funkcionisanje određenih komponenti: prepoznavanje vizuelnih markera, njihovo praćenje u realnom vremenu i prikazivanje digitalnog sadržaja. Neki od istaknutih proizvođača softvera za pravljenje aplikacija proširene realnosti su: ARToolKit, Augment, LayAR, Kudan, Vuforia i Wikitude [8].

## 2.2. Primena proširene realnosti u marketingu

Tehnologija proširene realnosti se pokazala kao relevantna za marketing zbog svog doprinosa uspostavljanju inovativne, funkcionalne i intenzivne interakcije pri povezivanju potrošača i brendova, kao i pri proširenju mogućnosti u smislu promocije, istraživanja tržišta, cene, prilagođavanje proizvoda, usluge za kupce i menadžmenta za odnose sa mušterijama [9].

Primer marketinške primene je prikazan na Slici 2. Korisnici imaju mogućnost da preuzmu aplikaciju IKEA kataloga, skeniraju katalog koji će predstavljati bazu vizuelnih markera, potom su mogli da postavljaju i pregledaju odabrane 3D virtuelne IKEA proizvode u svojim prostorijama. Aplikacija pruža jedinstveno iskustvo korisnicima da iskuse novi nameštaj u njihovom domu pre nego što se odluče za kupovinu [10].



Slika 2. Primena AR u marketingu - *IKEA aplikacija proširene realnosti*

## 3. PRAKTIČNI DEO

Softversko okruženje izabrano za razvoj aplikacije je *Unity 3D Engine*, zajedno sa setom razvojnih softverskih alatki za proširenu realnost *Vuforia SDK*.

### 3.1. Unity

*Unity* nudi platformu za kreiranje 2D, 3D, AR i VR igara i aplikacija uopšte. Moćno razvojno okruženje omogućava jednostavan proces ostvarivanja kreativne vizije i isporučivanja sadržaja različitim uređajima računara, igračke konzole, mobilne telefone, televizore, za ugrađene sisteme, AR i VR naočare. *Unity* ima dobru podršku za svoje korisnike pri razvoju raznih aplikacija, kao i besplatnu personalnu verziju koja dozvoljava objavljivanje i distribuciju aplikacija. Dodatne ekstenzije za proširenu realnost koje podržava *Unity* su: ARToolKit, Vuforia, Wikitude, Kudan, EasyAR, Google's ARCore, CraftAR i Xzing [11].

### 3.2. Vuforia SDK

*Vuforia SDK* je predstavlja set programski alatki za razvijanje softvera proširene realnosti na mobilnim uređajima, uključujući mobilne telefone i tablete sa Android, iOS i Windows operativnim sistemima. Ova vodeća platforma za AR koristi računarski viziju u obradi slike kamere uređaja u kombinaciji sa podacima dobijenim pomoću akcelerometra i žiroskopa da kreira „prošireni“ svet – doda modele u realno okruženje. Nudi interfejs za programiranje aplikacija (*engl. API*) u C++, Java, Objective-C++ i .Net. *Vuforia* podržava različite tipove 2D i 3D vizuelnih markera, pravljenje aplikacija bez markera prepoznavanjem geografskih koordinata, kao i opcije aktiviranja digitalnog sadržaja registovanjem više markera istovremeno ili prepoznavanjem reči [12].

### 3.3. Idejno rešenje

Ideja za AR aplikaciju potekla je iz dosadašnjih promotivnih materijala za društveno angažovanu kampanju Nacionalnog udruženja roditelja dece obolele od raka (NURDOR) povodom Svetskog dana dece obolele od raka koji se obeležava svake godine 15. februara kako bi se podigla svest o ovom problemu u Srbiji (Slika 3.). Kreirana aplikacija treba da omogućava dodavanje zelenih Hulk rukavica, kao glavnog simbola borbe protiv bolesti, na ruku ili ruke korisnika (učesnika). Kao „okidač“ pojave digitalnih 3D rukavica, odnosno vizualni markeri, koristiće se promotivni flajeri postavljeni oko zgloba ruke. Zamišljeno je i da se omogući opcija da se trenutak sa rukavicama uslika i deli po društvenim mrežama sa sloganom kampanje „I ja se borim“.



Slika 3. Promotivni plakat NURDOR kampanje

### 3.4. Vizuelni markeri

Flajeri koji se koriste kao vizuelni markeri imaju logo NURDOR udruženja kao i dizajn koji je prilagođen što boljoj registraciji od strane AR aplikacije (Slika 4). Markeri se detektuju na osnovu karakteristika koje su

izvučene iz ciljne slike iz baza markera, a zatim se upoređuju u realnom vremenu sa karakteristikama slike koje detektuje kamera. Ono što odlikuje dobar marker je da ima dosta detalja, dobar kontrast i da nema šablona koji se ponavljaju.



Slika 4. Korišćeni vizuelni markeri AR aplikacije

Flajeri sa jedne strane imaju i samolepljivi deo koji se spaja sa drugim krajem pri postavljanja na zglobov ruke i na taj način prave formu narukvice. Stoga su, na početku razvoja aplikacije, markeri definisani kao cilindri (Slika 5.). Markere je moguće koristiti zajedno ili pojedinačno.



Slika 5. Kreiranje cilindričnog markera

### 3.5. Implementacija 3D modela

Nakon definisanja markera u daljem toku razvijanja aplikacije, potrebno je uvesti na scenu i 3D modele zelenih Hulk šaka i povezati ih sa markerima. Modeli se mogu skalirati, rotirati i pozicionirati u odnosu na markere, a ideja je da se modeli nalaze direktno iznad cilindričnih markera, kao što je prikazano na Slici 6.

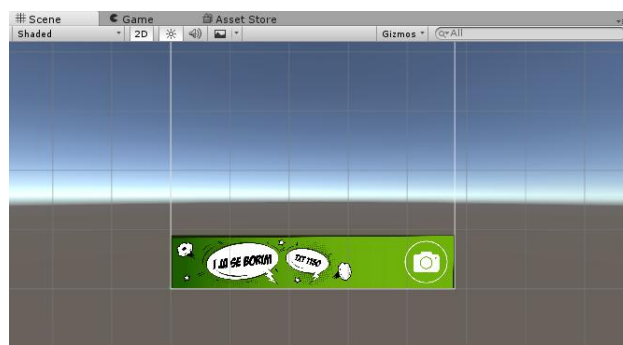


Slika 6. Pozicioniranje 3D modela

Prilikom testiranja aplikacije, posebna pažnja je posvećena automatskom fokusiranju kamere kao jednom od najvažnijih faktora za uspešno i stabilno registrovanje markera.

### 3.6. Korisnički interfejs

Korisnički interfejs AR aplikacije je dizajniran sa osvrtom na Hulka, fiktivnog superheroja koji se pojavljuje u američkim stripovima *Marvel Comics* i sadrži slogan kampanje "I ja se borim". U okviru interfejsa nalazi se i virtuelno dugmeta sa funkcijama slikanja i deljenja slike na društvenim mrežama (Slika 7.).



Slika 7. Korisnički interfejs

Kao završni korak, interfejs je prilagođen različitim veličinama ekrana telefona i tableta, kao i horizontalnoj i vertikalnoj upotrebi aplikacije.

### 3.7. Kreiranje instalacionog paketa

Prilikom finalnih koraka kreiranja instalacionog paketa izabrana je android platforma, odnosno aplikacija je namenjena korišćenju na android uređajima. Logo NURDOR udruženja postavljen je kao ikonica AR aplikacije i koji se takođe pojavljuje prilikom pokretanja aplikacije (Slika 8.). Nakon što je sve podešeno, dobija se izlazni format Unity projekta - .apk datoteka.



Slika 8. Ekran prilikom pokretanja aplikacije

### 3.8. Testiranje aplikacije

Kao test android uređaji korišćeni su mobilni telefoni Samsung Galaxy J5, Samsung Galaxy S6 i HTC One X. Test je izvršen u zatvorenom prostoru, kao i na otvorenom

pri dnevnom svetlu, a takođe je uzet u obzir intenzitet osvetljenja vizuelnih markera.

Pri detekciji štampanog markera prikazivao se generisan 3D digitalan sadržaj - zelene Hulkove šake (Slika 9). Prosečna udaljenost pri kojoj aplikacija prepozna marker je oko 30 cm, dok je maksimalna udaljenost oko 1 metar. Razlog za potrebnu manju distancu između markera i kamere mobilnog uređaja je u malim dimenzijama štampanih markera koje direktno utiču na detekciju. Ono što razlikuje razvijenu aplikaciju od većine drugih aplikacija proširene realnosti baziranih na prepoznavanju markera koji su statični, a korisnik aplikacije se kreće, je što se, u ovom slučaju, marker pomera, a kamera treba da bude statična. Pomeranje markera može imati za posledicu gubitak detekcije samog markera što se uočava pri korišćenju obe štampane narukvice. Dobijeni su slični rezultati prilikom testiranja aplikacije napolju i u zatvorenom prostoru. U uslovima slabog osvetljenja nije moguća detekcija markera.



Slika 9. Testiranje aplikacije

#### 4. ZAKLJUČAK

Iako je još u ranim fazama istraživanja i razvoja u okviru kompanija, fakultetima i visoko-tehnoloških ustanova, tehnologija proširene realnosti već počinje da menja način na koji pojedinci gledaju na svet. Postoje mnoge mogućnosti za upotrebu proširene realnosti na inovativan način, a broj AR aplikacija konstantno raste. Smatra se da će profit ove tehnologije do 2021. godine dostići 108 biliona dolara. U marketingu, proširena realnost stvara drugačije, zanimljivo interaktivno iskustvo sa korisnikom i omogućava unikatan način komunikacije.

Postupak izrade jedne AR aplikacije za potrebe društveno angažovane kampanje je detaljno opisan u radu. Ideja aplikacije je deljenje slike sa zelenim Hulk rukavicama po društvenim mrežama i na taj način pokretanjem diskusije i podizanje svesti građana, posebno mlađe populacije, kako o stanju dece obolele o raku u Srbiji, tako i o problemu same bolesti i potencijalnog lečenja i istraživanja. Aplikacija je testirana na različitim uređajima i pri različitim uslovima. I pored problema koji su uočeni prilikom testiranja, aplikacija je potpuno funkcionalna i daje najbolje rezultate pri upotrebi jednog od markera i

predstavlja inovativno i kreativno rešenje za širenje poruke kampanje "I ja se borim".

#### 5. LITERATURA

- [1] R. Azuma, Y. Baillot, R. Behringer, S. Feiner, S. Julier, B. MacIntyre, „Recent advances in augmented reality“, IEEE computer graphics and applications, Vol. 3(2), pp.34-47, 2001.
- [2] Y. Levski, „Markerless vs marker based augmented reality“. (2017). Retrieved October 10, 2017, from <https://appeal-vr.com/blog/markerless-vs-marker-based-augmented-reality/>
- [3] J. Carmigniani, B. Furht, „Augmented reality: an overview“, In Handbook of augmented reality, Springer, New York, pp. 67-68, 2011.
- [4] Silva, R., Oliveira, J.C. and Giraldo, G.A., 2003. Introduction to augmented reality. National Laboratory for Scientific Computation, Av. Getulio Vargas.
- [5] Mandal, S., 2013. Brief introduction of virtual reality & its challenges. International Journal of Scientific & Engineering Research, 4(4), pp.304-309.
- [6] Sinicki, A., 2017. AR vs VR: what's the difference? [online] Dostupno na: <http://www.androidauthority.com/ar-vs-vr-782176/> [Pristupljeno: 10.10.2017.]
- [7] Milić, N., 2017. Osnove kompjuterskih igara, interna skripta 2016/17., Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.
- [8] Amin, D. and Govilkar, S., 2015. Comparative study of augmented reality SDK's. International Journal on Computational Science & Applications, 5(1), pp.11-26.
- [9] A. Javornik, „Classifications of augmented reality uses in marketing“, In Mixed and Augmented Reality-Media, Art, Social Science, Humanities and Design (ISMAR-MASH'D), IEEE International Symposium, pp. 67-68, 2014.
- [10] DigitalTrainingAcademy, n.d. IKEA augmented reality catalogue (2017). Retrieved October 10, 2017, from [http://www.digitaltrainingacademy.com/casestudies/2014/11/ikea\\_augmented\\_reality\\_catalogue.php](http://www.digitaltrainingacademy.com/casestudies/2014/11/ikea_augmented_reality_catalogue.php)
- [11] Unity n.d. public relations (2017). Retrieved October 10, 2017, from <https://unity3d.com/public-relations>
- [12] Vuforia (2017). Retrieved October 10, 2017, from <https://www.vuforia.com/features.html>

#### Adresa autora za kontakt

Stefan Milinić  
[stefan.milinic@yahoo.com](mailto:stefan.milinic@yahoo.com)

dr Neda Milić  
[milicn@uns.ac.rs](mailto:milicn@uns.ac.rs)

Grafičko inženjerstvo i dizajn  
Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

**KONTROLA KVALITETA ŠTAMPE MAGAZINA „HELLO“  
PRINT QUALITY CONTROL OF THE HELLO MAGAZINE**Želislav Poljak, Nemanja Kašiković, Rastko Milošević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN**

**Kratak sadržaj** – Rad se bavi ispitivanjem kvaliteta otiska dobijenog heat set rotacionom ofset štampom kako bi se utvrdilo u kojoj meri kvalitet štampe u štampariji „Color Print“ odgovara standardom propisanim vrednostima. U eksperimentu su vršena denzitometrijska i kolorimetrijska merenja uzoraka. Merena je optička gustina, porast tonskih vrednosti, preklapanje boja, sivi balans, Lab vrednosti, kao i belina i žutoća papira. Rezultati su prikazani u vidu grafika i tabela.

**Abstract** – The aim of the paper is to examine the quality of the image obtained by the heat set rotary offset printing to determine the extent to which the printing quality of the Color Print pressroom corresponds to the standard prescribed values. The experiment performed densitometric and colorimetric measurements of the samples. The optical density, increase in tonal values, trapping, gray balance, Lab values, as well as the whiteness and yellowness of the paper were measured. The results are displayed through graphics and tables.

**Cljučne reči:** *Ofset rotaciona štampa, kontrola kvaliteta, standardizacija*

**1. UVOD**

Štampa se može definisati kao postupak u kojem se boja prenosi sa štamparske forme na podlogu za štampu delovanjem sile pritiska [1].

Štampani proizvodi se na osnovu učestalosti publikovanja dele na komercijalne proizvode koji se štampaju povremeno, tu spadaju katalogi, brošure, vizit karte, memorandumi itd. i periodične proizvode koji se štampaju kontinualno nakon određenog perioda npr. dnevno, nedeljno ili mesečno. U ovu grupu spadaju novine, magazini, revije itd. [2].

Osnovni zadatak standardizacije u ofset štampi je svođenje većeg broja mogućih promena tonskih vrednosti na standardne, tako da je moguće menjati papir, štamparske forme, boju, pa i same štamparske mašine i štamparije, a ipak dobiti očekivane rezultate [3].

Da bi se dobio kvalitetan proizvod, potrebno je redovno kontrolisati sve važne parametre koji utiču na proces štampe. Na osnovu izmerenih rezultata se može utvrditi da li postoji neki problem u štampi. Ukoliko je problem prisutan, određuje se način na koji će se nedostatak ukloniti, a ukoliko su izmerene vrednosti zadovoljavajuće, potrebno je održavati te vrednosti u propisanim granicama tolerancije.

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Nemanja Kašiković, van.prof.

**2. EKSPERIMENTALNI DEO**

U eksperimentalnom delu su vršena denzitometrijska i kolorimetrijska ispitivanja odnosno merenja tabaka, odštampanih heat set rotacionom ofset tehnikom štampe na mašini Man Roland Rotoman D. Za štampu su korišćene pozitiv termalne ploče osvetljavane u Screen PlateRite 8300S CtP uređaju, razvijane u Ovit Sirio TH 120 uređaju za razvijanje. Papir korišćen u eksperimentu je Galerie Brite gramature 57 g/m<sup>2</sup>. Za štampu su korišćene Shuite&Schuite štamparske boje. Uzorci su sakupljeni u periodu od mesec dana u štampariji Color Print, po deset uzoraka nedeljno iz tiraža magazina Hello koji iznosi 20000 primeraka. Sakupljan je svaki dvehiljaditi tabak, što ukupno čini deset uzoraka iz jednog tiraža, a četrdeset uzoraka ukupno koji su korišćeni za potrebe master rada. Tabaci su štampani 09.08.2017, 16.08.2017, 23.08.2017 i 06.09.2017, a grupe uzoraka su u obradi rezultata klasifikovane na osnovu dana kada su uzorci štampani. Merenja su vršena Techkon SpectroDens uređajem. Prilikom merenja svakog od ispitivanih parametara, svaki uzorak je izmeren šest puta, po tri puta sa svake strane, a mereni su sledeći parametri: belina i žutoća papira, optička gustina, porast tonskih vrednosti, preklapanje boja, sivi balans i Lab vrednosti na osnovu kojih je izračunata razlika u boji.

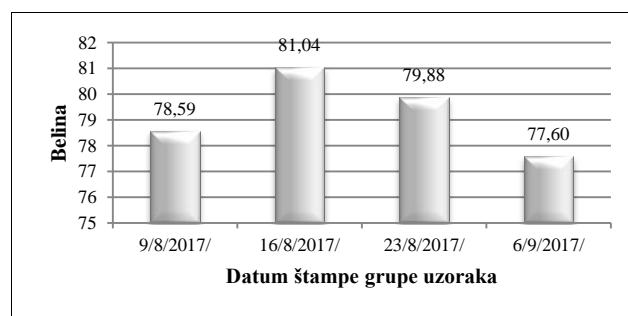
Od dobijenih rezultata su izračunate srednje vrednosti na osnovu kojih su uzorci upoređivani. Na kraju su za svaku grupu uzoraka izračunate srednje vrednosti koje će u nastavku biti prikazane grafički i u obliku tabela.

**3. PRIKAZ I ANALIZA REZULTATA**

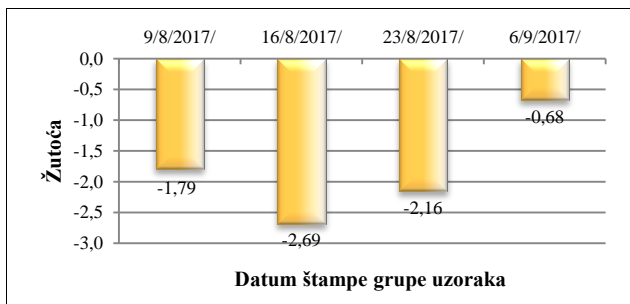
U ovom delu rada su predstavljeni uporedni prikazi srednjih vrednosti za grupe uzoraka.

**3.1. Belina i žutoća**

Budući da su indeks beline i indeks žutoće povezani odnosno obrnuto srazmerni, rezultati će biti prikazani u istom delu, kako bi se odmah mogli uporediti.



Slika 1. Uporedni prikaz srednjih vrednosti indeksa beline

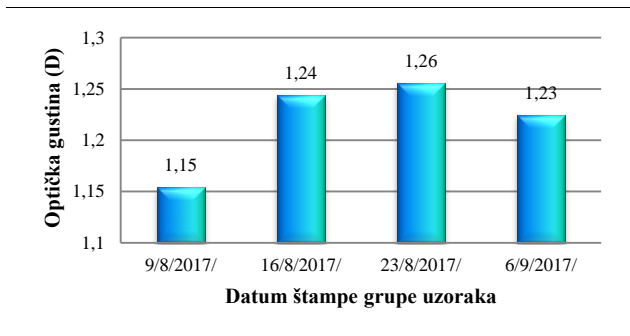


Slika 2. Uporedni prikaz srednjih vrednosti indeksa žutoće

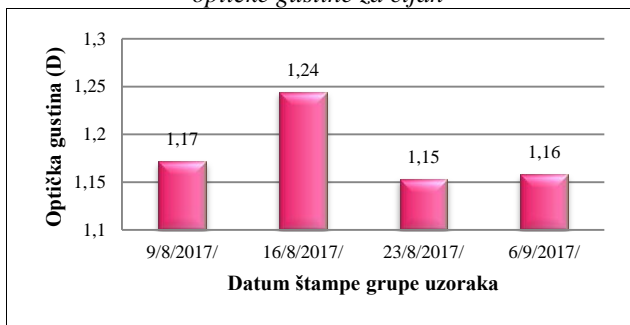
Iz rezultata prikazanih na slikama 1 i 2 se može videti da su najmanji indeks beline od 77,6, a najveći indeks žutoće od 0,68 imali uzorci štampani 06.09.2017, dok su najveće vrednosti indeksa beline od 81,04, a najmanje vrednosti indeksa žutoće od -2,69 imali uzorci štampani 16.08.2017. Na osnovu prikazanih vrednosti se vidi da je za štampu korišćen prirodno beli papir.

### 3.2. Optička gustina

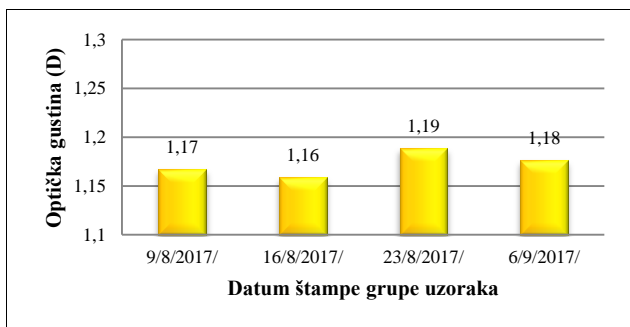
Prema ISO 12647-2:1997 standardu, dozvoljene vrednosti optičke gustine za tip papira korišćen u ispitivanju su: C: 1,00-1,40; M: 1,00-1,40; Y: 0,90-1,25; K: 1,20-1,60.



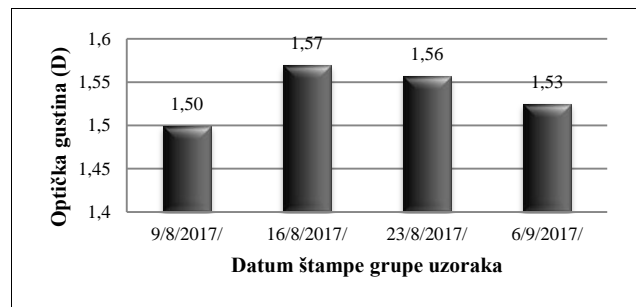
Slika 3. Uporedni prikaz srednjih vrednosti optičke gustine za cijan



Slika 4. Uporedni prikaz srednjih vrednosti optičke gustine za magentu



Slika 5. Uporedni prikaz srednjih vrednosti optičke gustine za žutu

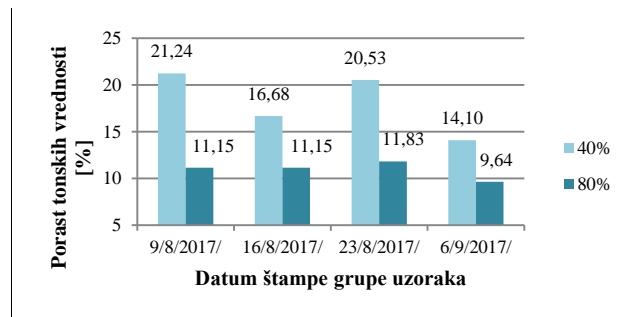


Slika 6. Uporedni prikaz srednjih vrednosti optičke gustine za crnu

Kako se vidi na slici 3, najmanju vrednost optičke gustine za cijan boju koja iznosi 1,15 imaju uzorci štampani 09.08.2017, najveća vrednost je zabeležena kod uzoraka štampanih 23.08.2017. i iznosi 1,26. Najmanju vrednost optičke gustine za magentu imaju uzorci štampani 23.08.2017, što se može videti na slici 4. Najveću vrednost od 1,24 imaju uzorci štampani 16.08.2017. Na slici 5 se vidi da najmanju srednju vrednost optičke gustine za žutu boju imaju uzorci štampani 16.08.2017. Najveću vrednost imaju uzorci štampani 23.08.2017. Vrednosti svih grupa uzoraka prikazane na slici 6 se kreću u gornjim granicama dozvoljenim standardom. Najmanja srednja vrednost je zabeležena kod uzoraka štampanih 09.08.2017 i iznosi 1,5 dok najveću vrednost optičke gustine od 1,57 imaju uzorci štampani 16.08.2017.

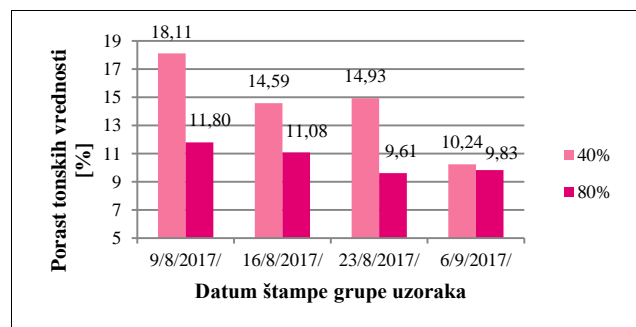
### 3.3. Porast tonskih vrednosti

Prema ISO 12647-2:2004 standardu, dozvoljeni porast tonskih vrednosti za ispitivani papir iznosi: 16 ± 4 % za merno polje od 40% i 11 ± 3% za polje od 80%.



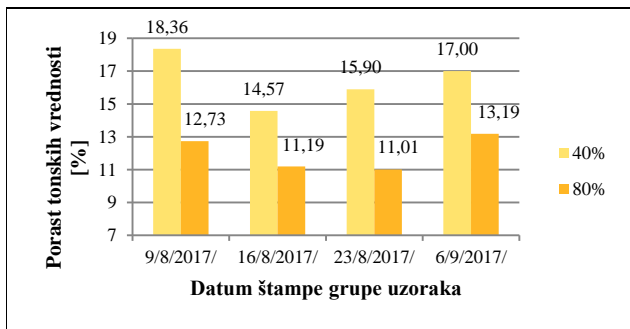
Slika 7. Uporedni prikaz srednjih vrednosti porasta tonskih vrednosti za cijan boju

Iz slike 7 se vidi da su na poljima od 40% dve vrednosti za cijan boju u granicama dozvoljenog, dok vrednosti dva uzorka prelaze te granice. Na polju od 80% vrednosti su skoro idealne, sa manjim padom kod tabaka štampanih 06.09.2017.



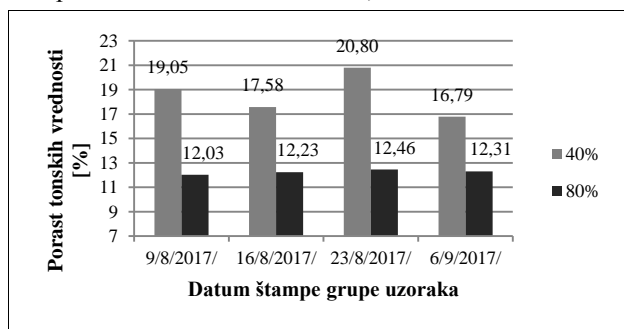
Slika 8. Uporedni prikaz srednjih vrednosti porasta tonskih vrednosti za magenta boju

Na osnovu prikazanog na slici 8 se može videti da što se tiče polja od 40% pokrivenosti magente, dobijene vrednosti zadovoljavaju standard, osim uzoraka štampanih 06.09.2017. Kod njih se javlja pad vrednosti. Srednja vrednost koju imaju ovi uzorci iznosi 10,24%. Najveću vrednost imaju uzorci štampani 09.08.2017. i ona iznosi 18,11%. Kod polja od 80%, vrednosti svih grupa uzoraka odgovaraju standardu. Najveću vrednost koja iznosi 11,8% imaju uzorci štampani 09.08.2017. Najmanja srednja vrednost je izračunata za uzorke štampane 06.09.2017. i iznosi 9,83%.



Slika 9. Uporedni prikaz srednjih vrednosti porasta tonalnih vrednosti za žutu boju

Kao što se može videti na slici 9, najveću srednju vrednost za žutu boju na poljima od 40% imaju uzorci štampani 09.08.2017. i ona iznosi 18,36%. Kod uzoraka štampanih 16.08.2017. ta vrednost iznosi 14,57% što je ujedno i najmanja vrednost. Srednje vrednosti na poljima od 80% su takođe prihvatljive i u ovom slučaju najmanju vrednost od 11,01% imaju uzorci štampani 23.08.2017, a najveća srednja vrednost je izračunata kod uzoraka štampanih 06.09.2017. i iznosi 13,19%.

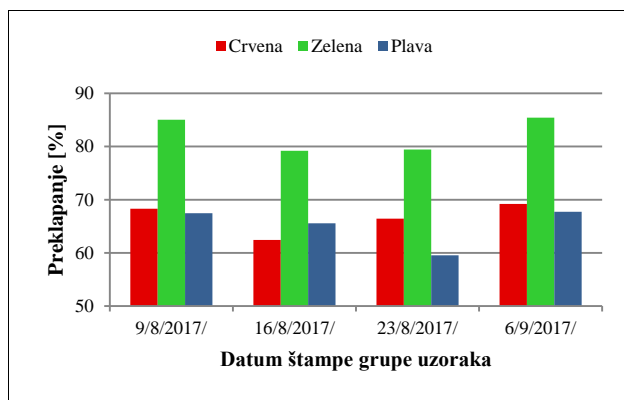


Slika 10. Uporedni prikaz srednjih vrednosti porasta tonalnih vrednosti za crnu boju

Slika 10 pokazuje da za polja od 40% najveću vrednost imaju uzorci štampani 23.08.2017. i ona iznosi 20,8%. Najmanju vrednost od 16,79% imaju uzorci štampani 06.09.2017. Srednje vrednosti na poljima od 80% su bolje nego u prethodnom slučaju. Osim što se u potpunosti uklapaju u zahtevani opseg, takođe nema ni velikih oscilacija vrednosti iz nedelje u nedelju što svedoči o tome da je porast tonalnih vrednosti crne boje dobro regulisan. Najmanju vrednost od 12,03% imaju uzorci štampani 09.08.2017, a najveću srednju vrednost koja iznosi 12,46% imaju uzorci štampani 23.08.2017.

### 3.4. Preklapanje boja

Da bi se utvrdio stepen preklapanja procesnih boja, mere se sekundarne boje - crvena, zelena i plava (R,G,B). Standard propisuje sledeće vrednosti preklapanja: R-70%, G-87%, B-72%.



Slika 11. Uporedni prikaz srednjih vrednosti preklapanja za crvenu, zelenu i plavu boju

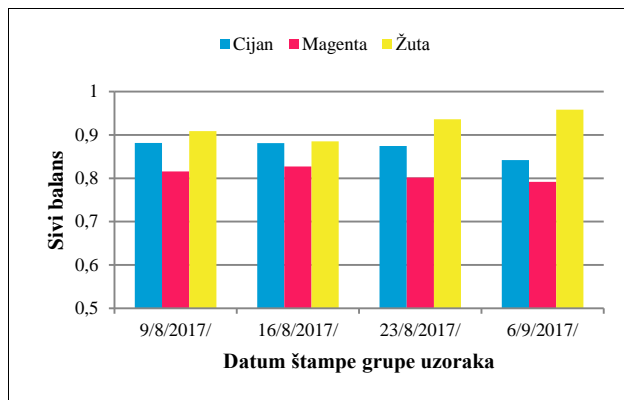
Na osnovu prikaza na slici 11, najmanju vrednost za crvenu boju od 62,41% preklapanja imaju uzorci štampani 16.08.2017. Najveća vrednost je izračunata za uzorke štampane 06.09.2017. i iznosi 69,19%. Ova vrednost je ujedno i najbliža preporučenoj. Ni ostale vrednosti ne odstupaju previše, ali bi trebalo obratiti pažnju na ovaj problem ukoliko je cilj standardizovana proizvodnja.

Prikazane srednje vrednosti preklapanja kod zelene boje ukazuju na problem sa preklapanjem kod uzoraka štampanih 16.08.2017. i 23.08.2017. Vrednosti ovih uzoraka su znatno manje u odnosu na uzorke štampane 09.08.2017. i 06.09.2017. Najmanju vrednost prikazanu na slici 11 imaju uzorci štampani 16.08.2017. i ona iznosi 79,21%. Najveću vrednost od 85,44% imaju uzorci štampani 06.09.2017.

Kod srednjih vrednosti preklapanja za plavu boju se može videti da najmanju vrednost od 59,53% imaju uzorci štampani 23.08.2017, a najveću vrednost od 67,73% imaju uzorci štampani 06.09.2017. Na osnovu dobijenih rezultata se može konstatovati da je bilo problema u pogledu preklapanja kod grupe uzoraka sa najmanjom vrednošću s obzirom na to da su te vrednosti znatno manje od preporučenih.

### 3.5. Sivi balans

Merenjem sivog balansa određuje se odnos tri procesne boje: cijana, magente i žute. Prema ISO 12647-2:1996 standardu, preporučene vrednosti za dobijanje sivog balansa su 75% za cijan i 64% za magentu i žutu.



Slika 12. Uporedni prikaz srednjih vrednosti sivog balansa za cijan, magentu i žutu boju

Na slici 12 su prikazane srednje vrednosti sivog balansa za cijan, magentu i žutu boju. Tu se može zapaziti da nema velikih varijacija vrednosti. Kada je u pitanju cijan

boja, kod uzoraka štampanih 09.08.2017. i 16.08.2017. su vrednosti identične i iznose 0,88. Ovo su ujedno i najveće vrednosti za cijan boju. Zatim dolazi do malog pada vrednosti kod uzoraka štampanih 23.08.2017. da bi najmanje vrednosti od 0,84 imali uzorci štampani 06.09.2017.

Iz priloženih rezultata za magenta boju se može videti da su uzorci štampani 09.08.2017. imali srednju vrednost 0,82, zatim je kod uzoraka štampanih 16.08.2017. došlo do porasta te vrednosti koja je iznosila 0,83. Ovo je ujedno najveća vrednost za magentu. Uzorci štampani 23.08.2017. imaju vrednost od 0,8, dok najmanju vrednost od 0,79 imaju uzorci štampani 06.09.2017. U ovom slučaju su manje vrednosti bolje, jer su bliže standardom preporučenim vrednostima.

Prikazane srednje vrednosti za žutu boju se kreću od 0,89 koliko imaju uzorci štampani 16.08.2017. do 0,96 koliko imaju uzorci štampani 06.09.2017. Primetno je da su vrednosti svih grupa uzoraka znatno veće od standardom propisanih vrednosti. Takođe su vrednosti sivog balansa za žutu boju veće od vrednosti kod cijana i magente.

### 3.6. Razlika u boji

Nakon izmerenih Lab koordinata, izračunata je razlika u boji ( $\Delta E$ ) između grupa uzoraka štampanih 09.08.2017, 16.08.2017, 23.08.2017 i 06.09.2017.

Tabela 1. Razlike u boji (cijan) između grupa uzoraka

$\Delta E$	09.08.17.	16.08.17.	23.08.17.	06.09.17
09.08.17.	-	1,94	2,52	1,36
16.08.17.	1,94	-	0,84	0,91
23.08.17.	2,52	0,84	-	1,52
06.09.17	1,36	0,91	1,52	-

Iz rezultata prikazanih u tabeli 1 se vidi da razlike u boji u potpunosti odgovaraju standardu. Najmanja vrednost  $\Delta E$  iznosi 0,84 dok je najveća vrednost  $\Delta E$  2,52. Kao što se može videti, većina vrednosti  $\Delta E$  ne prelazi 2.

Tabela 2. Razlike u boji (magenta) između grupa uzoraka

$\Delta E$	09.08.17.	16.08.17.	23.08.17.	06.09.17
09.08.17.	-	3,28	1,04	0,82
16.08.17.	3,28	-	3,79	2,79
23.08.17.	1,04	3,79	-	1,49
06.09.17	0,82	2,79	1,49	-

Na osnovu izračunatih vrednosti prikazanih u tabeli 2 se vidi da minimalna vrednost  $\Delta E$  iznosi 0,82 dok je maksimalna vrednost  $\Delta E$  3,79. Razlike u boji nisu velike i nalaze se u okviru standardom propisanih vrednosti.

Tabela 3. Razlike u boji (žuta) između grupa uzoraka

$\Delta E$	09.08.17.	16.08.17.	23.08.17.	06.09.17
09.08.17.	-	0,51	0,81	3,15
16.08.17.	0,51	-	0,50	2,72
23.08.17.	0,81	0,50	-	2,55
06.09.17	3,15	2,72	2,55	-

Vrednosti prikazane u tabeli 3 pokazuju da minimalna vrednost  $\Delta E$  iznosi 0,5 dok maksimalna vrednost  $\Delta E$  iznosi 3,15 što znači da razlike u boji između uzoraka štampanih 09.08.2017, 16.08.2017, 23.08.2017 i 06.09.2017. nisu velike i da zadovoljavaju standard.

Tabela 4. Razlike u boji (crna) između grupa uzoraka

$\Delta E$	09.08.17.	16.08.17.	23.08.17.	06.09.17
09.08.17.	-	1,33	1,55	0,55
16.08.17.	1,33	-	0,35	1,11
23.08.17.	1,55	0,35	-	1,22
06.09.17	0,55	1,11	1,22	-

Na osnovu vrednosti za crnu boju predstavljenih u tabeli 4 se vidi sa najmanja vrednost  $\Delta E$  iznosi 0,35 dok najveća vrednost iznosi 1,55. Srednja vrednost  $\Delta E$  iznosi 1,02. Razlike u boji su prilično male što znači da je reprodukcija crne boje dobra.

## 4. ZAKLJUČAK

Analizom dobijenih rezultata dolazi se do zaključka da je za štampu korišćen beli papir koji nije imao velike varijacije u belini i žutoći na mesečnom nivou, koliko je posmatrano. Kada je u pitanju optička gustina, zaključuje se da je optička gustina za sve četiri procesne boje odlična iako se ponekad javljaju manja odstupanja na koje treba obratiti pažnju, kako bi se što manje ponavljala. Iz prikazanih rezultata za porast tonskih vrednosti se može zaključiti da je porast tonskih vrednosti na poljima od 80% u dozvoljenim granicama, dok je potrebno obratiti pažnju na probleme sa variranjem i porastom vrednosti na poljima sa 40% pokrivenosti. Kod preklapanja boja se vidi da su vrednosti preklapanja kod sve tri boje (R,G,B) u većini slučajeva manje od zahtevanih. Od svih merenih parametara najveći problemi javljaju kod preklapanja koje nije dovoljno. Na osnovu prikazanih rezultata za sivi balans se dolazi do zaključka da od tri procesne boje u sivom balansu najveći odnos zauzima žuta boja, odnosno ona ima najveće vrednosti, zatim ide cijan i na kraju magenta. Ovakav odnos boja može rezultovati sivim balansom koji ima zelenu nijansu. Kod razlike u boji većina uzoraka ima niske vrednosti, pa se zaključuje da je u ovom pogledu kvalitet odličan.

Na osnovu svega navedenog se izvodi zaključak da proizvodnja u štampariji "Color Print" nije standardizovana, ali je na visokom nivou. Potrebno je obratiti pažnju na porast tonskih vrednosti na poljima od 40%, na odnos komponenti sivog balansa kao i rešiti probleme sa preklapanjem boja. Kod ova tri parametra su primećeni najveći problemi, pa bi njihovim rešavanjem kvalitet proizvoda bio još bolji.

## 5. LITERATURA

- [1] Novaković, D., Dedijer, S., Vladić, G. Uvod u grafičke tehnologije – praktikum za vežbe, Novi Sad, Fakultet tehničkih nauka, 2013
- [2] Kipphan, H., Handbook of Print Media, Technologies and Production Methods, Springer, 2001
- [3] Kašiković, N., Standardizacija i kontrola ofset štampe, uređaji i on-line sistemi za kontrolu. Problemi u štampi, 2016 [Online] Dostupno na: <http://www.grid.uns.ac.rs/storage/download.php?fajl=5be278a9e02bed9248a4674ff62fea2c>

### Podaci za kontakt:

Želislav Poljak, zeljko.poljak93@gmail.com  
dr Nemanja Kašiković, [knemanja@uns.ac.rs](mailto:knemanja@uns.ac.rs)  
MSc Rastko Milošević, [rastko.m@uns.ac.rs](mailto:rastko.m@uns.ac.rs)



**KREATIVNI DRUŠTVENI HAB U ADELAJDU  
CREATIVE COMMUNITY HUB ADELAIDE**Bojan Stojković, Miljana Zeković, Višnja Žugić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ARHITEKTURA**

**Kratak sadržaj** – Rad se bavi teorijskim razmatranjima i praktičnom primenom pitanja programiranja kreativnog društvenog hub-a, kao tipa Kreativnog kondenzatora, koji nastaje kao oblik ponovnog promišljanja i preklapanja koncepata Socijalnog kondenzatora i Društvenog dizajna centra, nastalih u prvoj polovini 20. veka. Projektovan za potrebe grada Adelajda (Adelaide, Australia), kreativni kondenzator postaje oblik međuprostora, između javnog trga i kreativne aure hub-a, sa neuhvatljivim granicama svojih sadržaja i kontinualnim protokom energije. Njegova arhitektura, sa fluidnim programskim slojevima, podstakla bi i prihvatila ne samo standardne forme umetničkog delovanja, već i kreativnu participaciju zajednice, i samim tim bi, prema sopstvenoj definiciji, „praktikovala svoju sposobnost da utiče na socijalno (kreativno) ponašanje“.

**Abstract** – The paper deals with theoretical and practical research on the question of programming the Creative Community Hub, as a type of Creative Condenser (CC). It is established as a form of reinventing and over-lapping the concepts of Social Condenser and Community Design Centre, which emerged in the first half of the 20th century. Designed for the City of Adelaide, Australia, CC becomes a sort of an in-between space of a public square and a creative aura of the hub, with elusive margins of contents and continuous flow of energy. Its architecture and fluid programmatic layering would encourage and accept not only standard art forms but a creative participation of the community, thus would, according to its very definition 'practice its ability to influence social (creative) behavior'.

**Cljučne reči:** Arhitektonsko projektovanje, kreativni hub, društveni centar, kreativni kondenzator

**1. UVOD**

Organizovani događaji i festivali igraju veoma značajnu ulogu u stvaranju, slavljenju, i negovanju kulture i identiteta jedne zajednice ili grada. Sami prostori koji predstavljaju okvir za ovakve događaje i festivale su od jednake važnosti u načinu na koji doprinose građenju svih slojevitih nivoa kulture i istorije, bez obzira da li se govori o neformalnim, improvizovanim prostorima privremeno izmenjene namene, efemernim paviljonima, ili trajnim i pažljivo planiranim interpolacijama u postojeće urbano tkivo.

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila prof. dr Miljana Zeković, a komentor Višnja Žugić.

Ovaj rad razmatra upravo pitanje razvoja postojećih i generisanja novih kulturnih sadržaja, kroz uspostavljanje i koncipiranje novog arhitektonskog okvira koji se svojim programom naslanja na bogatu tradiciju kulturne produkcije u gradu Adelajdu (*engl.* Adelaide) u Australiji. Pitanje programiranja prostora za promenljive, nestalne ili (još uvek) nepoznate načine budućih upotreba, i koncipiranje određujućeg i istovremeno otvorenog prostornog okvira koji bi funkcionisao ne samo kao podrška postojećim funkcijama već i kao generator novih, osnovni je izazov projektantskog procesa.

**2. TEORIJSKI OKVIR RADA**

Teorijski okvir istraživanja posvećen je razmatranju tipa kreativnog društvenog haba, kao kompleksne i fluidne tipološke odrednice, i svih konvergirajućih tipologija objekata kulture. Istraživanje je sprovedeno na dva paralelna plana, fenomenološkom, i tipološkom.

**2.1. Kreativni društveni hab – fenomenološka i tipološka razmatranja**

Ideja haba, u osnovi predstavlja objedinjavanje različitih delatnosti, ideja, i veština u jedan prostor, bilo virtuelni ili realni, u cilju olakšavanja mogućnosti inovacije kroz podsticanje interdisciplinarnosti. Za razliku od tradicionalnih zajedničkih radnih prostora, habovi podrazumevaju drugačiju vrstu preplitanja funkcija i namena. Kreativni habovi podrazumevaju mesta, fizička ili virtuelna, koja spajaju kreativne ljude različitih profila, interesa, i sposobnosti, time omogućavajući raznovrsniji razvoj poslovnih planova, i povezivanje na višem nivou, uključujući i mogućnost delovanja na nivou lokalne zajednice, čime ova ideja dobija na značaju.

Kreativni habovi kao pojava doživljavaju uspon u popularnosti i prisutnosti u poslednjih 10 godina. Njihova svrha je dakle obezbeđivanje usluga koje kreativnim preduzetnicima ne bi bile dostupne kada bi svoje firme, ili projekte u nastajanju, razvijali sami. Kreativni habovi utiču na svoj širi kontekst stvaranjem novih potencijalnih radnih mesta za lokalnu zajednicu. Nadalje, ovakvi prostori omogućavaju razvoj novih ideja, proizvoda, donose priliku mladim ljudima za dodatno obrazovanje i rad u praksi, i time doprinose poboljšanju kvaliteta života lokalne zajednice. U osnovi ideje za stvaranjem jednog kreativnog haba jeste želja za stvaranjem novih mogućnosti – za posao, za obrazovanje, za kreativan rad, za saradnju.

Iako kreativni habovi ne mogu da budu precizno definisani kao pojava, postoji određen broj zajedničkih karakteristika pomoću kojih ih je moguće identifikovati. Evropski Forum Kreativnih Habova (*engl.* The European Creative Hubs Forum) razvijen od strane Britanskog Saveta i

ADDICT-a iz Lisabona, definiše habove kao infrastrukturu ili objekat koji koristi deo svog slobodnog prostora i prostora za iznajmljivanje, u svrhu pomoći kulturnom ili kreativnom sektoru industrije, za potrebe razvoja organizacije, poslovnog razvoja, i boljeg umrežavanja [1].

Jedan kreativni, društveni hab mora da bude okidač, pokretač kulturnih i kreativnih procesa u svojoj zajednici, da promovise pozitivnu promenu, motiviše interdisciplinarnu saradnju, razmenu znanja, razvoj i začetak novih kreativnih pomaka. Trenutno postoji 6 sektora aktivnosti u habovima prepoznatih od strane Evropske komisije kao delom kreativne ekonomije: Advertajzing, Arhitektura, Umetnost, Dizajn, Digitalna industrija i Mediji. Imajući u vidu da su to empirijski podaci, može se zaključiti da su upravo te usluge početna tačka planiranja budućih kreativnih habova. Zajednički faktori u vidu usluga koje se korisnicima nude su: *fizički prostor*, *virtuelni prostor*, *mentorstvo i obuka*, *umrežavanje* (eng. *networking*), *i nudišnje iskustva i informacija* (eng. *know-how*).

## 2.2. Programske (ne)određenosti tipa i njihove fizičke manifestacije

Budući da je priroda pojma *hab* takva da bi ga njegovo usko definisanje lišilo potencijala koji sa sobom nosi, u programskom smislu prostori kreativnog društvenog haba jednako su nestalni, promenljivi i neodređeni. Kao jedan mogući prostorni odgovor na ovakve ulazne faktore i promenljive uticajne sile koje figurišu u eksploataciji objekta, u ovom radu razmatraju se adaptabilni arhitektonski sistemi. Ovi sistemi su projektovani sa namerom da reflektuju i razvijaju sposobnost promena svoje fizičke konfiguracije i/ili pojavnosti arhitektonske forme, i reaganja na promene iz svog neposrednog okruženja.

Na polju adaptabilne arhitekture postoji spektar elemenata koji mogu biti podložni adaptaciji, i oni mogu biti centralni aspekti dizajna takvih objekata [4]. Adaptabilnost najbolje može biti primenjena na: površine, komponente objekta, prostorne karakteristike, i tehničke sisteme. Unutrašnje i spoljašnje površine objekata mogu biti kreirane tako da budu sposobne da se menjaju po potrebi. U praksi se to najčešće postiže upotrebom tehnologija osvetljenja ili postavljanjem medijskih fasada.

Najčešća i najkorisnija forma adaptivnosti se upotrebljava u unutrašnjoj organizaciji objekta, kreiranjem više potencijalnih dispozicija mobilijara ili samih zidova. Duh ovakve vrste adaptivnosti se može pronaći u tradicionalnoj japanskoj kući, gde zidovi nisu nosioci strukture, već jednostavno pomerljive pregrade koje se kreću po unapred utvrđenim vođicama po podu kuće, postavljenim pratećim module po kojim je dimenzionisan celi objekat.

Jasno je da su ove ideje i želja za mogućnošću arhitekture da bude prilagodljiva prisutne u arhitekturi već dugo vremena, a sa napretkom tehnologije postaje lakše implementirati te ideje u praksi. Prilagodljivost arhitekture menjajućim okolnostima preraslo je iz apstraktnog koncepta i ideje u realnu potrebu. Nove tipologije koje nastaju u 21. veku zahtevaju takav pristup dizajnu i kreaciji, a jedna od idealnih tipologija na kojoj se ovi principi mogu primeti jeste tipologija haba.

## 2.3. Uspostavljanje tipa *Kreativnog kondenzatora*

Ekspanzivni razvoj arhitektonskog tipa Doma kulture, čija je zastupljenost na teritoriji Balkana i posebno bivše Jugoslavije obeležila period nakon Drugog svetskog rata i dramatično odredila kulturološki aspekt ideologije novog socijalističkog društva, doveo je do uspostavljanja sasvim novog tipa - Kulturnog centra. Po ugledu na Zapadne centre - zgrade kulture, njihova obeležja, zastupljenost i osnovne programske odrednice, Kulturni centri se kod nas razvijaju kao nosioci slobodne, demokratizovane kulturološke misli, čija je osnovna funkcija bila da promovisu i obezbede programske sadržaje, kojima će prvenstveno obrazovati svoje korisnike [2].

Nakon što su potrebe svih korisničkih grupacija u polju kulture, konzumiranju kulture i edukacije iz oblasti kulture „prerasle“ prostornost arhitektonskih objekata u kojima su bile smeštene, kulturne aktivnosti u novom avangardnom naletu „napuštaju“ namenski projektovane kulturne centre i iseljavaju se u napuštene objekte, najčešće deindustrijalizovanih delova grada. Ovo privremeno rešenje zadovoljava potrebe i fluidne programske zahteve, posebno mlađe ciljne grupe – adaptirani objekti zaokružuju kulturne aktivnosti i omogućuju realizaciju kulturnih mikrokosmosa.

Razvoj arhitektonskog tipa kulturnog centra ovim dobija negde neočekivan zaokret, jer se iz namenski projektovanih arhitektura, izlazi u nenamenske arhitektonske objekte koji prvenstveno obezbeđuju prostorno nesputano odvijanje programskih smena. Sledeći u nizu korak u razvoju tipološke grupe objekata za kulturu kod nas jesu Kreativni habovi, koji vraćaju sisteme kulturnih aktivnosti najpre u mikro prostore, a zatim i u prostore srednjih razmera.

Za razvoj arhitektonskog tipa Kreativnog društvenog haba, koji predstavlja *mejstrim* u današnjem presečnom stanju aktuelnih objekata za kulturu, zaslužne su i društveno arhitektonske teorije i eksperimenti XX veka, a posebno tip Socijalnog kondenzatora (Social Condenser) iz tridesetih godina XX veka i Društvenog dizajn centra (Community Design Centre) iz pedesetih godina XX veka. Preklapanjem karakteristika ova dva inspirativna, prvenstveno arhitektonska eksperimenta, uspostavlja se novi tip Kreativnog kondenzatora [3]. Kreativni društveni hab i Kreativni kondenzator zapravo jesu programsko-prostorni sinonimi i jedina razlika koja bi mogla biti uspostavljena, ticala bi se razmere prostornog obuhvata.

Kreativni kondenzator za cilj ima da ozbiljno doprinese ekspanziji aktivne kreativnosti, pomoću arhitekture kao „agenta“ – aktivnog subjekta u ovom kreativnom procesu, pre nego arhitekture samo kao inspiracije. Kreativni kondenzator zato predstavlja izvesno hibridno rešenje, nastalo na neočekivano uspešnom preklopu ideja o Socijalnim kondenzatorima i Društvenim dizajn centrima.

Bazična definicija kondenzatora podrazumeva „programsko naslojavanje preko praznog prostora“ sa ciljem podržavanja „dinamičnog simultanog odvijanja aktivnosti“ (Kolhas), koja neminovno vodi u definisanje seta sasvim neočekivanih (i zato kreativnih) događaja u svojim presečnim ravnima. Kreativni kondenzator ovo nudi u praksi.

### 3. PROJEKTANTSKI RAD

U kontekstu postojeće prakse održavanja kulturnih događaja i festivala u Adelajdu, potrebno je razumeti procese i zakonitosti koje dovode do stvaranja ovih prostor-događaja (eng. *event-space*). Razumevanjem prostora kao neodvojivog od događaja koji se u njemu odvija, projektantski rad teži adekvatnom odgovoru na pitanje kako *projektovati* prostore koji će služiti istraživanju, produbljivanju, obogaćivanju, i slavljenju identiteta mesta, a koje kulturni događaji, često i *spontano*, okupiraju.

#### 3.1. Konkursni zadatak za kreativni hab u Adelajdu

Šta je to što čini „Kreativni grad“? Šta je to što arhitektura treba da neguje, inspiriše i kakvu to kreativnost treba da podrži u svom prostornom okviru? Ovo su samo neka od pitanja koja se poslednje vreme postavljaju o okviru sve više narastajućih diskusija o tome šta je to što Adelajd čini kreativnijim, dinamičnijim i inovativnijim a samim ti i zanimljivijim mestom za život.

Konkurs za Kreativni društveni hab u Adelajdu imao je za cilj da istraži mogućnosti arhitekture da stimuliše i generiše uzbudljive javne prostore koji će uspostavljati kreativno okruženje u samom centru grada Adelajda.

Konkretna funkcionalna i programska organizacija objekta ostavljena je na razmatranje učesnicima konkursa uz potpunu slobodu interpretacije projektnog, odnosno konkursnog zadatka, što se direktno odražava na samu prirodu trajnosti odnosno efemernosti kako objekta u celini tako i njegovih delova. Bez obzira na individualni odnos učesnika prema projektom/konkursnom zadatku, prilikom definisanja konceptualnog rešenja bilo je potrebno obratiti posebnu pažnju na to da objekat Kreativnog društvenog haba treba da ima ulogu urbanog katalizatora za potrebe „Kreativnog Adelajda“.

Iako podložne daljem istraživanju, razmatranju i nadgradnji, raspisom konkursa predložene su neke od osnovnih programskih odrednica koje je potrebno poštovati konkursnim rešenjem:

- Zajednički prostor za rad / zone za radionice (otvoreno za javnost)
- Izolovani prostor za rad (dostupno za događaje zatvorenog tipa)
- Izložbeni prostor
- Zona za prezentacije (forum, konferencije, predavanja...)
- Scensko-gledališni prostor
- Zona za odmor i slobodno vreme
- Kafe / bar
- Recepcija
- Menadžment

#### 3.2. Lokacija

Predložena lokacija konkursnog odnosno projektnog zadatka nalazi se u samom centru grada Adelajd (Australija), nadomak glavnog gradskog trga Viktorija. Sama parcela smeštena je unutar urbanog bloka, oivičena sa istočne strane starim poštanskim magacinom koji je trenutno van funkcije, sa južne strane ulicom Frenklin, a sa zapadne i severne strane Poštanskom ulicom. U nepo-

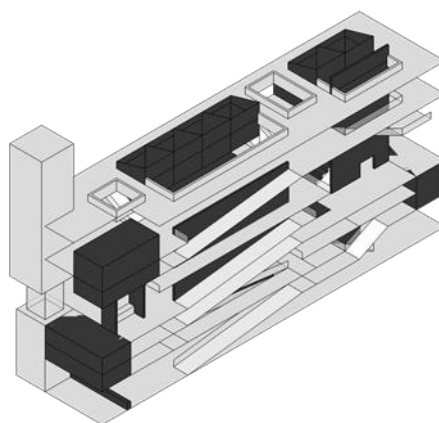
srednom okruženju nalaze se uglavnom poslovni objekti visoke spratnosti kao i još jedan objekat Australijske pošte koji je u velikoj meri uticao na urbanistički koncept i interpolaciju konkursnog rešenja. Takođe, jedan od bitnih uticajnih faktora jeste i blizina nedavno rekonstruisanog trga Viktorija koji tokom godine periodično prostorno udomljava razne vrste festivala, javnih događaja, umetničkih instalacija i prostornih struktura.

Maksimalna dozvoljena izgrađenost parcele, visinska regulacija objekta, udaljenost od okružujućih objekata i saobraćajnica kao i količina podzemnih etaža nisu bile podložne nikakvim ograničenjima u cilju dobijanja što raznovrsnijih konkursnih rešenja.

Gusta izgrađenost bloka, blizina najvećeg gradskog trga i parka kao i potreba za više javnih i otvorenih prostora, u velikoj meri uticali su na postavku arhitektonsko-urbanističkog koncepta.

#### 3.3. Konceptualizacija rešenja

Osnovni arhitektonski koncept, definisan u odnosu na sve uticajne sile i faktore koji određuju odabranu lokaciju u Adelajdu, formiran je tako da se oslobodi prizemlje objekta u onolikoj meri, kolika je potrebna da bi objekat „ostao prisutan“, ali da neometano u sebe inkorporira raznolike neformalne aktivnosti javnog gradskog prostora (Sl. 1 i 2).



Slika 1. Strukturno-programski izometrijski prikaz rešenja

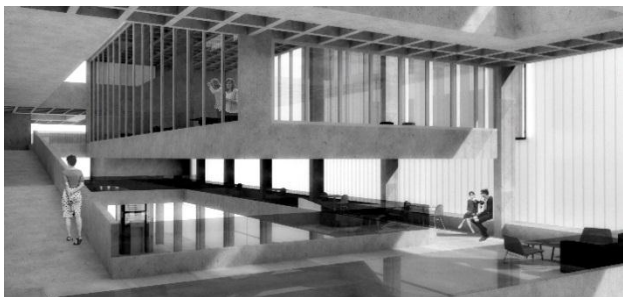


Slika 2. Prikaz objekta u neposrednom okruženju

Integracija dinamike javnog gradskog trga u sam prostor kreativnog društvenog haba od vitalnog je značaja za komunikacijske tokove – osnovne pokazatelje kvaliteta predložene arhitekture. Nad nivoom prizemlja, po vertikali, „opada“ javnost objekta, a raste programski fokus na kreativni tim, ili na pojedinca (Slika 3 i 4).



Slika 3. Prikaz enterijera poslednje etaže objekta



Slika 4. Prikaz enterijera objekta

Ispod nivoa trga-prizemlja predviđen je još jedan formalni deo objekta, koji u sebi inkorporira veliku salu za projekcije, performanse i druge namene, sa svim pratećim i neophodnim tehničkim prostorijama.

Opna objekta je porozna, u smislu upotrebe materijala, koji omogućuje konstantnu razmenu energija između spoljašnjeg i unutrašnjeg okruženja.

### 3.4. Konstrukcija i materijalizacija

S obzirom na prostorne zahteve programskih rešenja projekta koja u velikoj meri zahtevaju velike otvorene prostore koji su podložni promenama i prilagođavanju raznim sadržajima i događajima tokom vremena kao i privremenim strukturama u velikom holu prizemnog dela objekta, kao najbolje moguće rešenje nameće se armirano-betonska skeletna konstrukcija.

Konstruktivni sistem vertikalnih nosećih elemenata sačinjava raster armirano-betonskih stubova dimenzija 60 x 30 cm čiji osovinski razmak u podužnom pravcu iznosi 15 m dok u poprečnom pravcu iznosi 5 m. Sistem je takođe čine i vertikalna armirano-betonska platna koja nose stepeništa i rampe a koja takođe dodano ukružuju celokupni konstruktivni sistem.

U podzemnom delu objekta konstruktivni sistem se zasniva masivnim armirano-betonskim temeljnim zidovi i temeljnom armirano-betonskom pločom.

Shodno prethodno navedenim rasponima a takođe u cilju postizanja što manje visine tavanice, kao dominantni horizontalni konstruktivni element koristi se kasetirana armirano-betonska tavanica koja dopušta velike raspone uz relativno malu visinu preseka.

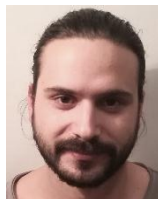
## 4. ZAKLJUČAK

Ona arhitektura koja, za sada, najbolje odgovara na formulisane konceptualne, prostorne i programske potrebe jeste adaptabilna arhitektura, što je teorijskim delom istraživanja akcentovano i opisano. Kako programske odrednice kreativnog društvenog haba nisu i ne mogu da budu hermetički zatvoreni sistem nepromenljivih potreba, jer bi to negiralo samu ideju o prostoru koji diše, menja se i raste sa korisnicima i njihovim potrebama, tako karakteristike adaptabilne arhitekture, u smislu sposobnosti za kontinualnu adaptaciju - prilagođavanje novonastalim uslovima, na najbolji način odgovaraju oprostorenju ove kreativne ideje.

## 5. LITERATURA

- [1] M. Murawski, 'Introduction: Crystallising the social condenser', The Journal of Architecture, Vol. 22, Iss. 3/2017, Taylor & Francis Online, 2017.
- [2] M. Zeković; V. Žugić, „Kulturni centar Novog Sada i Studentski kulturni centar – stanje i potencijali prostora za kulturu Novog Sada”, u „Arhitektura domova kulture u Republici Srbiji“, ur. Dinulović, R. et al., Novi Sad, FTN, 2014.
- [3] R. Koolhaas, 'Content', NYC, Taschen, 2004.
- [4] R. Kronenburg, 'Flexible: Architecture that responds to change', London, Laurence King Publishing, 2007.

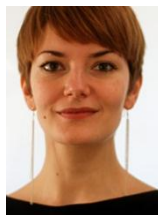
### Kratka biografija:



**Bojan Stojković** je rođen 1988. godine u Novom Sadu. Završio je osnovne studije na Departmanu za arhitekturu i urbanizam Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu 2015. godine. Na istom Departmanu radi kao saradnik u nastavi. Aktivan je član Društva arhitekata Novog Sada (DaNS) i suosnivač je udruženja Efemera Kolektiv.



**Dr. Miljana Zeković** je docent na Departmanu za arhitekturu i urbanizam, Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu. Doktorsku disertaciju „Efemerna arhitektura u funkciji formiranja graničnog prostora umetnosti“ odbranila je 2015. godine. Interesovanja joj se kreću u oblastima arhitektonskog projektovanja, efemerne arhitekture i održivog obrazovanja.



**Višnja Žugić** je završila integrisane osnovne i master studije na Departmanu za arhitekturu i urbanizam Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu 2010. godine. Na istom Departmanu radi kao asistent, u oblasti arhitektonskog projektovanja, efemerne i scenske arhitekture.

**STUDIJA TRANSFORMACIJE STAMBENE TIPOLOGIJE U FUNKCIJI REŠAVANJA STAMBENIH KRIZA XXI VEKA****SOLVING THE HOUSING CRISIS OF THE XXI CENTURY BY TRANSFORMING THE RESIDENTIAL TYPOLOGY**

Miroslav Džigurski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – ARHITEKTURA I URBANIZAM**

**Kratak sadržaj** – U radu su istražene transformacije kolektivnog stanovanja tokom XXI veka. Da bi se u potpunosti razumeli procesi transformacije, proučeni su različiti aspekti koji su imali značajan uticaj na iste, poput tranzicije privatne i javne sfere, i pomeranje ljudskog života u međuprostor na granici ove dve sfere, u domen kolektivnog. Za razumevanje modela kolektivnog stanovanja je bilo neophodno istorijskom metodom prikazati njegov nastanak i razvitak. Značajan deo rada je obuhvatilo istraživanje okolnosti u kojima se kolektivno stanovanje danas javlja, te je takođe pažnja posvećena analizi konteksta u kojem kolektivno stanovanje iz ilustrativnih primera nastaje.

**Abstract** – This paper analyzes the transformation of collective housing during the 21st century. In order to fully comprehend these processes of transformation, various aspects have been taken into consideration that have had a significant impact on these, such as the transition of the public and private spheres, and the shifting of human life into liminal space on the intersection of these two spheres, into the domain of the collective. In an attempt to better understand the model of collective housing and to show its development, it was necessary to use the historical method. A significant part of this paper included analysis of the circumstances that affect the collective housing in the present day, therefore, attention has been paid to the analysis of the context that greatly influenced collective housing in analyzed examples.

**Ključne reči:** kolektivno stanovanje, javna sfera, privatna sfera, transformacije, stambene krize

**1. UVOD**

Savremeni grad koji čine mreže različitih kretanja i tokova usluga, aktivnosti i dobara, proizvod je kontinualnog razvoja društva u poslednja dva veka i konstantnog porasta gradskog stanovništva [4]. Neprestana potreba za pojednostavljenjem svakodnevnog života i naponi koji se preduzimaju u tom cilju, doveli su do kriza na ekonomskom, društvenom i političkom polju. S tim u vezi, pitanje prostora kao egzistencijalnog okvira savremenog čoveka danas predstavlja jedan od najaktuelnijih problema.

Kreiranje zajedničkih prostora između privatne i javne sfere, koje se uvek javljaju kao posledica urbanizacije [4], predstavlja osnovnu temu ovog istraživanja.

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Milica Kostreš, a komentor Ivana Maraš.

Proces izdvajanja rada iz domena privatnog, kroz postepenu kolektivizaciju funkcija iz domena privatne sfere, doveo je do smanjenja razlika između privatnog i javnog [4]. Izmeštanjem programa koji su privatni u domen javne sfere ili obrnuto je strategija koja sve češće nalazi primenu, rezultirajući atipčnim rešenjima.

Fenomen stvaranja susedstva u vidu zajednice, pogotovo na primeru srednje klase može da se analizira i uoči na velikom broju primera, od predgrađa velikih gradova, sve do najmarginalnijih primera, gde bi se zaista moglo uočiti da se prostor današnje egzistencije odvija na prelazu privatne i javne sfere, odnosno u graničnom prostoru.

Ovaj prostor je sličan *trećeprstoru*, delu prostorne trijade koju Edvard Sodža (Edward Soja) identifikuje u svom teorijskom opusu. Edvard Sodža ove prostore definiše kao sveobuhvatajuće, gde egzistiraju „sva mesta, saglediva iz svakog ugla, zauzimajući jasnu poziciju“ [6] ali i kao prostore „prepune iluzija i aluzija, prostore koji svakom od nas predstavljaju svakodnevicu, a opet na neki način ostaju i nedokučivi“ [6].

Ovakvo Sodžino viđenje prostora kao okvira ljudskog života je vrlo značajno, pre svega posmatrano sa aspekta ostvarenja zajedničkog mesta egzistencije, što i jeste tema ovog rada.

Rad se oslanja na istraživanja autora od kojih su najznačajnija istraživanja Igora Maraša, teorijska razmatranja mesta Kristijana Norberg - Šulca, a zatim i Mark Ožea. Istraživanja prostora kao i problemi savremenog trenutka su takođe praćeni kroz dela Edvarda Sodže, Pola Virilia i Mišel Fukoa.

**2. OD PRIVATNOG KA JAVNOM:  
DETEKTOVANJE STAMBENOG PROBLEMA I  
RAZVOJ ZAJEDNIČKIH PROSTORA**

Jasno definisanje različitih karaktera prostora je neophodno da bi se u potpunosti razumeli svi aspekti i vrednosti zajedničkih prostora kolektivnog stanovanja. Ukoliko posmatramo javne prostore kao nosioce socijalnih vrednosti jednog grada i kao rezultat diskursivnih režima [4], prostore privatne sfere možemo da posmatramo kao mesta prebivališta, mesta prisvajanja, prostore koji nastaju uz svakodnevno delovanje pojedinca i predstavljaju njegov odraz [4].

Međutim, kroz analizu odabranih ilustrativnih primera postaje jasno da ova dva termina ne mogu da zadovolje, niti u potpunosti opišu sve kvalitete prostora koji nastaju uz kolektivno stanovanje, a koji se nalaze na prelazu dve pomenute sfere.

Razmatrani prostori više odgovoraju prostoru stalnog življenja, i, može se reći, na neki način predstavljaju mesta koja su izvedena iz svakodnevnog života, odnosno, ovo su „mešoviti prostori, prostori medijacije“ [4], „pripitomi od strane određene socijalne grupe“ [4]. Pod prostorom na prelazu dve sfere se u ovom istraživanju pre svega misli na prostor zajedništva, kolektivni prostor, koji se pojavio u XX veku kroz socijaldemokratske procese u zemljama zapadne Evrope, a koji se kasnije, u prosecu posleratne obnove i ubrzane urbanizacije dodatno razvijao i transformisao [4].

Poteškoće koje se tiču razumevanja i upotrebe ovih prostora se vezuju upravo za njegove karakteristike. Od suštinske važnosti je razumeti da li su ovo prostori koje koriste stanovnici istog socioekonomskog statusa koji dele slične ideale ili su u pitanju prostori konflikta i nehomogenosti koji predstavljaju neophodni kvalitet urbane sredine. Zadatak ovog istraživanja je upravo da se kroz razmatranje primera detaljnije uđe u problematiku karaktera ovih prostora, sa pokušajem da se razume kakvo funkcionisanje ovih prostora najviše odgovara zajednicama uz koje se isti javljaju.

U biranim prostornim sklopovima je stanovanje formirano oko prostora zajedničkog korišćenja. Pored prostornih nivoa koji se tiču javnog i privatnog prostora, uvodi se i prostorni nivo zajedničkog, kolektivnog prostora, koji je ovde posmatran kao „produžetak privatnog domena, koji je autonoman i funkcionalno i prostorno odvojen od javnog prostora grada“ [4].

Dihotomija ovih prostora kao produžetka privatnog, a ujedno kao i nečeg zajedničkog, ih je označila kao prostorima koji poseduju „jasna lokalna pravila i ritule“ [4] koji se u istim ustaljuju kao neophodnost njihovog opstanka. Pored navedenih kriterijuma, birani su takvi prostorni sklopovi koji imaju vrlo različit začetak svog nastanka. Za prevazilaženje nedostataka stanovanja, kao što su odsustvo osećaja zajednice i visoke cene, primenom kolektivnog stanovanja, identifikovana su dva pristupa, na osnovu kojih su ilustrativni primeri i grupisani.

Primere prve grupe odlikuju prostorni sklopovi koji nastaju kroz inicijativu zajednice sa potrebom da se direktno učestvuje u donošenju odluka koje će da je odrede u prostornom smislu, dok je u drugoj grupi reč o nešto klasičnijem pristupu, gde objekti nastaju kroz inicijativu upravnih organa.

Ovakva sistematizacija primera je izvršena radi lakšeg sagledavanja procesa, odluka i rezultata koji nastaju različitim pristupima pri rešavanju problema stanovanja.

### 3. KOLEKTIVNO STANOVANJE KAO REZULTAT PARTICIPACIJE KORISNIKA

#### 3.1 Sargfabrik i Miss Sargfabrik (Beč, Austrija; autori: BKK-2/ autori: BKK-3; 1996./ 1998-2000.)

Ideja za nastanak objekata *Sargfabrik* i *Miss Sargfabrik* se vezuje za sredinu osamdesetih godina prošlog veka. Grupa ljudi nezadovoljna stambenom ponudom u Beču, u pogledu visokih cena i neadekvatnih oblika stanovanja za porodice sa decom pristupa formiranju zajednice 1986. godine sa željom da razvije plan svog idealnog stambenog prostora [5].

U želji da ostvari svoje namere, 1987. godine pomenuta grupa formira Asocijaciju za integrisani stil života (*VIL-Verein für Integrative Lebensgestaltung*) koja omogućava razvijanje modela *život-kultura-integracija* (*Living-Culture-Integration*), ali i obezbeđuje autonomiju i mogućnost da nezavisno nastupaju na tržištu nekretnina. Nakon razvijanja programa svoje kooperative i načina pristupa zajednici, VIL kupuje staru fabriku kovčega 1989. godine u zapadnom delu Beča, u cilju oprostorenja svoje ideje o idealnoj zajednici.

Objekat Sargfabrika se sastoji iz 73 stambene jedinice i broji 150 odraslih stanovnika i 60 dece i adolescenata. Pored stambenih jedinica, u objektu postoje i zajednički prostori od kojih su neki dostupni isključivo pripadnicima zajednice koja ovaj objekat naseljava, a neki su dostupni i ostalom stanovništvu distrikta, pa čak i čitavog grada.

Program Sargfabrika, pored stanovanja, obuhvata kulturni centar, restoran, zabavište, prostore za izdavanje i spa centar.



Slika 1. Zajednički prostor Sargfabrika

Stanovanje je smešteno u unutrašnjosti bloka. Ono se proteže kroz sve etaže objekta koji je u prizemlju izdelfen na četiri celine koje se u gornjim delovima spajaju pešačkim mostovima i krovnim terasama. Iako je zbog postojanja spa centra prizemlje javnog karaktera, tu su takođe smeštene stambene jedinice, gde svaka poseduje sopstveni ulaz, te funkcionišu poput kuća u nizu. Ovakvim postavljanjem jedinica istražava se jasna želja da se Sargfabrik više doživljava kao malo naselje nego kao klasičan višeporodični objekat.

Na nadzemnim spratovima su stambene jedinice sa jedne strane povezane galerijskim pristupim koji funkcioniše poput ulice, te takođe predstavlja prostor socijalizacije i zajedničkog boravka stanara na nadzemnim etažama. Postojanje ovako kompleksnog sistema javnih, polujavnih i privatnih prostora omogućava stanovnicima ove zajednice različite tipove međusobne interakcije i specifičan vid gradskog života.

Nakon velikog uspeha Sargfabrika, samo nakon dve godine, VIL kupuje građevinsko zemljište u susednom bloku i počinje sa razvijanjem plana za novi objekat, *Miss Sargfabrik*.

Objekat je projektovan sa 39 stambenih jedinica i sa znatno drugačijom programskom strukturom nego što je to bio slučaj sa prvim objektom.

Miss Sargfabrik ne poseduje jednak nivo nezavisnosti kao što je to slučaj sa daleko složenijim objektom prvog Sargfabrika, ali takođe i ne podrazumeva isti stepen propusnosti okolnog stanovništva u svoje privatnije prostore.

Ovaj objekat se više može posmatrati kao dopuna prvom objektu, i mogućnost za ostvarenje pojedinih prostora koje nije bilo moguće ostvariti prvi put. Zajednice dva Sargfabrika su u neprekidnom dijalektu, i predstavljaju najveći samo - organizovani i kulturni projekat stanovanja na području čitave Austrije [2].

Ono što objekte dva Sargfabrika izdvaja kao značajne iskorake u pogledu novog stambenog modela jeste način organizacije zajednice gde su svi članovi međusobno ispreplitan. Da bi zajednica funkcionisala, neophodno je aktivno učestvovanje svih njenih članova. Anonimnost i izolovanost stanara, koje podrazumeva život u gradu, ovde nisu prisutne.

#### 4. KOLEKTIVNO STANOVANJE KAO REZULTAT INICIJATIVE VLASTI

##### 4.1. Mirador blok i Celosia blok (Sančinaro, Madrid, Španija; autori: MVRDV i Blanca Lleó; 2005/ 2009.)

Mirador blok nastaje u jednom od novih naselja na severnoistočnom delu Madrida, Sančinaro (Sanchinarro). Blok je izgrađen 2005. godine, projektovan od strane autorskog tima MVRDV u saradnji sa lokalnim arhitektom, Blankom Leo (Blanca Lleó). U želji da se kreira jedinstveno obeležje u prostoru, ali i kako bi gradu ostao javni prostor, Mirador blok je postavljen vertikalno. Struktura Miradora preuzima karakteristike klasičnog ivičnog bloka koga dovodi u nove odnose postavljajući susedstva vertikalno, sa javnim prostorom u sredini. Rezultat je nesvakidašnji volumen bloka koji dominira u čitavom naselju.

Dobijeni polujavni prostor oko sebe grupiše devet susedstva koja sa jedne strane uokviruju prirodni pejzaž, Gvadarama planine, a sa druge strane obezbeđuju povlašćen pogled na grad. Struktura stanovništva Mirador bloka je heterogena, u smislu da njegovi korisnici imaju različite stilove života. Kako bi ove različitosti bile prevaziđene, blok je podeljen na susedstva koja obezbeđuju stanovnicima određen nivo privatnosti. Blok je prožet sistemom horizontalnih i vertikalnih komunikacija koja su granični prostori između susedstva Miradora, te obezbeđuju prostore slučajnog sureta njegovih stanovnika. Ovi procepi sačinjeni od stepeništa, platformi, ulica stvaraju vertikalno susedstvo koje postaje ekstenzija horizontalnog grada [1].

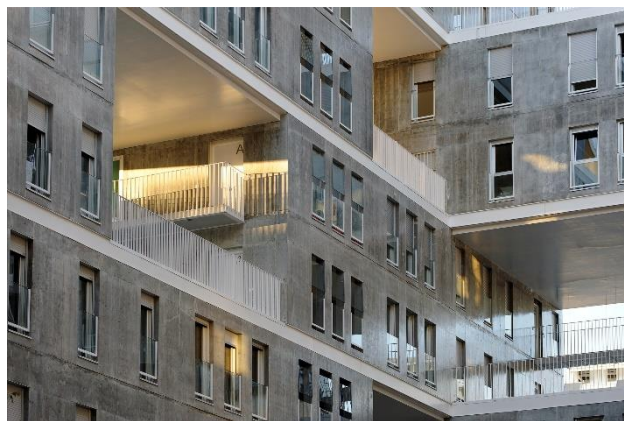


Slika 2. Zajednički prostor Mirador bloka

Mirador blok okuplja 156 stambenih jedinica gde svaka ima galerijski pristup. Zatvorenost stanova ka ovim prostorima onemogućava dalju interakciju stanovnika koja se završava onog trenutka kada oni uđu u svoj dom. Iako je blok izdvojen na susedstva, osim u prostorima komunikacija, ovde nije moguće slučajno „sretanje“ suseda pogledom, što je inače karakteristika deljenih prostora.

S tim u vezi, prelaz iz javnog prostora horizontalne komunikacije u prostor doma je apsolutan.

Zajednički prostor boravka stanovnika Mirador bloka je zamišljen u vidu izdignutog trga koji omogućava stanovnicima vizuelnu vezu sa gradom. Prvobitno zamišljen kao potpuno javna površina kojoj bi se pristupalo panoramskim liftom, zbog ograničenosti budžeta, ovaj prostor je dobio nešto privatniji karakter te je jedino dostupan stanovnicima bloka, radi lakše kontrole pristupa nestanovnicima objekta.



Slika 3. Zajednički prostori Celosia bloka

Nekoliko godina kasnije, tačnije 2009. godine, MVRDV ponovo ima priliku da sa Blankom Leo projektuje stambeni blok u Madridu. Celosia je stambeni blok u susedstvu Sančinaro, nedaleko od Mirador bloka. Program Celosia bloka čini 146 stambenih jedinica, spoljni zajednički prostori, 165 parking mesta i 6 prostora za izdavanje.

Iako je Celosia blok malo raznovrsniji u smislu programa, postoje velike sličnosti sa Mirador blokom. Kao i prethodni put, blok je izdvojen na susedstva, u ovom slučaju, čak na njih trideset. Iako je broj stambenih jedinica gotovo identičan kao u Mirador bloku, susedstva su u slučaju Celosia bloka značajno manja, što može da doprinese formiranju osećaja zajednice i susedstva. Podeljenost bloka na manja susedstva gde se svako organizuje oko zajedničkog spoljašnjeg prostora omogućuje stanovnicima da lakše ostvare kontakt sa svojim susedima, za razliku od Mirador bloka, gde su sva susedstva delila jedan zajednički spoljašnji prostor.

U zavisnosti u pozicije u objektu, ovaj spoljašnji zajednički prostore deli četiri ili pet stambenih jedinica. Stambenim jedinicama se pristupa zajedničkim prostorom, uglavnom kroz privatnu terasu stana, koja služi kao spoljašnji međuprostor između spoljašnjeg zajedničkog prostora i unutrašnjeg prostora stana.

Otvaranjem vrata se uklanja barijera između spoljašnje privatne terase i zajedničkog spoljašnjeg prostora, gde stanovnici imaju mogućnost da odluče kada privatno postaje zajedničko [1]. Postavljanje terasa ispred stana

koje konceptualno podsećaju na prednja dvorišta kuća, i njihovo pozicioniranje ka zajedničkom prostoru susedstva sa mogućnošću da budu njegov deo ali i da postanu privatni kutak za boravak stanovnika napolju, jeste kompleksnost koja izdvaja Celosia blok od ostatka klasičnog višeporodičnog stanovanja u zgradama.

U ovakvom sistemu je stanarima omogućen niz situacija koje značajno mogu da nadomeste neke nedostatke višeporodičnog stanovanja.

## 5. PROSTORI ZAJEDNIŠTVA KAO MEĐUPROSTORI

Analizama ilustrativnih primera su uočene dve strategije nastajanja zajedničkih prostora kolektivnog stanovanja. Na primeru Sargfabrika uočljivo je stvaranje prostora jednom vrstom samoorganizacije, odnosno kroz samoinicijativu budućih stanovnika, dok druga strategija, primenjena pri stvaranju Mirador i Celosia blokova u Španiji podrazumeva uključivanje gradskih institucija gde se prostor življenja klijentima isporučuje kao gotov produkt bez njihovog učešća.

Prilikom analize i evaluacije ova dva različita pristupa, može se reći da je upotreba projektantske strategije iz prve grupe primera gde participacija stanovnika igra presudnu ulogu svakako pohvalna, pre svega zato što omogućava budućim stanovnicima da kreiraju svoj životni prostor. Ovako nastali prostori će sigurno više odgovarati potrebama svojih budućih korisnika, te će i kasnije pretrpeti manje transformacije.

Primena projektantske strategije koja dozvoljava participaciju budućih stanovnika sigurno poseduje i određena ograničenja, pre svega u smislu veličine zajednice za koju je moguće graditi. Participacija svih budućih stanovnika objekta, primera radi, veličine Mirador bloka bi bila gotovo nemoguća. U svakom prostoru zajedničkog boravka koji se javlja uz kolektivno stanovanje se reflektuju ideali konkretne zajednice koja ga naseljava, te se oni zbog toga i međusobno razlikuju.

Stanovnici sami uspostavljaju kontrolu nad zajedničkim prostorom, te je stoga on u pravom smislu ekstenzija njihovog doma, i kako u svačijem domu vladaju različita pravila, tako se ovaj princip reflektuje na svaki od prostora. Kako se grupe zajedničkog stanovanja formiraju uglavnom među istomišljenicima i ljudima istih potreba, jasno je kako oni mogu da dele zajedničke ideale pa i setove pravila, što čini prostore zajedničkog boravka mogućim. Ukoliko struktura stanovništva ne bi bila homogena, prostori zajedničkog boravka bi ovu heterogenost takođe reflektovali, i bili bi sličniji javnom prostoru konflikta, a manje slični prostorima doma.

## 6. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Danas je naš egzistencijalni prostor u velikoj meri izmenjen, gde se sličnosti sa tradicionalnim prostorom stanovanja sve više gube [3]. Značenje doma, kao mesta našeg stanovanja, je u stalnoj tranziciji. Ideali porodice i zajedništva, kao i našeg života u gradovima postaju sve apstraktniji, a grad kao okvir naše egzistencije se sve češće pretvara u društveni eksperiment [3]. Usled stalno promenljivog okruženja, problemi stanovanja postaju sve aktuelniji.

Kvalitet realizacije određenog prostora može da bude jednako velik koliko i mali, u zavisnosti od onoga koji ga koncipira. Ovo bi značilo da, suštinski, prostor na neki način predstavlja medijum za ostvarenje zamisli, i da ne poseduje neke prethodno određene granice. Jedini ograničavajući faktor prilikom gradnje prostora jeste „subjektivizam koji definiše stvarnost društvenog prostora“ [6]. Prilikom analize prostornih primera, ova pretpostavka se pokazala kao tačna, pogotovo zbog posebnog pristupa prilikom koncipiranja prostornog okvira.

Pristupi koji su na ovaj način identifikovani kroz primere bi mogli da predstave odgovor na problematiku života u zajednici u današnjem vremenu. Umesto traganja za utopijama koje uvek stavljaju arhitekturu u ulogu subjekta - položaj van njene moći - koji ima ulogu da reši probleme društva čiji je i ona sama proizvod [4], stvaranje zajednica kroz igru, društvenu borbu [6], ali i postavljanje okvira savremenog života u hibridne prostore, može biti vrlo jednostavan način da se dođe do kvalitetnog društveno - prostornog rešenja.

Doprinos ovog istraživanja jeste bolje razumevanje i detektovanje stalno promenljivih potreba savremenog čoveka, gde se svakako izdvaja njegova potreba da se identitetski odredi prema nekom prostoru da bi ga prepoznao kao dom. U tom smislu, zajednički prostori moraju da poseduju određene karakteristike koje bi omogućile „vezivanje“ za iste, ili barem mogućnost transformacije i personalizacije kroz delovanje u njima. Iako je i samo tumačenje doma sigurno podložno promenama, pretpostavlja se da će se osnovna ljudska potreba za kreiranjem prostora egzistencije kao ekstenzije njegovog bića u nekoj meri biti očuvana.

## 7. LITERATURA

- [1] Actar. *Total Housing: Alternatives to Urban Sprawl*. Barcelona-New York: Actar, 2010.
- [2] Elser, Oliver, and Rieper, Michael. *Housing Models. Experimentation and Everyday Life*. Künstlerhaus: Wien, 2008.
- [3] James, Susan, ed. *New Forms of Collective Housing in Europe*, by Arc en Rêve Center d'Architecture. Berlin: Birkhäuser, 2009.
- [4] Maraš, Igor. *Transformacije gradskog bloka i tranzicioni prostori u XX i početkom XXI veka- ideali i ideje o gradu*. Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka, 2014.
- [5] Rowe G., Peter, Ye Kan, Har. *Urban Intensities: Contemporary Housing Types and Territories*. Basel: Birkhäuser, 2014.
- [6] Soja, Edward W. *Thirdspace: Journeys to Los Angeles and Other Real-and-Imagined Places*. Cambridge: Blackwell Publishers Inc, 1996.

### Kratka biografija:



**Miroslav Džigurski** rođen je 1992.god. u Novom Sadu. 2011. godine upisuje osnovne akademske studije na Departmanu za arhitekturu i urbanizam, FTN-a. Titulu »diplomirani inženjer arhitekture« stiče 2015 godine. Upisuje master akademske studije takođe na FTN-u.



**IDEJNO REŠENJE PROSTORA ZA DEGUSTACIJU I PROIZVODNJU  
MASLINOVOG ULJA U SUĆURJU****PRELIMINARY DESIGN OF SPACE FOR TASTING AND PRODUCTION OF  
OLIVE OIL IN SUCURAJ**

Luka Lukić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – ARHITEKTURA - DIZAJN ENTERIJERA**

**Kratak sadržaj** – Tema ovog rada je projektovanje pogona za proizvodnju maslinovog ulja i prostora za njegovu degustaciju. Lokacija za koju se projekat radi nalazi se u Sućurju, na ostrvu Hvar u Hrvatskoj. Projektovanje u ovom slučaju ne podrazumeva samo arhitektonski deo projekta već i kreiranje kompletnog vizuelnog identiteta nove uljare. Pored prostora za proizvodnju i degustaciju ulja, u objektu bi se nalazio i jedan apartman za turiste koji bi tu mogli da borave tokom i van sezone.

Na predmetnoj parceli se nalaze četiri objekta, od kojih je tri potrebno sačuvati kako ne bi bila narušena ambijentalna celina. Četvrti objekat, koji nema značaja za ambijentalnu celinu, će biti srušen, a na njegovom mestu treba izgraditi novi. U teorijskom delu rada, kroz tehnološku analizu objašnjeni su procesi proizvodnje maslinovog ulja, njihove prednosti i mane, što je omogućilo izbor tehnologije za proizvodnju. Kroz studiju slučaja analiziran je niz objekata čiji je zajednički sadržalac bila arhitektura kamena. Nakon studije slučaja razmotrene su mogućnosti za sanaciju postojećih objekata. Posle svega navedenog, prešlo se na praktični deo projektovanja, tokom čega se vodilo računa o svim zaključcima do kojih se došlo u teorijskom delu rada.

**Abstract** – The topic of this paper is the preliminary design of an olive oil production and tasting facility located in Sucuraj, on the island of Hvar in Croatia.

There are four buildings on the property of interest, three of which need to be preserved, so as not to disturb the ambient unity, and one that should be demolished and replaced with new one. Designing, in this case, does not only mean engineering part of the project, but also the creation of a complete visual identity of a new oil mill. In addition to the production and oil tasting area, the facility would also have an apartment for tourists who could stay there during and out of the season. In the theoretical part of the paper, technological processes of an olive oil production were explained and their advantages and disadvantages analyzed in order to determine appropriate production technology. Next stage of this paper is the case study, where a series of stone masonry buildings were analyzed. In order to fulfill current legislative, several possibilities for rehabilitation of existing facilities were considered. After all that, while taking into account all conclusions reached in the theoretical part of the work, the preliminary design was made.

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. Marko Todorović

**Ključne reči:** *maslinovo ulje, proizvodni pogon, degustacija, tradicionalna arhitektura, revitalizacija, sanacija, Sućuraj, Hvar, vizuelni identitet*

**1. UVOD**

„Tečno zlato“ - tako ga je Homer nazivao. Ono je zajednički sadržalac celog Mediterana, od Španije i Francuske preko Grčke do Turske i Sirije, od Etruraca preko Mlečana do danas. Maslina je kroz istoriju predstavljala simbol mira, a mnogima je bila i simbol života. Maslinarstvo više milenijuma predstavlja važan deo života ljudi na primorju. To je dovelo do velikog broja različitih načina obrade i prerade maslina.

**1.1 Cilj rada**

Cilj rada je isprojektovati (arhitektonski i enterijerski) objekat u kom će biti smešten pogon za proizvodnju i degustaciju maslinovog ulja, apartman za turiste i osmisлити vizuelni identitet buduće uljare. Kako će se novi objekat nalaziti na mestu postojećih objekata, u starom jezgru sela, krajnji rezultat, odnosno novoprojektovani objekat, mora da zadovolji sve potrebe zadate krajnjeg korisnika, ali takođe mora biti dobro uklopljen u sredinu u kojoj se nalazi.

**2. TEMA I SADRŽAJ RADA**

Strukturno, rad je podeljen na istraživački i tehnički deo. Istraživački deo obuhvata:

- istorijski prikaz područja na kom je predviđeno projektovanje
- objašnjenje lokacije za koju se projektuje,
- tehnološku analizu postupka prerade ulja u cilju izbora najkvalitetnijeg rešenja - ovo je važno zato što određeni postupak ne utiče samo na kvalitet finalnog produkta (ulja) već i na gabarite proizvodnog pogona,
- studiju slučaja u kojoj će biti analizirani primeri izvedenih objekata, što će kao rezultat dati polazne osnove za projektovanje zadatog objekta,
- analizu tradicionalnih tehnika gradnje, karakterističnih za dato područje,
- objašnjenje funkcionalne organizacije postojećih stambenih objekata,
- metode sanacije postojećih objekata,
- analizu usvojenih arhitektonskih rešenja, materijalizacije i arhitektonskih elemenata.

Tehnički deo rada sadrži idejno rešenje kroz tehničke crteže, tehnički opis projekta, vizuelizacije i grafička rešenja vizuelnog identiteta.

### 2.1. Istorijski prikaz područja

Prvi arheološki nalazi na teritoriji Sućurja datiraju iz perioda oko 3. veka pre nove ere, o čemu svedoči arheološki pronalazak kamene sekire sa prelaza bakarnog u bronzano doba. Prema većini autora, istorija uzgajanja maslina i proizvodnje maslinovog ulja u celoj Dalmaciji, datira iz perioda razvoja grčkih naseobina u 4. veku pre nove ere. Tada počinje uzgoj i vinove loze, badema i smokve. Neka novija arheološka istraživanja u mestu Vranjanica kod Splita pokazuju da je maslina bila poznata i ranije, jer su u sloju mulja pronađene koštice maslina koje datiraju iz perioda oko 9. veka p. n. e. [1]

### 2.2. Tehnološka analiza

Maslina (lat. *Olea europea*) je vrsta niskog drveta iz porodice Oleaceae, koja se izvorno nalazila na području Kanarskih ostrva, Mediterana od Portugala na zapadu do istočnih obala Sredozemnog mora, Arabijskog poluostrva i Kine na istoku. Maslina je zimzeleno drvo, stablo masline je nisko, razgranato i čvornovato. Listovi masline su zaobljeni, izduženi i kožasti, sa gornje strane tamno zeleni, a sa donje strane bledo zeleni. Cvet masline je beo i razvija se u grozdovima. [2]

Kroz tehnološku analizu maslina objašnjeni su najrasprostranjeniji principi prerade maslina u maslinovo ulje, predočene su prednosti i mane svakog pojedinačnog principa. Nakon analize, za novu uljaru je usvojen princip koji daje najkvalitetnije ulje.

### 2.3. Studija slučaja

Kroz studiju slučaja analiziran je niz objekata čiji je zajednički sadržalac bila arhitektura kamena. Analizirana je njihova arhitektura, upotrebljeni materijali i njihov međusobni odnos, osvetljenje i korišćeni mobilijar. Nakon svake analize iznet je zaključak o osnovnim karakteristikama arhitektonskog rešenja, odnosno njegovim pozitivnim i negativnim aspektima. Posle studije slučaja, donet je ukupan zaključak koji dao osnovne odrednice za dalje projektovanje.

### 2.4. Tradicionalni način gradnje

Kroz objašnjenje tradicionalnog načina gradnje objekata dat je uvid u konstruktivni sklop postojećih objekata za koje je potrebno predvideti sanaciju. Objasnjena je konstrukcija svih osnovnih elemenata: temelji, zidovi, krovna konstrukcija, otvori, međuspratna konstrukcija, stepenište itd.

### 2.5. Funkcionalna organizacija postojećih objekata

Kroz funkcionalnu organizaciju postojećih objekata, dat je uvid u stanje „na terenu“ na kom je potrebno izvesti intervenciju.

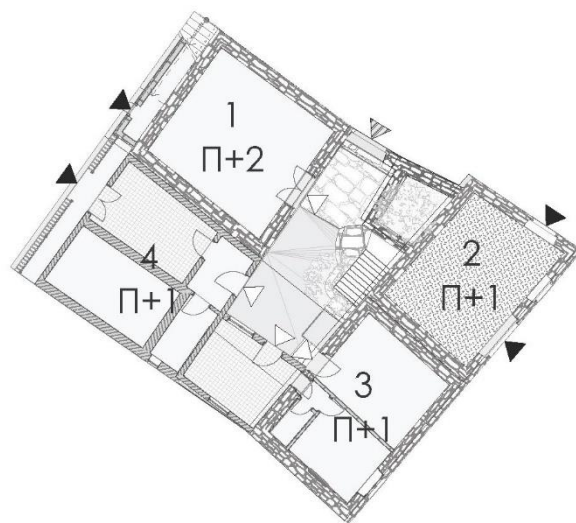
### 2.6. Analiza mogućnosti za sanaciju objekata

Kako je neke od objekata neophodno sačuvati i sanirati, kroz analizu mogućnosti za sanaciju iznešena su neke metode pogodne za sanaciju zidanih objekata. Predočene su prednosti i mane određenih metoda u datom slučaju i spram toga izabrano najbolje rešenje. Usvojen metod sanacije objekta 1 (Slika 1.) je uvođenje čeličnih zatega u nivou međuspratne konstrukcije iznad prizemlja. Zatege

bi bile postavljene unutar zida sa spoljašnje strane, a zatim bi otvori bili zazidani kamenom. Međuspratna konstrukcija bi bila ukrućena uvođenjem kotvi koje bi povezivale tavanjače sa zidovima.

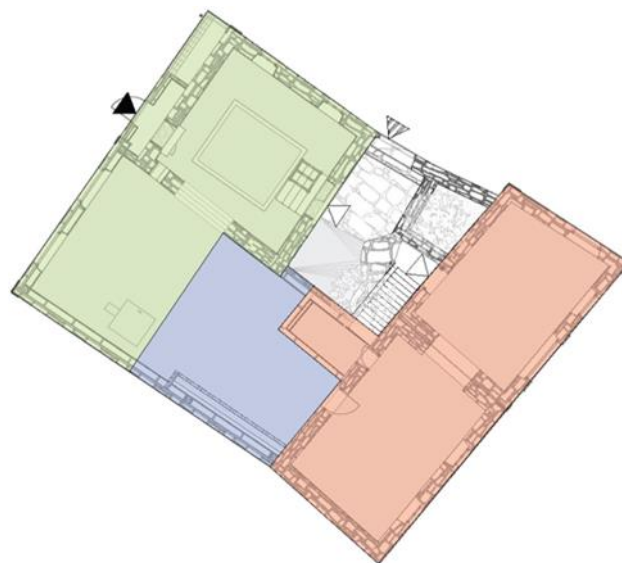
Objekti 2 i 3 su u boljem stanju, konstruktivno gledano. Sanacija zidova ova dva objekta bila bi izvedena uvođenjem horizontalnih serklaža u nivou međuspratne konstrukcije iznad prizemlja i iznad sprata. Iznad prizemlja bila bi izvedena spregnuta ploča od armiranog betona i drveta, gde bi se drvene grede ponašale kao „sitna rebra“, drvene fosne kao zarobljena oplata i armirana betonska ploča kao kruti element međuspratne konstrukcije.

Objekat 4, kako nema ni arhitekonsku i kulturno-istorijsku vrednost, a konstruktivno je u lošem stanju, treba ukloniti i na njegovom mestu izgraditi novi.



Slika 1. Osnova prizemlja postojećih objekata

### 2.6. Tehnički opis projekta



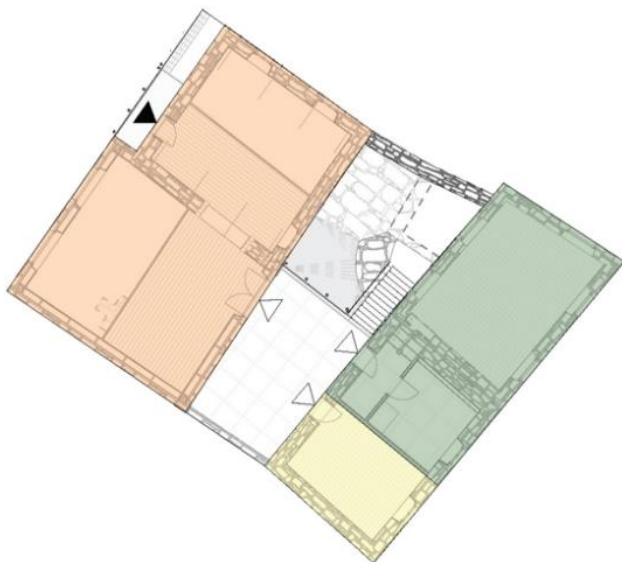
Slika 2. Osnova prizemlja novoprojektovanog objekta

Kako je prikazano na slici (Slika 2) u prizemlju će se nalaziti proizvodni pogon, prostor za skladištenje i pakovanje i prostor za posluživanje mušterija i degustaciju. Crnom strelicom je označen ulaz sa ulice

namenjen radnicima. Do proizvodnog dela se dolazi kroz manju ostavu namenjenu radnicima. Proizvodni pogon je označen zelenom bojom. Ulaz označen crno-belom strelicom je ulaz u dvorište namenjen prevashodno mušterijama, kako onima koji donose masline na ceđenje, tako i onima koji žele da probaju ili kupe ulje. Belom strelicom su označeni ulazi u proizvodnju i prostor za degustaciju.

Plavom bojom je obeležen prostor za skladištenje ulja i pakovanje u ambalažu. Plava i zelena zona su međusobno povezane bez ikakve pregrade.

Crvenom bojom je obeležen prostor za posluživanje i degustaciju. U njega se ulazi kroz dvorište ili iz proizvodnog pogona/prostora za skladištenje. Takođe, postoji direktan ulaz u prostor za degustaciju, ali on neće biti u upotrebi izuzev tokom radova ili prilikom unošenja nameštaja. Prostor je podeljen na tri celine – prostor za degustaciju, prostor za posluživanje i toalet. Kako je kapacitet objekta mali, jedna kabina je dovoljna. Prostori za degustaciju i posluživanje su denivelisani i povezani stepeništem, tako da je prostor za degustaciju viši od prostora za posluživanje.



Slika 3. Osnova sprata novoprojektovanog objekta

Sprat objekta je podeljen na dve celine, slika 3. Celina obojena narandžasto služi kao galerija za posetioce sa koje bi oni mogli da posmatraju kompletan proces proizvodnje ulja. Do ovog dela se dolazi stepeništem sa ulice. Odatle se izlazi na terasu u dvorištu. Do terase direktno vodi stepenište iz dvorišta. Sa terase se ulazi, pored prostora za posmatrača, u apartman namenjen za izdavanje ili magacin za ambalažu.

Apartman se sastoji od ulaznog hodnika, iz kog se direktno ulazi u kupatilo i sobe koja nije u istoj ravni.

Kroz tehnički opis projekta objašnjen je redosled izvođenja radova, detalji konstrukcija, upotrebljeni elementi osvetljenja, mobilijara, sanitarija itd.

## 2.7. Tehnički deo rada

U tehničkom delu rada date su osnove, preseci i izgledi postojećih objekata. Nakon postojećih objekata date su

sve osnove novoprojektovanih objekata, prikazane kao građevinska osnova na kojoj su detaljnije dati svi konstruktivni elementi i elementi koji se odnose na sanaciju objekata, arhitektonska osnova u kojoj je data dispozicija mobilijara i osnova osvetljenja sa dispozicijom rasvetnih tela i njihovim oznakama. Zatim priloženi su preseci sa svim neophodnim detaljima i fasade objekata. Nakon toga, priložene su vizuelizacije objekata, kako spolja tako i iznutra.

Na kraju, dato je grafičko rešenje vizuelnog identiteta uljare: logo, vizit karta, cenovnik, nalepnice za flaše na srpskom i engleskom jeziku i flajer/poster kao primer mogućeg rešenja. Kroz ove elemente date su osnovne smernice za kasnija grafička rešenja drugih reklamnih materijala.

## 3. ZAKLJUČAK

Predloženim rešenjem postignuta je osnovna želja da se postojeći objekti sačuvaju i obnove, a da im se istovremeno da nova funkcija koja odgovara potrebama investitora.

Izabrana tehnologija proizvodnje maslinovog ulja ima više pozitivnih aspekata: dobijeno ulje je najboljeg kvaliteta, u selu i šire postoji potreba za ovakvim načinom prerade maslina što obezbeđuje ekonomsku isplativost ovakvog pogona, osnovne mašine za preradu postoje u selu, ali nisu u upotrebi. Negativna strana ove tehnologije su visoka cena i veliki gabariti opreme, slika 4.



Slika 4. Deo proizvodnog pogona za preradu maslina

Kako objekti, u koje će zahtevani sadržaj biti smešten, predstavljaju važan deo ambijentalne celine, predviđeno je da se na spoljašnjem izgledu objekata ne prave nikakve značajne intervencije, izuzev kod objekta čiji je izgled narušen neadekvatnom nadgradnjom. Kod njega se ta nadgradnja uklanja a objekat se vraća na prethodno stanje. Predviđenim metodom sanacije, svi objekti se statički saniraju.

Metod sanacije nije reverzibilan, ali je takav da ne narušava ni arhitekturu ni enterijer. Negativna strana izabranih metoda sanacije su visoka cena, materijali zahtevaju specijalnu mehanizaciju i obučenu radnu snagu.

Novoprojektovani enterijer, slika 5. i 6. predstavlja spoj savremenih potreba i želje da se u najvećoj mogućoj većoj meri sačuva i posetiocu prenese duh mesta. Enterijer

proizvodnog pogona u potpunosti je prilagođen ispunjavanju visokih standarda kvaliteta proizvodnje, automatizaciji proizvodnje i održavanju higijene.



Slika 5. Postojeći (levo) i novoprojektovani objekat (desno)

Prilikom projektovanja predviđani su savremeni materijali namenjeni za proizvodne pogone prehrambene industrije. Kako upotrebljeni materijali ne sadrže supstance koje mogu da utiču na proizvodnju, time je dodatno osiguran kvalitet ulja.



Slika 6. Prikaz enterijera prostora za degustaciju

Glavni nedostatak projektovanih radova predstavlja relativno visoka cena pojedinih predviđenih materijala, kao i potreba za specijalizovanom mehanizacijom i stručnom radnom snagom.

Osnovni kvalitet rada predstavlja ispunjenje svih postavljenih zahteva predviđanjem najkvalitetnijih dostupnih rešenja. Najveća mana projekta je relativno visoka cena predviđenih materijala, potreba za kvalifikovanom radnom snagom i specijalizovanom mehanizacijom koje u samom mestu i bližoj okolini nema.

#### 4. LITERATURA

- [1] Vujnović, Nikša. „Kratki vodič kroz povjest općine Sućuraj“, Sućuraj, 2013.
- [2] Koprivnjak, Olivera. „Djevičansko maslinovo ulje od masline do stola“, Poreč, 2006.

#### Kratka biografija:



**Luka Lukić**, rođen u Rumi 1990. godine. Bachelor rad na Fakultetu tehničkih nauka u Novom sadu, iz oblasti Arhitekture – Arhitektonsko projektovanje odbranio je 2016. godine i stekao zvanje diplomirani inženjer arhitekture. Master rad na smeru Dizajn enterijera brani 2017. godine.

**REVITALIZACIJA OBJEKTA DOMA VOJSKE U ŠAPCU  
REVITALIZATION OF THE ARMY HOME IN ŠABAC**Marija Milosavljević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ARHITEKTURA**

**Kratak sadržaj** – Na prostoru Srbije postoji veliki broj napuštenih objekata, koji su usled ubrzanog tehnološkog razvoja, ostali bez prvobine funkcije. Neretko takvi objekti poseduju izuzetne istorijske, kulturne i arhitektonske vrednosti, usled čega se nameću brojna pitanja u vezi sa nalaženjem rešenja njihove zaštite, kao i za utvrđivanje realnih potreba i razloga za njihovu transformaciju i prenamenu. Ovaj rad se bavi revitalizacijom napuštenog javnog objekta kroz istraživanje društvenog konteksta i prepoznavanje specifičnosti prostornih uslova, a u skladu sa principima održivog razvoja. Predloženi program uklapa se u postojeći arhitektonski prostor i predstavlja podstrek za nova rešenja i što kvalitetniju arhitekturu u budućnosti.

**Abstract** – There are many neglected buildings in Serbia which, due to accelerated technological development, have remained without their original functions. Many of them possess exceptional historical, cultural and architectural values, resulting in numerous questions related to finding solutions to their protection, as well as determining real needs and reasons for their transformation and adaptation. This paper considers revitalization of abandoned public building through the study of the social context and the recognition of the specificity of the spatial conditions, all in accordance with the principles of sustainable development. The suggested program fits into the existing architectural space and represents an incentive for new solutions and as high-quality architecture in the future.

**Ključne reči:** Revitalizacija, Dom vojske, Održivi razvoj, Braunfeld, Kultura

**1. UVOD**

Gradski prostori suočavaju se sve više sa nedostatkom raspoloživog građevinskog zemljišta, što je posledica procesa urbanizacije i intenzivnog rasta gradova. Sa druge strane, veliki problem predstavljaju brojni napušteni objekti, koji u dosta slučajeva zauzimaju atraktivne lokacije i često ugrožavaju životnu sredinu.

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila doc Ivana Miškeljin

Tema rada jeste revitalizacija objekta Doma vojske u Šapcu, pozicioniranog u centru gradskog tkiva, koji je skoro pola veka promovisao kulturu i rad mladih umetnika. Povezivanje istorijskog kulturološkog repa grada sa novim sadržajima neophodnim stanovništvu predstavlja cilj ovog rada. Uvođenjem novog programa uz očuvanje autentičnosti objekta definisao bi se celokupni prostor, ostvarila veza sa centralnim trgom i oformilo novo mesto susreta.

**2. BRAUNFIELD LOKACIJE**

Tehnološki razvoj i inovacije u proizvodnji, transportu i građevinarstvu doveli su do nastanka novih oblika proizvodnje, jeftinijeg i udobnijeg transporta usled čega dolazi do napuštanja i degradacije mnogobrojnih kompleksa koje nazivamo braunfieldima. Velike površine građevinskog zemljišta, mnogi privredni i vojni objekti koji su ostali napušteni, istovremeno predstavljaju ekonomski, urbanistički, ekološki, sociološki i estetski problem. S obzirom da su pomenuti objekti često stabilne konstrukcije opremljene infrastrukturom, kao takve mogu se transformisati u savremene arhitektonske strukture i programe raznih namena. Uz prednosti atraktivne lokacije i racionalniju iskorišćenost gradskog zemljišta, ovi objekti mogu dati nove impulse razvoja urbanim sredinama i razviti nove oblike povezivanja, u skladu sa održivim razvojem [1].

**3. PRINCIPI ODRŽIVOG RAZVOJA**

Koncept održivog razvoja uveden je sa ciljem da se zadovolje potrebe sadašnjice, ne ugrožavajući mogućnost za zadovoljenjem potreba narednih generacija, što se ostvaruje uspostavljanjem ravnoteže između različitih aspekata razvoja: ekonomskog, ekološkog i socijalnog. Očuvanje prirodnih ekosistema i racionalno korišćenje prirodnih bogatstava osnovni su zahtevi održivog razvoja koji direktno utiču na podizanje kvaliteta životne sredine, što se može smatrati krajnjim produktom održivog razvoja [2].

Principi održivog razvoja su kriterijumi koji se moraju ispoštovati i stalno primenjivati u socijalnoj, ekonomskoj i ekološkoj praksi kako bi proces održivog razvoja dobio na efikasnosti. Angažovanje na lokalnom nivou, koje pored lokalne samouprave uključuje arhitekte, planere i lokalnu zajednicu, igra značajnu ulogu u planiranju održivih naselja. Rešenja koja primenjuju energetske odgovorno planiranje i dizajn doprinose održivom upravljanju prostornim resursima objekata i gradova, kako bi se sprečile klimatske promene i energetske kolaps.

## 4. STUDIJE SLUČAJA

Prikazani projekti u okviru studije slučaja predstavljaju uspešne primere revitalizacije koje sadrže ideje implemen–tirane u projekat revitalizacije objekta Doma vojske u Šapcu.

### 4.1. Kafe/galerija gradskog kulturnog centra

U sklopu prenamene Doma vojske u Užicu u Gradski kulturni centar, arhitekta Ružica Jovanović uradila je projekat rekonstrukcije nekadašnjeg restorana u kafe Kulturnog centra koji bi istovremeno imao i funkciju prostora za izložbe, konferencije, muzičke i slične događaje. Usled ograničenih ekonomskih sredstava, kafe čije su osnovne odlike multifunkcionalnost i fleksibilnost predstavlja ključno mesto i uslov za prenamenu objekta.

### 4.2. Dizajn inkubator „Nova Iskra”

Projektovan od strane studija Petokraka, dizajn inkubator “Nova Iskra” predstavlja savremeno opremljen zajednički radni prostor u Beogradu namenjen pre svega mladim umetnicima. U cilju što veće efikasnosti, projekat je konci–piran kao prostor otvorenog plana na dva nivoa, sa akcentom na multifunkcionalnošću i fleksibilnosti prostora.

### 4.3. CaixaForum

CaixaForum je koncipirana kao magnet u urbanoj matrici Madrida koji svojim kulturološkim programom, ali i formom objekta koji “lebdi”, privlači sve ljude, ne samo ljubitelje umetnosti. Uklanjanjem delova nekadašnje Centralne elektrane i benzinske stanice, tim Herzog & de Meuron, kreira novi arhitektonski prostor koji rešava brojne probleme proizašle iz same lokacije.

## 5. ANALIZA KONTEKSTA

Grad Šabac se prostire na površini od 28,3 km<sup>2</sup> i predstavlja centar Mačvanskog okruga. Tokom istorije, Šabac je bio ekonomski, ali i kulturno-umetnički centar celog Podrinja, koji danas svojim stanovnicima pruža višestruke mogućnosti za obrazovanje, zdravstvenu zaštitu, sport i rekreaciju, kao i kulturu.

### 5.1. Razvoj kulture na području grada Šapca

Do kraja XIX veka, Šabac je u velikoj meri bio urbanizovan u odnosu na ostale gradove u Srbiji i razvijao se kao napredna i kulturna varoš. Progres u razvoju grada uglavnom se vezuje za ličnost Jevrema Obrenovića, kulturnog i obrazovanog zapovednika nahije. Uticaji pod kojim se grad razvijao prenosila je omladina školovana u Beču i Pešti. Prvi svetski rat uzrokovao je stagnaciju razvoja, a usled gubitka statusa značajnog izvoznčkog mesta, proces obno–ve je tekao sporo. Pred Drugi svetski rat hemijska industrija “Zorka” postaje nosilac razvoja grada u narednim decenijama.

Usled razvijanja grada i otvaranja većeg broja srednjih i viših škola, javila se potreba za osnivanjem institucije kul–ture, te je 1963. god. osnovan Dom omladine “Vera Blago–jević” koji je delovao kroz likovne manifestacije, dramsku sekciju, muzičke i književne događaje, a godinu dana ranije otvoren Dom vojske koji je bio namenjen pre svega kulturi.

Pored brojnih ustanova namenjenih kulturi, prema važećim parametrima za dimenzionisanje, postojeći

kapaciteti pros–tora namenjenim kulturnim sadržajima ne zadovoljavaju standard i da gradu Šapcu nedostaje oko 1700m<sup>2</sup> prostora sa kulturnom namenom [3].

### 5.2. Društveni kontekst

Prvi veliki problem sa kojim se stanovništvo grada Šapca već neko vreme suočava jeste nezaposlenost i nedostatak novih radnih mesta. Značajan je broj školovanih i talentovanih mladih ljudi koji su nezaposleni, a koje bi trebalo motivisati da izraze svoje veštine i potencijale, i na taj način doprinesu razvoju lokalne zajednice.

Kroz više primera, kojim pripada i projekat prikazan u studiji slučaja “Nova Iskra”, pokazano je da zajednički radni prostori podstiču učenje, nove ideje i projekte, saradnju ljudi koji imaju slične ili različite interese, struke i afinitete.

Pored pomenutih kulturnih sadržaja koji nemaju adekvatne prostore u gradu, mnogim građanima različitih starosnih grupa nedostaju prostori gde bi provodili kvalitetno slobodno vreme.

## 6. DOM VOJSKE U ŠAPCU

Objekat Doma vojske spada među značajnije primere posleratne moderne arhitekture u Šapcu, usled dosledno sprovedenih postulata moderne arhitekture u njegovom spoljašnjem oblikovanju i unutrašnjem uređenju.

### 6.1. Istorijat objekta

Lociran u samom centru grada, Dom vojske planiran je sa namerom da bude najrepresantivnija kulturna ustanova u gradu. Objekat je svečano otvoren 1962. godine.

Tokom svih godina rada, Dom vojske je predstavljao kul–turno-rekreativno-zabavnu instituciju usled čega je imao značajnu društvenu vrednost za grad. Gradska vlast u Šapcu otkupila je ovaj objekat od Vojske Republike Srbije 2009. godine i, nedugo potom, raspisala konkurs za idejno rešenje poslovno-stambenog objekta na ovoj lokaciji. Objekat Doma vojske je zatvoren za javnost i bez sadržaja od 2009. god.

### 6.2. Arhitektura objekta

Izgradnja objekta Doma vojske počela je krajem 1960. god. po projektu doktora arhitekture Vladimira Bjelikova. Vreme u kom se objekat gradio predstavlja prelazno razdoblje u jugoslovenskoj ratnoj arhitekturi, i može se reći da se u potpunosti uklapa u tadašnje zvanične politike reprezentacije kroz arhitekturu javnih objekata.



Slika 1. Snimak objekta Doma vojske iz 1965. godine

Kao što se vidi na Slici 1, objekat se sastoji iz tri fizički povezane jedinice koje se razlikuju po visini. Glavni korpus ističe se kontrastom masivnog kvarda, na laganom i povučenom prizemlju sa staklenom fasadom. Konstruktivni sistem objekta je kombinacija skeletnog i masivnog, a međuspratna konstrukcija je sitnorebrasta.

### 6.3. Analiza lokacije objekta

Objekat Doma vojske prostire se na lokaciji u samom centru grada, u osi Masarikove ulice u kojoj se nalaze brojni objekti značajni za funkcionisanje grada. Saobraćajnice koje definišu granice lokacije izdvajaju se kao značajne komunikacione veze sa ostalim delovima grada jer neposredno povezuju glavne sadržaje. Ulične frontove čine objekti u nizu, niže spratnosti, mahom prizemni ili na dve etaže, u kojima preovlađuje stambena namena sa komercijalnim prizemljima. Ambijentalne i vizuelne vrednosti objekta istaknute su ne samo njegovim položajem, već i uređenjem okoline sa parkom, koje pritom omogućuje nesmetano sagledavanje objekta.

### 6.4. Analiza postojećeg stanja

Originalni izgled objekta iz 1962. godine u potpunosti je očuvan. Deo prohodne krovne terase na prvoj etaži, iznad hola neplanski je natkriven i zatvoren. Usled neadekvatne materijalizacija, nestručnog izvođenja i neodržavanja, dograđena struktura nalazi se u primetno lošijem stanju u odnosu na ostatak objekta čime dodatno narušava atraktivni izgled nekadašnje klupske terase.

Objekat je napušten 2009. godine i zbog pokradenih rukohvata sa stepenišnih ograda, proglašen nebezbednim od strane vatrogasnih službi. Sa aspekta konstrukcije, objekat se nalazi u odličnom stanju. Kada su u pitanju instalacije, veći deo cevi i kablova koji su bili direktno izloženi ili lako dostupni oštećen je ili uklonjen.

## 7. PREDLOG REVITALIZACIJE

Jedan od ključnih faktora od kojih zavisi atraktivnost grada jeste kvalitet javnih prostora u centralnim delovima gradova. U skladu sa time, predloženo rešenje ima za cilj podizanje kvaliteta prostora značajnog javnog objekta u centralnom gradskom jezgri, kao i otvorenih javnih površina koje sa tim objektom čine nerazdvojnu celinu.

### 7.1. Koncept

Osnovna ideja projekta jeste da se u sklopu jednog objekta smeste i na taj način povežu različiti kulturni sadržaji, radni, edukativni i ugostiteljski prostori. Na taj način posetiocima će biti omogućen širok spektar sadržaja koji promovisu kulturu i socijalizaciju, podstiču aktivizam i kreativno izražavanje.

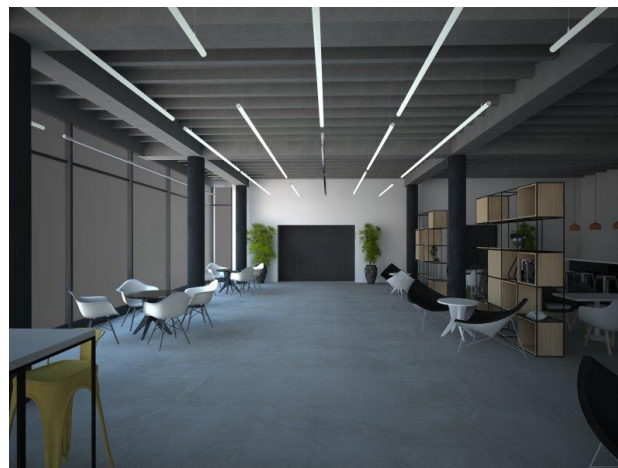
Prostorno-oblikovni koncept projekta zasniva se na ideji očuvanja originalnih arhitektonskih vrednosti postojećeg objekta kroz njihovo naglašavanje i implementiranja savremenih strujanja u arhitekturi i dizajnu enterijera, tako da dobijeni prostori kroz svoju slojevitost prezentuju prošlost, sadašnjost i budućnost. Multifunktionalnost, fleksibilnost i otvorenost ključne su reči koje opisuju koncept revitalizacije.

### 7.2. Programski dijagram

Prostor suterena predviđen je za prateće funkcije poput sanitarnog bloka za posetioce, magacina pokretnog

mobiliijara i tehničkih prostorija opslužuje prostore gornjih etaža. Pored toga, u okviru parcele predviđena je izgradnja podzemnog parking sistema na dve etaže.

U prizemlju su smešteni sadržaji javnog karaktera: multifunktionalni hol sa kafićem i izlaganjem proizvoda koji se u objektu mogu kupiti koji je prikazan na Slici 2, sala za održavanje predstava, koncerata, bioskopskih projekcija koja se po potrebi može transformisati u prostor za izložbe, predavanja ili radionice, izložbena galerija i dr.



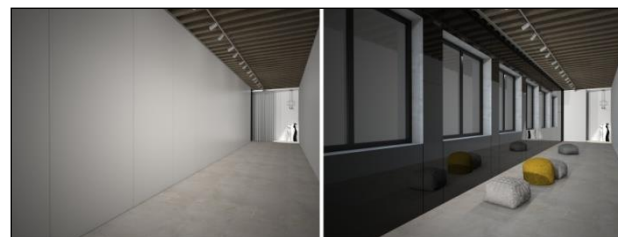
Slika 2. Multifunktionalni hol

Dvorište ima funkciju otvorene pozornice, prostora za odmor, druženje, rekreaciju i igru. Čine ga uređene slobodne i zelene površine sa planski raspoređenim urbanim mobilijarom i vegetacijom.

Na prvom spratu se nalaze knjižara i prodavnica proizvoda dizajniranih od strane samostalnih umetnika. Značajnu površinu ove etaže zauzima otvoren prostor uređene krovne terase sa namenom kafea koji je delimično natkriven. Škola stranih jezika smeštena je na drugi sprat, dok je ostatak prostorija na ovoj etaži orijentisanih ka Cvetnom trgu predviđen za kancelarije i sanitarni blok. Poslednju etažu u programskom smislu čine sala za rekreaciju, terasa, sala za sastanke i kancelarija.

### 7.3. Morfologija rešenja

Koncept oblikovanja zasniva se na suprotstavljanju i mirenju postojećih i novih arhitektonskih elemenata. U cilju stvaranja atmosfere koja podstiče interakciju i kreativno razmišljanje, akcentat je na odnosima staro - novo, rustično - obrađeno, hladno - toplo, grubo - glatko, tamno - svetlo što se može sagledati na prostoru izložbene galerije prikazane na Slici 3.



Slika 3. Prostor izložbene galerije

## 8. ZAKLJUČAK

Svojem položajem u centralnom gradskom tkivu, objekat Doma vojske predstavlja nedeljivi deo ambijentalne urbanističko - arhitektonske celine. Pored toga što u oblikovnom smislu definiše vizuru jedne od glavnih ulica grada Šapca, ovaj objekat kao svojevrsni primer Moderne nadograđuje i unapređuje postojeću izgrađenu sredinu.

Usvojeni program revitalizacije objekta Doma vojske u Šapcu prilagođen je mogućnostima prostora, arhitekturi istorijskog objekta i savremenim potrebama stanovništva. čime bi se sačuvao bi bio još jedan značajan istorijski objekat.

Nova namena bi nesumnjivo obogatila ponudu sadržaja u centru grada kako u edukativnom, tako i u socijalnom pogledu, a prateći programi i dizajn učinili bi ga atraktivnijim mestom okupljanja i relaksacije brojnih posetilaca.

## 9. LITERATURA

- [1] S. Perović, N.K. Folić, “*Braunfeld regeneracija – imperativ za održivi urbani razvoj*”, *Građevinar*, broj 64, str. 373-383, 2012.
- [2] N. Štrbac, M. Vuković, D. Voza, M. Sokić, “Održivi razvoj i zaštita životne sredine”, *Reciklaža i održivi razvoj*, 5/2012, str. 18-29, 2012.
- [3] JUP “Plan” Šabac, “Plan generalne regulacije “Šabac” - revizija”, *Službeni list grada Šapca i opština Bogatić, Vladimirci i Koceljeva*, 2015.

### Kratka biografija:



**Marija Milosavljević** rođena je u Šapcu 1992. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitekture – Dizajn enterijera odbranila je 2017.god.



**ARHITEKTONSKA ANALIZA I PRIJEDLOG INTERVENCIJE:  
SLUČAJ „CENTAR 1“ U BANJA LUCI****ARCHITECTURAL SPACE ANALYSIS AND INTERVENTION PROPOSAL:  
CASE “CENTER 1” IN CITY OF BANJA LUKA**

Jelena Krčo, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – ARHITEKTURA**

**Kratak sadržaj** – Rad se bavi istraživanjem prostornih vrijednosti i mogućnosti intervencije u uslovima kompleksnog arhitektonskog konteksta zaostalog iz prethodnog državnog sistema i drugačijeg arhitektonskih djelatnosti. Zaključci ovog istraživanja formirani su kao projektantsko rješenje prostora “Centar 1” u Banja Luci koje se bavi njegovom transformacijom u savremeno okruženje.

**Abstract** – The paper deals with the exploration of spatial values and possibilities of intervention in the conditions of a complex architectural context left over from the previous state system and different architectural activities. Conclusions of this research were formed as a design solution of the space “Centar 1” in Banja Luka, which deals with its transformation into a contemporary environment.

**Ključne reči:** Arhitektonsko projektovanje; Urbanističko projektovanje; kompleksni arhitektonski program; utopija; Jugoslavija; centar grada; Banja Luka

**1. UVOD**

Izučavanje arhitekture bivše države Jugoslavije od velikog je značaja za poznavanje savremene arhitektonske stvarnosti u regionu. Fizički tragovi jugoslovenske arhitekture dominantni su ostaci kulturne baštine, ali i svjedoci jednog prekinutog eksperimenta. Većina objekata iz socijalističkog perioda dominantno je neprilagođena savremenom kontekstu, često zapostavljena ili potpuno neupotrebljiva.

**1.1. Predmet i cilj istraživanja**

Rad fokus istraživanja bazira na gradu Banja Luci, kao adekvatnom primjeru razvoja grada pod okriljem državnog vrha i marionetskog upravljanja državom kroz prisilnu urbanizaciju njenih gradova i stanovništva u cilju ostvarenja sopstvenih političkih ciljeva. Istraživanje puta Banja Luke od male sredine do važnog aktera u pokušaju realizacije utopijskih domena u arhitekturi nastoji objasniti okolnosti koje su dovele do slobode u težnji ka stvaranju nove, idealne stvarnosti u politički kontrolisanom okruženju.

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila prof. dr Jelena Atanacković Jeličić.**

Istraživanje uslova u kojima se razvijala moderna praksa u arhitekturi kakvu mi danas poznajemo daće jasnu sliku i objašnjenje problematičnog prostornog konteksta centra Banja Luke, te dati smjernice mogućih intervencija na implementaciji zaostalih fragmenata arhitekture koji su dominantno neprilagođeni savremenom kontekstu u kome su se našli.

**2. JUGOSLAVIJA**

Arhitektura jedne države oduvijek je bila izraz njene moći. Sagledavajući način gradnje u Jugoslaviji može se čitati kontradiktornost jugoslovenskog političkog, socijalnog i kulturnog konteksta. Arhitektura u SFRJ prošla je kroz različite etape, a svoj procvat doživjela šesdesetih i sedamdesetih godina kada nastaju objekti inspirisani svjetskom modernom arhitekturom. Ovaj period daje neke od najvrednijih objekata modernizma, koji su ostali prepoznatljivi i vrijedni sve do danas. Poznavanje Jugoslavije i njene arhitekture je od suštinskog značaja za poznavanje naše istorije i cijele jedne ideologije koja nestaje. Očuvati ostatke njenog arhitektonskog djelovanja dio je naše odgovornosti prema sopstvenoj kulturi i istoriji jer je socijalistička arhitektura najvrednije što su zemlje Jugoslavije ikad imale [1].

**2.1. Modernizacija Jugoslavije**

Arhitektura Jugoslavije imala je osnovu na modernističkim potezima i prije rata, ali ju je trebalo nadograditi novim tehnologijama, materijalima i tehnikama kao sto je uvođenje montažne, prefabrikovane proizvodnje. Modernizacija je imala dvojaku ulogu, da brzo gradi ono neophodno i izvodljivo, ali i dugoročni put ka idealnom društvu – utopiji, koja je kao ideja zaokupljala avangardne arhitekta i urbaniste. Veliki arhitektonski projekti proizvod su spremnosti naroda da u svakodnevni život ugrade znanje i kulturu u cilju uspostavljanja utopijskih domena. Međutim, veliki arhitektonski poduhvati nisu garantovali porast arhitektonske kulture. Obuka arhitekata u inostranstvu i individualni pristup u različitim dijelovima zemlje doveli su do heterogene arhitektonske prakse. Veliki inovativni projekti su često bili vođeni uticajem političke elite, a nerijetko i nerealni ili tehnički neizvodljivi.

Arhitektura Jugoslavije je dosta koketirala sa eksperimentom, pa se trud ulagao u gradnju do tada neuobičajenih objekata kao sto su zgrade muzeja, kulture, sporta, fakuleta, knjižara i slično. Ovi objekti su često naglašene strukture koje se u prostoru dokazuju svojom veličinom i

monumentalnošću. Ostali su duboko usađeni u kolektivnoj memoriji stanovništva Jugoslavije kao primjeri modernosti i “boljeg života” [2].

Projekti su prečesto započeti u jednom društvenom poretku, a završeni u drugim okolnostima ili čak napušteni, što je proizvelo kontekstualno neprihvatljive objekte.

Međutim, iako se arhitektura Jugoslavije smatrala dijelom političke prošlosti, neosporna su izvanredna djela, od manjih poteza do velikih urbanističkih projekata, koja su prevazišla političke okvire i ostala glorifikovana do danas.

### 3. RAZVOJ I DINAMIKA IZGRADNJE MODERNE BANJA LUKE

Banja Luka je tlo kompleksnih arhitektonskih narativa, formiranih kroz brojne društvene i kulturne slojeve koji su na ovom gradu ostavili svoj trag. Banja Luka je dugo bila pod turskom upravom, te je njen izgled imao pretežno orijentalni karakter, sve do dolaska Austrougarske na vlast, kada počinje njena transformacija.

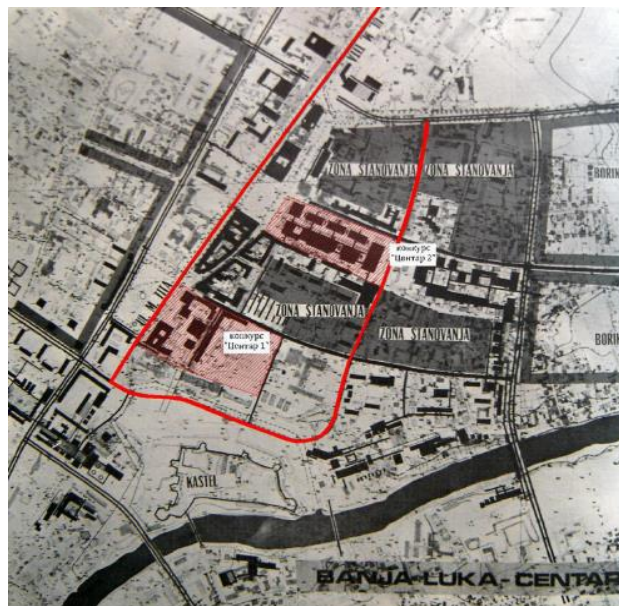
Iako se radilo na uvođenju modernijih pristupa arhitekturi, orijetnalni segmenti grada nikada nisu rušeni. Težilo se očuvanju naslijeđene fizičke strukture, kao ideje da ono što već postoji ne treba dirati. Svoj uspon Banja Luka je doživljela u okviru Jugoslavije, u vrijeme vlasti Bana Milosavljevića koji je upravljao ovom oblasti u sklopu Vrbanske banovine. U ovom periodu nastaje većina fizičke strukture u užem centru koja oblikuje savremenu siluetu grada. Najvažnija okosnica razvoja grada bio je Carski drum (današnja Ulica Kralja I Karadževića) gdje je smještena većina modernih objekata [3].

Nakon Drugog svjetskog rata u Banja Luci je formirana arhitektonska scena sa lokalnim arhitektima koji inspiraciju crpe iz inostrane prakse u arhitekturi. Karakteristika gradnje u Banja Luci u ovom periodu, za razliku od ostalih gradova u Bosni i Hercegovini, bila je raskidanje veze sa tradicionalnim i varnekularnim, koji su smatrani zastarjelim i prevaziđenim u novom vremenu [3].

Banja Luku je 27. oktobra 1969. godine pogodio zemljotres jačine 6 stepeni Rihterove skale koji je porušio znatan dio grada. Odmah po sanaciji štete ogromnim naporima društvene zajednice i svih građana počela je obnova grada nakon koje on poprima današnji izgled. Javila se potreba za brzim i efikasnim urbanističkim rješenjima, pa vlasti prisežu organizovanju arhitektonsko-urbanističkih konkursa. Konkursi su organizovani za generalni plan grada, za rješenja pojedinih gradskih blokova i rješenja samostalnih objekata.

Ova dešavanja dovode Banja Luku u jedno od aktuelnijih žarišta arhitektonskog djelovanja na području bivše Jugoslavije. Najvažniji akteri konkursa bili su arhitektonski timovi iz Hrvatske. Jedan od najbitnijih konkursa bio je onaj za obnovu najužeg centra grada, raspisan 1971. godine. Pobjedničko rješenje nije odabrano, ali su vlasti otkupile neka od rješenja, te je od njihove kombinacije napravljen generalni urbanistički plan, slika 1. Saobraćajnim rješenjem predviđeno je kreiranje pješačke zone, a za pojedinačne objekte

raspisani su detaljniji konkursi. Ovaj plan je parcijalno razrađivan i djelimično realizovan [4].



Slika 1. Konkurs za urbanističko rješenje užeg centra Banja Luke, period nakon zemljotresa

#### 3.1. Projekat užeg dijela grada „Centar 1“

Konkurs za samo središte grada nazvan „Centar 1“ ostavio je najdominantniji trag na formiranju savremene siluete grada. Pobjedu odnosi arhitektonski tim iz Zagreba, Velimir Najdhart, Jasna Nosso i Ljerka Lulić, sa idejom o integraciji cjelokupnog prostora i stvaranju urbane sredine, zgusnutog jezgra sa svim bitnim funkcijama unutar velikog grada. Tačnije, stvaranjem “grada u gradu”.

Koncept projekta zasnovan je na utopijskim vizijama u arhitekturi sedamdesetih godina 20. vijeka. Utopijsko u ovoj arhitekturi ogleda se u težnji ka ostvarenju idealnog jezgra grada sa svim potrebnim funkcijama koje bi stvorile kontekst za rast idealnog modernog čovjeka dvadesetog vijeka. Koncept se zasnivao na sadržajima potrebnim za ispunjenje osam sati slobodnog vremena, te se akcenat stavlja na promociju kulture i zabave. Ideja se prevashodno odnosila na idealnog - svjetskog čovjeka, ne obazirući se na karakter tadašnjeg čovjeka Banja Luke. Istupajući iz okvira društvenog konteksta u koji se ova arhitektura smještala, arhitekta nastoje uvesti pojam “sretnog grada” unutar sredine koja nije bila spremna za tako radikalne promjene.

Sličan koncept je mogao biti održiv u naprednim sredinama i evropskom kontekstu, ali u Banja Luci čije je stanovništvo svoje navike sticalo vijekovima ranije u znatno skromnijem okruženju, ovaj pristup je djelovao previše nedostižno – utopijski.

Neobična geometrija objekata pružala je jedinstven doživljaj prostora iz bliskih tački posmatranja, a terasasto spuštanje ka rijeci Vrbas i tvrđavi Kastrel trebalo je tvoriti jedinstvene vizure na najljepše dijelove grada. Ovaj projekat potpuno se okrenuo od tradicionalne gradnje uvodeći apstraktne forme u prostor. Kompleks je trebao moći funkcionisati kao jedinstvena cjelina uz pomoć

dobre horizontalne i vertikalne povezanosti svih njegovih dijelova, ali takođe biti u mogućnosti da se dijeli na nezavisne fragmente, slika 2.

Ovi objekti potpuno raskidaju vezu sa postojećom strukturom i uvode u prostor impozantne gabarite koji potpuno transformišu jezgro grada. U njima se ogleda tendencija vlasti da gradnjom nadiđu mogućnosti malog grada, ali i odraz nedostatka ravnoteže između ambicioznih ciljeva i realnih mogućnosti.

Uvođenje modernosti u malom gradu kakva je Banja Luka naišlo je na otpor u smislu usporenog napretka u odnosu na velike gradove i zapadnu kulturu koja se smatrala superiornom [4].

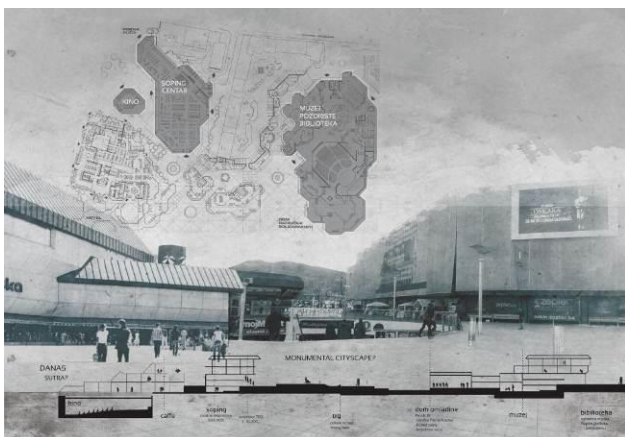


Slika 2. Interpretacija koncepta konkursnog rješenja

Sticajem okolnosti projekat nije u potpunosti realizovan, čime je onemogućen završetak priče o gradskom centru. Od planirana tri velika kompleksa sa urbanistički uređenim međuprostorom izgrađeni su samo međusobno nepovezani segmenti. Planirani Dom radničke solidarnosti danas je objekat za više institucija: Muzej Republike Srpske, Narodna i univerzitetska biblioteka Republike Srpske, Dječije pozorište i Dom Omladine.

Projekat nadogradnje hotela "Palas" je započet, ali nikada nije dovršen, te danas od njega postoji samo konstrukcija. Robna kuća "Boska" je jedina u većoj mjeri realizovana prema prvobitno zamišljenom rješenju.

Fragmentarnim izvođenjem projekta, koncept je izgubio prvobitni smisao i u današnjoj Banja Luci ostao prepoznatljiv kao sivi betonski prostor, svjedok jednog propalog eksperimenta, slika 3.



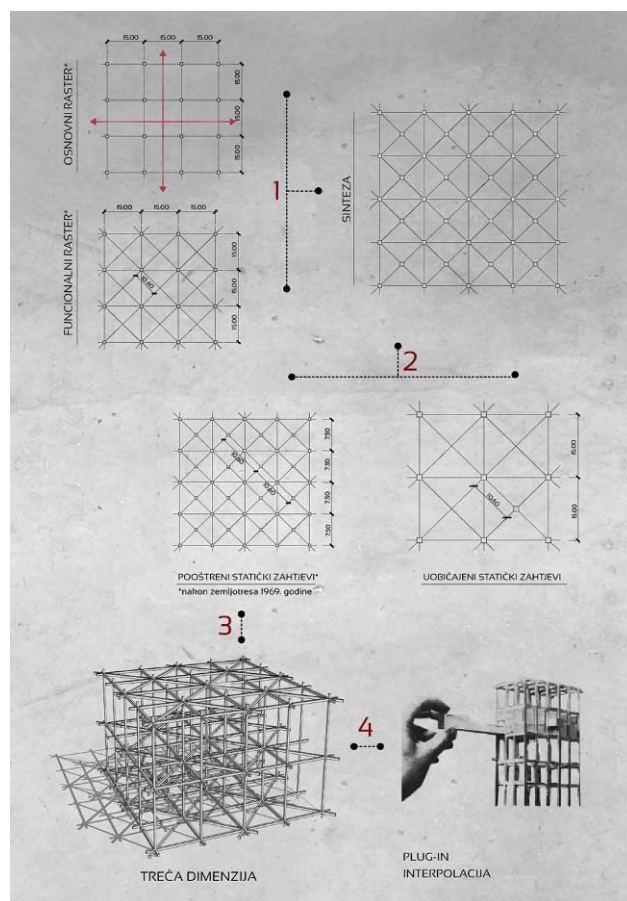
Slika 3. Prikaz izvedene situacije

### 3.2. Konceptualno rješenje

Prostor centra Banja Luke je složeni sistem čija transformacija u savremenom okruženju zahtjeva brze, ali suptilne intervencije. Evidentan je nedostatak prostora za realizaciju većeg broja funkcija, te se odlučiti graditi prostor za jednu, nije praktično niti prihvatljivo.

Stoga je intervenciju potrebno usmjeriti na kreiranje prostora koji se može transformisati, te upotrijebiti u različitom kontekstu i vremenskom periodu.

S obzirom na već kompleksnu situaciju i problematičan fizički okvir, djelovanje ka unapređenju biće umjereno na „oživljavanje“ postojećih segmenata jer njihovo uklanjanje u skorije vrijeme nije realno. Metod koji je upotrebljen koristi konstruktivnu mrežu konceptualnog rješenja izvedenog projekta, te mu daje treću dimenziju. Konstruktivna struktura „mreže“ postaje osnova za interpolaciju prostora, događaja i scenarija, te podržava konceptualnu pragmatičnu ponovnu montažu u različitim kontekstima sa jedinstvenim zahtjevima, slika 4.



Slika 4. Koncept formiranja prostornog okvira

Upotrebljena metoda nema za cilj da nametne unaprijed definisani oblik i statičnost tornja u već diskutabilno oblikovanom prostoru, niti da nametne pravila njegove upotrebe. Jednom usklađen prostor može se regulisati i transformisati kroz vrijeme i trenutne potrebe.

Cilj je zadržati masivnu zidanu konstrukciju postojećih objekata – oživjeti je i naglasiti, prije nego joj umanjiti značaj, zatim istaći kvalitete prvobitnog koncepta - tretman pješaka kao prioritarnih korisnika, multifunk-

cionalnost, intenzivna horizontalna i vertikalna povezanost, različite vizure iz bliskih uglova posmatranja, te dinamičnost prostora. Nadograditi ih, te interpretirati u savremenom kontekstu. Kreirati novi transformišući program koji vrednuje postojeće, ali mijenja društvenu percepciju centra grada. Ambijent u kome korisnici postaju protagonisti u samom definisanju prostora. Pustiti korisniku da oblikuje prostor. Pustiti korisnika da demontira prostor, da premjesti prostor, da oživi grad kako želi.

#### 4. ZAKLJUČAK

Fizički tragovi nedovršene modernizacije Jugoslavije ostavili su neizbježne tragove u našoj svakodnevnicu, bili mi toga svjesni ili ne. Arhitektura proizašla iz težnje jedne države za dostizanjem utopijskih domena, fizički je superiorna u odnosu na opštu savremenu arhitektonsku praksu u regionu. Prekinuti eksperiment kakav je bila Jugoslavija neizbježan je temelj na kome ćemo graditi našu budućnost. Društvo mora da istraži mogućnosti i potencijale konteksta u kome se nalazi i intervenciju na ostacima dugaćijeg sistema prilagodi savremenom trenutku.

Centar Banja Luke građen je kao avangardni projekat krajem dvadesetog vijeka, ali njegova fragmentarna realizacija odvela je prostorni kvalitet u potpuno drugom smjeru. Popularno kopiranje slika prezentovanim u magazinima pretvorilo je arhitekturu u pasivan objekat umjesto mjesta akcije i komunikacije. Objekti „bez duše“, uniformna, diktirana arhitektura - naša je svakodnevnicu.

Ova studija nastoji kroz istraživanje samog korijena problema, pružiti adekvatno rješenje i napraviti programski iskorak u savremenoj funkciji centra grada. Vođena idejom realnih intervencija, predložena struktura na suptilan način gradi novu fizičku stvarnost, oživljava grad i stavlja korisnika na prvo mjesto, kao glavnog protagonistu transformacije prostora.

Nova struktura ima za cilj naglasiti i oživjeti postojeće, prije nego mu umanjiti značaj, te dati mogućnost stvaranja osnove za transformaciju prostora u sadašnjosti, ali i u budućnosti.

#### 5. LITERATURA

- [1] Konstantinović, Dragana. *Programske osnove jugoslovenske arhitekture: 1945-1980* (Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, 2013)
- [2] Kulić, V., Mrduljaš M., Thaler W. *Modernism in between – The mediatory architectures of Socialist Yugoslavia* ( Berlin, Jovis Verlag GmbH, 2012)
- [3] Cvijić, S. *Moderna stambena arhitektura, Banja luka 1929-1941*( naučni rad, Beograd, Univerzitet u Beogradu, 2014)
- [4] Savić, J. *Moderno i varnekuarno u procesu urbane transformacije Banja Luke* (doktorska disertacija, Beograd, Univerzitet u Beogradu, 2013)

#### Kratka biografija:



**Jelena Krčo** rođena je 1991. godine u Sarajevu. Osnovne studije arhitekture završila je 2015. godine na Arhitektonsko-građevinsko-geodetskom fakultetu u Banja Luci. Master studije završava 2017. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, smjer Arhitektonsko i urbanističko projektovanje.

**REVITALIZACIJA RANŽIRNE STANICE U NOVOM SADU  
REVITALIZATION OF OLD TRAIN STATION IN NOVI SAD**Tijana Đurić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ARHITEKTURA**

**Kratak sadržaj** – Rad se bavi istraživanjem mogućnosti revitalizacije napuštenih objekata. Postavljajući akcenat na kreiranje jedinsvene namene, analizama arhitektonskih programa, definisanjem osnovnih pojmova nasleđa, reprogramiranjem i reaktiviranjem postojećeg objekta dato je jedinstveno idejno rešenje.

**Abstract** – The master's thesis deals with the study of the possibility of revitalizing abandoned objects. Setting the emphasis on creating a unique purpose, analyzing architectural programs, defining the basic concepts of heritage, reprogramming and reactivating an existing object is given a unique conceptual solution.

**Ključne reči:** revitlizacija, reaktivacija, ranžirna stanica

**1. UVOD**

Industrijska ekspanzija, koju je doneo 19-ti vek, predstavlja prekretnicu u razvoju čovečanstva i ulazak u razdoblje savremenog doba. Kao rezultat ovako bitne promene u razvoju gradova i načinu rada došlo je do pojave objekata koje su nastali kao podrška povećanom razvoju u oblasti industrije što je uslovalo pojavu bogatog industrijskog nasleđa o čemu danas svedoče mnogobrojni objekti različite tipologije.

Ubrzani razvoj i tehnološki napredak koji u današnje vreme diktira promene u načinu života i samim tim zahteva drugačiji pristup u građenju, uslovio je gubitak osnovne namene ovih objekata te je došlo do pojave lokaliteta i objekata koji su zapušteni. Industrijski objekti poseduju značajne kulturne i istorijske vrednosti te ih je neophodno održavati i u slučaju da su napušteni, reaktivirati.

**1.1. Predmet i cilj istraživanja**

Rad se sastoji iz dve celine. U prvoj celini je analizirano postojeće stanje objekta u kome su kroz društveni i istorijski kontekst dati su osnovni podaci o pojmovima kao što su graditeljsko nasleđe, industrijsko nasleđe, područja braunfilda i industrijsko nasleđe u Novom Sadu koji se izdvajaju kao veoma značajni pojmovi za izradu samog idejnog rešenja.

Kako bi se izvršila reaktivacija ranžirne stanice, izvršene su analize postojećeg stanja objekta kroz analize konstrukcije, forme, materijalizacije i same organizacije prostora kako bi se novoprojektovanim stanjem kvaliteti koje stanica poseduje samo dodatno istakli.

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila prof. dr Jelena Atanacković-Jeličić.**

U drugoj celini su date osnovne postavke o novoprojektovanom stanju. Dati su opšti podaci o projektnom zadatku u kome su postavljeni parametri i faktori koji utiču na kreiranje nove namene u kompleksu. Studije slučaja, koje su analizirane, objedinjuju revitalizaciju i višenamensko korišćenje koje se izdvajaju kao dva primarna pojma na osnovu koga je predloženo idejno rešenje.

**2. OPŠTI PODACI O POSTOJEĆEM STANJU  
OBJEKTA****2.1. Istorijski i društveni kontekst**

Potreba za humanim održivim razvojem našeg okruženja upućuje nas na poklanjanje veće pažnje kulturnoj, duhovnoj, etičkoj dimenziji ovog procesa pa je s'time u vezi u današnje vreme velika pažnja usmerena na održavanje i očuvanje graditeljskog nasleđa. Graditeljsko nasleđe je pojam koji obuhvata graditeljske strukture iz prošlosti koje su značajne za celokupni razvoj graditeljstva jedne zemlje. Ovaj pojam obuhvata i industrijsko nasleđe čime su definisani industrijski objekti koji su uglavnom nastajali od vremena industrijske revolucije pa do skorije prošlosti. Industrijski objekti koji su građeni u vreme industrijske revolucije nisu smatrani za velika arhitektonska ostvarenja jer se njihova primarna funkcija zasnivala isključivo na ostvarivanju dobiti pa je tako tehnološki napredak uslovio gubitak njihove upotrebne vrednosti.

Gubitak primarne funkcije industrijskih objekata donosilo je sumnju njihove upotrebne vrednosti u budućnosti. Tako je svuda u svetu pa i u Srbiji došlo do pojave braunfilda, tj. površina ili objekata koji su vremenom izgubili svoju prvobitnu funkciju. One negativno utiču na svoje šire okruženje, ne samo u eko-nomskom, već i u estetskom, psihološkom i socijalnom smislu. Evropski gradovi, suočeni sa problemima braun-filda, uveliko primenjuju inovativne i angažovane pristupe u revitalizaciji ovih lokacija pa su tako uvedene i kulturne staze koje aktiviraju napuštene prostore od kojih su najpoznatije staze ERIH (*European Route of Industrial Heritage*) i TICCIH (*The International Committee For The Conservation Of The Industrial Heritage*). Svest o mogućnostima revitalizacije i reaktivacije ovakvih prostora su još uvek na niskom nivou tako da se u praksi ne mogu naći primeri kao što je to slučaj u svetskoj praksi gde se ovakvim prostorima sve više daje pristup kulturi, umetnosti, zabavi i slično. Shodno tome Peter Hall, poznati engleski filmski režiser, je rekao: „Kultura se danas smatra za magičnu zamenu za sve nestale fabrike i magacine, kao instrument koji će kreirati novu sliku urbane sredine, čineći grad privlačnijim i za kapital i profesionalce” [1].

Danas se u svetu mogu pronaći brojni primeri područja braunfilda a jedan od njih je i braunfild u Konektikatu, Sjedinjenim američkim državama koji je prikazan na sl. 1.



Slika 1 - Braunfeld

## 2.2 Analiza arhitektonske vrednosti postojećeg objekta

Revitalizacija i reaktivacija samog objekta iziskivala je detaljnu analizu postojećeg stanja u kojoj su istraženi osnovni kvaliteti koje ovaj tipski industrijski objekat poseduje. Kako bi revitalizacija objekta bila izvršena najpre je bilo potrebno izvršiti analizu šireg okruženja i samog kompleksa stanice kako bi se reaktivacijom postiglo njegovo implementiranje u savremeni kontekst koji poseduje grad a isto tako i uže područje u kome se kompleks nalazi.

Data je analiza šireg okruženja u kome je određena udaljenost kompleksa od značajnih tačaka u gradu (udaljenost od gradskog centra: 2,9km, od autobuske stanice 2,3km, od univerziteta 3,7km) što ukazuje na povoljan položaj na kome se nalazi i mogućnost prenamene u objekat od javnog značaja. Sam kompleks stanice sadrži tri glavna objekta, ložionicu, upravnu zgradu, vodotoranj dok na parceli postoje i 45 pomoćnih objekata koji su u neupotrebljivom stanju te nisu ni stavljeni pod graditeljsku zaštitu. Urbanističkim planom iz 1985. godine određen je ugovor između gradskih vlasti i Železnice.

Ovim ugovorom bilo je predviđeno rušenje čitavog kompleksa ali se ovaj ugovor nije ostvario pa je 2010. godine skupština grada usvojila predlog o zadržavanju objekta stanice.

Ložionica, kao najupečatljiviji objekat u kompleksu, izabrana je za dalje istraživanje u sklopu kog su detaljnim analizama utvrđene osnovne konstruktivne, stilske i arhitektonske karakteristike.

To je visoko parterni objekat polukružne osnove sa dvolivnim krovom. Nezaklonjena krovna gvozdena konstrukcija je izvedena u kombinaciji mreže raspinjača i glavnih nosača. U unutrašnjosti Ložionice parterno su postavljeni kanali sa šinama koji se radialno šire. Postoji ukupno 22 kanala i oni u objekat ulaze kroz 22 portala koji su zatvoreni dvokrilnim vratima (š=195 cm, v=520 cm) [2]. Na pojedinim portalima izvedena su manja jednokrila vrata kako bi ljudi mogli da ulaze bez otvaranja velikih prolaza.

Spoljašnja fasada podeljena je na delove koji su definisani brojem unutrašnjih bokseva dok je ta podela dodatno naglašena plitkim pilastrima u fasadnoj opeci. Polja između pilastera ima 22 sa po dva prozora unutar i još dva krajnja sa po jednim prozorskim otvorom. Donja zona zida, do visine parapeta, takođe je obrađena u fasadnoj opeci. Zanimljiv detalj na ovom zidu jeste krovni venac od naizmenično poređane opeke. Površina zida, koja nije izbačena u polje, omalterisana je krečnim malterom.

Polukružni objekat je naglašen sa dva kalkanska zida koji su urađeni u žutoj opeci starog formata [3]. Stilske karakteristike su prikazane na slici 2 koja predstavlja postojeće stanje same stanice.



Slika 2 - Postojeće stanje ložionice u okviru kompleksa ranžirne stanice

Prema podacima iz Gradskog zavoda za zaštitu spomenika kulture Novog Sada ložionica spada u dobro očuvane objekte s'obzirom na vreme u kojoj je nastala. Uzimajući u obzir da stanica nije održavana niti renovirana može se zaključiti da je u dobrom stanju ali ne i u upotrebljivom stanju jer je pretrpela značajna oštećenja naneta atmosferskim nepogodama kao i posledici gubljenja svojstva materijala vremenom.

## 3. NOVOPROJEKTOVANO STANJE

Postoji nekoliko faktora koji su uticali na razvoj konceptualnog rešenja revitalizacije objekta ložionice. Najpre, sam položaj objekta koji je analiziran u širem i užem području, uticao je na prenamenu objekta železnice u višenamenski objekat kulture. Ubrzani razvoj tehnologije te samim tim i ubrzani prenos podataka i komunikacija uslovlilo je posmatranje kulture iz sasvim drugog ugla nego što je to bilo ranije. Korišćenje slobodnog vremena na odmor i zabavu, ljudima u današnje vreme ostavlja malo prostora za kulturno uzdizanje pa su tako mnogi objekti kulture izgubili svoj značaj kao mesto okupljanja i edukacije ljudi. Revitalizacijom objekta stanice u višenamenski objekat obuhvatiće se upravo svi faktori koji će uticati na promenu percepcije o kulturi pa će ona tako postati i mesto edukacije, mesto zabave, okupljanja, razmene interesovanja i odmaranja.

### 3.1. Tipološka klasifikacija predložene teme

Višenamenski prostori se mogu definisati kao odgovarajuća kombinacija višestrukih upotreba, unutar jedne strukture ili mesta unutar susedstva, gde postoje različite vrste aktivnosti koju ljudi obavljaju (žive, rade, igraju se, kupuju) i koje sve zajedno čine jedinstvenu funkcionalnu celinu [4]. Kombinovanje različitih namena je u Sjedinjenim Američkim državama u jednom periodu istorije postao norma koja je nastala kao rezultat pojave zoniranja u kome su namene bile striktno izdvojene tako da nije bilo međusobnog povezivanja. Implementiranje ovog vrsta tretiranja namena se pojavio i u arhitekturi u 20-tom veku kada su prvi put projektovani objekti koji su objedinjavali stanovanje i

komercijalne sadržaje kada su se razvojni trendovi i obrasci radikalno promenili sa pojavom automobila.

Ovakav način tretiranja arhitektonskog prostora pruža mnogobrojne prednosti koje se mogu podeliti u **tri značajne kategorije**:

1. Socijalizacija / kvalitet života,
2. ekonomija i
3. ekologija.

Kao jedan od najznačajnijih prednosti izdvaja se socijalizacija pa je tako prostor prilagođen različitim potrebama ljudi drugačijih profila i starosnog doba.

Omogućava povećavanje socijalizacije i konekcije ljudi koji na istom mestu mogu obavljati potpuno drugačije radnje. (zabava, rad, odmor, edukacija) i takođe pruža mogućnost podizanja svesti o kulturi i edukaciji kroz istovremeno obavljanje svakodnevnih radnji i kroz korišćenje vremena za odmor.



Slika 3 - Primer višenamenskog objekta koji objedinjuje funkciju bara i prodajnog mesta

Druga veoma značajna kategorija koja omogućava samu održivost objekta jeste ekonomija, gde se korišćenjem jedinstvene infrastrukture za različite namene postiže velika ušteda a samim rentiranjem objekta i njegovim korišćenjem u različitim periodima dana omogućena je održivost kako samog objekta tako i čitavog kompleksa u kome se nalazi.

Korišćenje jedinstvene infrastrukture u velikoj meri utiče na potrošnju energije što značajno utiče na zaštitu životne sredine.

U praksi danas postoje različiti načini primenjivanja objedinjavanja funkcija pa se tako mogu naći primeri koji objedinjuju zabavu i rad, komercijalne i prodajne prostorije sa umetnošću, barove i muzeje i mnoge druge što prikazuje i slika 3 na kojoj je prikazano kombinovanje funkcije bara i prodajnog mesta..

Svi ti primeri neosporno pokazuju mogućnosti različitih kombinovanja funkcija koje svaki objekat mogu učiniti jedinstvenim.

### 3.2. Idejno rešenje revitalizacije ranžirne stanice

Početna razmišljanja o konceptu revitalizacije ranžirne stanice, nastala osvrtnjem na knjigu Petera Cumtora „Misli arhitekturu“, podstakla su razmišljanja kako da sa minimalnom intervencijom napraviti veliki doprinos u

reaktivaciji objekta ložionice. Rešenju je pristupano kroz dve faze [5].

Prva faza revitalizacije kompleksa zasniva se na obnovi i reprogramiranju prostora na otvorenom koji je pozicioniran između objekta i bulevara Evrope. Ovaj pojas, bogat zelenilom različitog tipa, predviđen je kao mesto okupljanja i odmora u vidu trga sa mobilijarom i zelenilom tako da objekat ložionice više ne bude zaklonjen zelenilom tako da se na njega ne pruža jasna vizura.

Pomoćni objekti koji se nalaze u ovom pojasu takođe dobijaju svoju prenamenu u vidu ateljea koji sadrže pojedinačne prostorije namenjene privatnom vlasništvu umetnika dok prostor trga koji se nalazi ispred omogućava i stalno razgledanje ateljea kao i prodaju u sklopu istih.

Zelenilo se pruža horizontalnim pravicima i postavljeno je tako da se veoma jasno pruža vizura na objekat. Na slici 4 je prikazana vizuelizacija realizovanja prve faze revitalizacije na kome je prikazan prostor ispred objekta i novoproyektovani trg

Glavna faza revitalizacije se zasniva na prenameni objekta ložionice i prostora ispred njega. Izdvaja se stvaranje atmosfere i specifičnog karaktera prostora putem obnove materijalizacije a i funkcionalnim rešenjem koje se prilagođava ovom prostoru. Prostor kao specifičan zbog svoje tipologije pruža neograničene mogućnosti u prenameni funkcije pa je tako čitav objekat posmatran u celosti tako da prenamena zadrži taj jedinstveni karakter. Glavna namena objekta je postavljena kao višenamenska sa akcentom na kulturu što je pri projektovanju otvorilo mnoge mogućnosti sinteze različitih namena a u isto vreme predstavilo i izazov pri funkcionalnom rešenju.



Slika 4 - Prikaz realizovanja prve faze revitalizacije

Projektovanje, posmatrajući u arhitektonskom progledu, predstavlja umetnost formiranja celine koja ima svoje značenje, duh mesta, specifičnu materijalizaciju i koja je sastavljena od pojedinačnih elemenata.

Upravo ovaj način razmišljanja pri procesu projektovanja je uticao na to da se u objektu pojave 4 celine specifične svaka zasebno po svom karakteru. Jedan deo objekta namenjan je hub-u koji predstavlja karakterističan vid namene koji se pojavio u prethodnim godinama kao specifičan prostor koji predstavlja radni prostor namenjen iznajmljivanju tako da korisnici različitih profila mogu na istom prostoru da rade i razmenjuju svoja iskustva.

Drugi deo objekta namenjen je restoranu i pomoćnim prostorijama koje doprinose kvalitetu boravka ljudi u čitavom kompleksu.

Prostoru ispred objekta na kome se nalazi mehanizacija za preusmeravanje namenice se sasvim drugačija namena tako što će postavljanjem transparentne podloge preko postojećih šina formirati plato koji će biti prostor koji će podržavati funkcije unutar objekta a u isto vreme služiti i kao zasebni prostor na otvorenom predviđen za manifestacije, izložbe, koncerte i druga kulturna dešavanja.

Centralni prostor, na koji je stavljen najveći akcenat, podeljen je u tri celine koje su međusobno povezane.



Slika 5 - Prostorni prikaz mogućnosti korišćenja platoa

Glavni impuls pri projektovanju je bilo stvaranje prilagodljivog i fluidnog prostora koji naglašava postojeću strukturu i formu objekta a promenom različitih namena u različitim momentima stvara potpuno drugi karakter prostora.

Intervencije su svedene na minimum pa su tako na dva mesta postavljeni kubusi koji predstavljaju tehničku i sanitarnu podršku dok je njihova peta površina, tj sprat, takođe iskorišćena u vidu dodatnog prostora koji nadopunjuje prostor u prizemlju.

Celine su struktuirane tako da u nepromenjenom stanju ostaju tehničke i sanitarne prostorije kao i barovi sa pratećim potrebnim prostorijama. Na taj način je omogućeno funkcionisanje ovih prostora pri njihovoj promeni namena kao i dodatnim prostorom u vidu skladišta kako bi se odlagali svi propratni elementi koji su potrebni za ostvarivanje određene namene.

Usvajanje višenamenskog karaktera prostora uslovio je ubrzani razvoj tehnologije i načina života koji znatno utiče na sve sfere života pa isto tako i na arhitekturu i na karakteristiku njenog projektovanja i rešavanja.

Ljudima je potreban prostor koji se menja, koji odgovara različitim potrebama, krećući se i menjajući se brzinom kojom oni trenutno žive. Uključujući aspekt kulture u ovakav način života ljudi nametnulo je potrebu da se ona uključi u svakodnevne vidove potreba, pa da je samim tim uvek i prisutna. Razmatrajući ovaj način definisanja kulture u današnje vreme kreiran je prostor koji briše granicu između različitih funkcija a prvenstveno zabave i kulture i koji stvara sasvim novi nivo funkcionisanja kako ispred objekta (slika 5.) tako i u enterijerskom rešenju (slika 6.).



Slika 6 - Prostorni prikaz mogućnosti višenamenskog korišćenja objekta

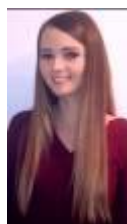
#### 4. ZAKLJUČAK

U svetu u kome nove tehnologije brzo diktiraju promene u radu i procesu korišćenja pojedinih institucija, kako ne bi došlo do njihovog izumiranja, neophodno je uložiti napore za očuvanje tradicije i samim tim održati svest o kulturi građana. Bogatstvo graditeljskog nasleđa, koje predstavlja izraz arhitekture vremena u kome je nastalo, pruža mogućnost karakterističnog izražavanja koristeći se savremenim sredstvima. Koristeći se arhitektonskim sredstvima kao načinom komunikacije sa ljudima i okolinom moguće je minimalnim intervencijama stvoriti veliki doprinos i maksimalnu iskorišćenost revitalizovanog prostora. Upravo su ta arhitektonska sredstva ono što iskazuje karakter revitalizovanog prostora, njegovu obnovljenu formu, skladnu materijalizaciju, osvetljenje i funkciju koja svojom specifičnošću zadržava karakter prostora prilagođavajući ga vremenu u kome se nalazi i postavljajući temeljnu osnovu za dalje korišćenje u budućnosti.

#### 5. LITERATURA

- [1] Hall, 2000, Creative Cities and Economic Development, Urban Studies, Vol.37, No.4
- [2], [3] Stančić K., (2006.), Revitalizacija i rekonstrukcija kompleksa Ranžirne stanice ŽTP-a u Novom Sadu, Zavod za zaštitu spomenika culture grada Novog Sada, Novi Sad.
- [4] <https://ggwash.org/view/4811/what-is-mixed-use>, preuzeto: 11.10.2017.
- [5] Zumthor, P. (2003). Misliti arhitekturu. Zagreb: AGM, 13.

#### Kratka biografija:



**Tijana Đurić** rođena je 1993. godine u Požarevcu. Osnovne studije arhitekture završila je 2016. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, na kom završava i master studije 2017. godine, smer Arhitektonsko i urbanističko projektovanje.



**VIŠEPORODIČNI STAMBENI OBJEKAT U NOVOM SADU  
RESIDENTAL BUILDING IN NOVI SAD**

Nevena Stupar, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – ARHITEKTURA**

**Kratak sadržaj** – Kroz projekat Višeporodičnog stambenog objekta u Novom Sadu istražene su mogućnosti i ponovo utvrđeni kriterijumi koji obezbeđuju najpogodnije uslove stanovanja sa socijanog, higijenskog i društvenog aspekta. Cilj projekta je stvaranje stambenih jedinica koje prate savremene trendove izgradnje ove tipologije u svetu kao rezultata prisustva tehnologije i interneta sa kvalitetima stanovanja približnim jednoporodičnom stanovanju, kao i potrebe za višenamenskim prostorijama.

**Abstract** – Through the project of the residential building in Novi Sad, possibilities and re-established criteria have been explored which provide the most suitable living conditions from the social, hygienic and society aspect. The goal of the project is to create apartments that follow the modern trends in the construction of this typology in the world as a result of the presence of technology and the Internet with the quality of housing approximate to single-family housing, as well as the needs for multipurpose rooms.

**Cljučne reči:** *Višeporodični stambeni objekat, stambene jedinice, stanovanje*

**1. UVOD**

Predmet istraživanja je višeporodični stambeni objekat u Novom Sadu koji će zadovoljavati higijenske, sociološke, ekonomske i društvene kriterijume koje treba definisati tako da odgovaraju savremenim potrebama i mogućnostima. Istraživanje obuhvata karakteristike, probleme i mogućnosti koje se javljaju prilikom projektovanja, a kasnije i prilikom života u višeporodičnim stambenim objektima.

Značajan deo rada predstavlja istraživanje provetravanja i osunčanja stanova kao kvaliteta koje autor smatra marginalizovanim temama u savremenoj praksi projektovanja ove tipologije objekata na našim prostorima.

Cilj istraživanja je dolazak do saznanja koje je moguće implementirati u rad kako bi se rešili utvrđeni problemi i ispunili definisani kriterijumi.

Zadatak, odnosno finalni produkt je arhitektonski projekat višeporodičnog stambenog objekta u Novom Sadu u ulici Doža Đerđa broj 32, katastarske parcele broj 3517 i 3518.

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji je mentor bila dr Ivana Miškeljin, docent.**

**2. DEFINISANJE PROJEKTOG PROGRAMA I  
ARHITEKTONSKO-URBANISTIČKOG  
KONCEPTA VIŠEPORODIČNOG STANOVANJA**

Kvalitet projekta višeporodičnog stambenog objekta zavisi od odnosa zajedničkog i privatnog vlasništva prostora, kao i zadovoljenja određenih kriterijuma. Da bi definisali projektni program neophodno je poznavanje potreba budućih korisnika, kao i svih uticajnih faktora na funkcionisanje objekta. Kako se projekat radi za nepoznate korisnike do neophodnih podataka se dolazi analizama i istraživanjem izgrađenog fonda i stručne literature. Istraživanje obuhvata teme koje omogućavaju upoznavanje karakteristika ovih objekata, uticajnih faktora, mogućnosti i problema koji se javljaju kod određenih struktura, i uticajne faktore čiji značaj u savremenom objektu ove tipologije se treba ponovo utvrditi. Višeporodični stambeni objekat u Novom Sadu pripada ugrađenom tipu stambenog objekta.

**2.1. Tipovi stanova**

Postoji nekoliko podela stanova koje se mogu upotrebiti za stanove koji se danas grade na području Novog Sada. Jedan stan može odgovarati nekoliko tipova stanova u zavisnosti od podele u odnosu na koju je valorizovan. Podele stanova su: podela u odnosu na veličinu stana, podela u odnosu na strukturu stambene jedinice gde se posmatra broj i namena prostorija, kao i tip stana u odnosu na osnovne karakteristike uređenja.

Podela stana u odnosu na veličinu, obuhvata tri tipa stana: mali, srednji i veliki stan. Ova klasifikacija u odnosu na funkcije stanovanja podrazumeva:

- pod malim stanovima – grupe prostorija ovde su svedene u većini slučajeva na jedan prostor
- pod srednjim stanovima – pojavljuje se manje ili više izrazita grupa prostorija za spavanje
- pod velikim stanovima – više ili manje sve funkcije stanovanja ovde su izražene većim brojem stambenih elemenata ili prostorija [1].

Prema Pravilniku o uslovima i normativima za projektovanje stambenih zgrada i stanova, članu 15. - Struktura stana, data je podela stanova po strukturi na stanove koji imaju minimum određene prostorije i prostore:

- garsonjera: ulazna zona, višenamenska soba sa prostorom za pripremu hrane (čajna kuhinja) i kupatilo;
- jednosoban stan: ulazna zona, prostor za pripremu hrane (kuhinja), višenamenska soba sa prostorom za obedovanje i kupatilo;
- jednoiposoban stan: ulazna zona, prostor za pripremu hrane (kuhinja), dnevna soba, prostor za obedovanje, redukovana soba i kupatilo;

4) dvosoban stan: ulazna zona, prostor za pripremu hrane (kuhinja), dnevna soba, prostor za obedovanje, soba i kupatilo;

5) dvoiposoban i veći stan: ulazna zona, prostor za pripremu hrane (kuhinja), dnevna soba, prostor za obedovanje, sobe, kupatilo i wc [2].

Garsonjera, dakle, predstavlja najmanju stambenu jedinicu kojom se zadovoljavaju minimalne stambene potrebe jednočlanog domaćinstva. Jednosoban stan razlikuje se od garsonjere po tome što ima potpuno izdvojenu kuhinju, eventualno i trezariju. Izdvajanjem iz dnevne sobe prostora za spavanje od najviše  $8\text{m}^2$  dobija se jednoiposoban stan, jer se sobe do  $8\text{m}^2$  nazivaju „pola sobe“. Dvosoban stan ima za spavanje na raspolaganju čitavu sobu. Dok se daljim dodavanjem soba dobijaju: dvoiposoban, trosoban, troiposoban, četvorosoban stan... [3].

Jedinstvena za arhitekturu na prostoru Republike Srbije je odrednica pola sobe koja se nalazi u nazivima u prethodnoj podeli (jednoiposoban, dvoiposoban stan...) a koja označava prostoriju od najviše  $8\text{m}^2$ , koja predstavlja izdvojenu spavaću sobu. Prema sociološkim istraživanjima koja predviđaju minimalne korisne površine u stanu, površina "pola sobe" je ispod takozvanog patološkog praga, ispod kojeg postoje mogućnosti javljanja psihofizičkih posledica kod ličnosti i u njihovom razvoju, zbog čega ova soba nije zastupljena u projektovanim stambenim jedinicama.

### 3. PROJEKAT VIŠEPORODIČNOG STAMBENOG OBJEKTA U NOVOM SADU

Projekat višeporodičnog stambenog objekta u Novom Sadu obuhvata kompleks od dva ugrađena višeporodična stambena objekta prikazana na slici br. 1. Kompleks se nalazi u ulici Doža Đerđa br. 32, sadrži deset stambenih jedinica, dodatni skladišni prostor, zajedničke prostorije u suterenu i na krovnoj terasi drugog stambenog objekta, prostor za igru na zelenoj površini i parking mesto obezbeđeno za svaku stambenu jedinicu, kao i lokal u prizemlju objekta uz ulični front.



Slika 1. Organizacija objekata i zelenila na parceli

Projekat je odgovor na pitanje komfornih, zdravih, maksimalno iskorišćenih stanova koji odgovaraju savremenim potrebama stanara.

Podelom stanovanja na dva stambena objekta i smeštanjem parking prostora u zadnji deo parcele omogućeno je stvaranje zelenih površina koje doprinose kvalitetu stanovanja, posebno u pogledu vizura iz stanova, kao i maksimalnom iskorišćavanju parcele od strane svih stanara.

Forma i spratnost objekata projektovana je u skladu sa prostornim planom važećim za deo grada u kojem se

kompleks višeporodičnih stambenih objekata nalazi, a koji predviđa spratnost Su+P+4+Pot sa kosim krovovima, nagiba  $30^\circ$ . Prvi objekat je spratnosti P+4+Pot, njegova visina ne prelazi visinu susednih objekata iz uličnog niza što je prikazano na slici br. 2, dok je spratnost drugog objekta Su+P+2 kako ne bi smetao funkcionisanju susednih objekata. Drugi stambeni objekat prikazan je na slici br. 3.



Slika 2. Ulična fasada višeporodičnog stambenog objekta



Slika 3 – Pogled iz dvorišta na stambene objekte

Rastojanje između dva stambena objekta od  $14.80\text{m}$  je veće od zakonskog minimuma od  $12\text{m}$ , gde je između objekata postavljena zelena površina sa visokim zelenilom, listopadnim drvećem. Broj parking mesta iznosi jedno parking mesto po stanu. Pristup parking prostoru je kroz kolski prolaz širine  $3.5\text{m}$ , što je dovoljno za prolaz interventnih službi, koji je neophodno predvideti.

Upotreba savremenih materijala u materijalizaciji fasade ne emulira urbani kontekst, već predstavlja proboj novih materijala i načina gradnje. Objekat predstavlja iskorak u projektovanju i materijalizaciji i doprinosi vizuelnoj raznovrsnosti urbane sredine.

#### 3.1. Zajednički prostori

Zajednički prostori zastupljeni su kao zatvoreni i otvoreni prostori, odnosno prostori u okviru objekta i prostori u dvorištu.

Zajednički zatvoreni prostori kompleksa nalaze se u drugom objektu. To su: zajednička prostorija u suterenu, zeleni vrt na krovnoj terasi i roštilj prostor na krovnoj terasi. Ove prostore je moguće koristiti samostalno ili više stanara u isto vreme. Način korišćenja može odgovarati i konceptu zajedničkog stanovanja.

Zajednička prostorija u suterenu predviđena je za održavanje sastanaka skupštine stanara i kao radionica, povezana je direktno sa stanarskim ostavama i servisnim jezgrom. Zeleni vrt na krovnoj terasi je poluintenzivan zeleni krov koji sa roštilj prostorom stvara ambijentalnu celinu.

Roštilj prostor se sastoji od prostora za pripremu hrane i prostora za sedenje koji nudi vizuru na dvorište.



*Slika 4. Roštilj prostor na krovnoj terasi*

Otvoreni prostori su prisutni kao uređena zelena površina za igru, parking prostor za biciklove i automobile.

Zelene površine zastupljene su 31.65% (301.11m<sup>2</sup>) od ukupne površine parcele koja iznosi 951.50m<sup>2</sup> kroz uređenu zelenu površinu 13.10% (124.64m<sup>2</sup>), parking prostor 8.74% (83.20m<sup>2</sup>), zelenu fasadu 2.94% (28.01m<sup>2</sup>) i zeleni krov 6.87% (65.26m<sup>2</sup>).

Zajednički prostori su projektovani tako da omogućе korišćenje većeg broja stanara u isto vreme, nude prostor za aktivnosti koje su tipične za jednoporođične stambene objekte na parceli, što podiže kvalitet života u ovim objektima.

### 3.2. Stambene jedinice

Zastupljene su četiri različite strukture stanova, kojima odgovara šest različitih stambenih jedinica. Zastupljene strukture stanova su: garsonjera, dvosoban, trosoban i četvorosoban stan, pri čemu su projektovana dva različita dvosobna i četvorosobna stana.

Broj stambenih jedinica je deset, raspoređene su u dva stambena objekta, gde se u prvom objektu nalaze: četiri garsonjere, dva četvorosobna stana i jedan dvosoban stan. U drugom stambenom objektu nalaze se tri stana: jedan dvosoban stan i dva trosobna stana.



*Slika 5. Enterijer garsonjere, višenamenska prostorija*



*Slika 6. Enterijer trosobnog stana, dnevni boravak*



*Slika 7. Enterijer trosobnog stana, spavaća soba*

## 4. ZAKLJUČAK

Višeporođični stambeni objekti su simbol grada, oni određuju način života i stepen razvoja zbog čega se njihovo projektovanje i izgradnja ne sme prepustiti uticajima tržišta gde glavni kriterijum predstavlja finansijska dobit investitora.

U Novom Sadu postoji bogatno nasleđe i raznovrstan fond objekata ove tipologije koji su dali odgovor na socijalne, društvene, ekonomske i političke zahteve u vremenu kada su građeni.

Zastupljena i opšte poznata podela stanova na stambene jedinice potvrdila je značaj prostorija koje ispunjavaju određene funkcije stanovanja, pri čemu zbog politike proglašivanja grada i sve veće gradnje ugrađenih objekata dolazi do problema koji se manifestuju u gradnji stanova u kojima određene prostorije nemaju mogućnost prirodnog provetravanja i osvetljenja, koje mogu negativno uticati na zdravlje stanara i smanjuju komfor stanovanja.

Kroz projekat Višeporođičnog stambenog objekta u Novom Sadu istražene su mogućnosti i ponovo utvrđeni kriterijumi koji obezbeđuju najpogodnije uslove stanovanja sa socijalnog, higijenskog i društvenog aspekta.

Projekat Višeporođičnog stambenog objekta predstavlja unapređen vid višeporođičnih stambenih objekata u kojima je komfor stambenih jedinica približen vrednostima karakterističnim za individualne stambene objekte, pri čemu se očuvala glavna odlika grada, zajednički prostori koji omogućavaju kvalitetno provođenje vremena i socijalizacije stanovnika.

## 5. LITERATURA

- [1] Nestorović, Bogdan. “*Stambene zgrade osnovi projektovanja*”, Beograd: Naučna knjiga, 1964.
- [2] “*Pravilnik o uslovima i normativima za projektovanje stambenih zgrada i stanova*” dostupan na <http://www.ingkomora.org.rs/zakoni/pravilnici/PravilnikOIzmenamaPravilnikaOUslovimaINormativimaZaProjektovanjeStambenihZgradaIStanova.pdf>
- [3] Ročkomanović, Branislava. “*Elementi projektovanja sa razradom projekata za III razred građevinske tehničke škole*”, Beograd, Zavod za udžbenike, 2009.

### Kratka biografija:



**Nevena Stupar** rođena je u Novom Sadu 1993. godine. Diplomirala je 2016. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, smer Arhitektura i urbanizam. Iste godine je upisala master studije. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitektura – Arhitektonsko projektovanje odbranila je 2017. godine.

**TRANSFORMACIJA ČEŠKOG MAGACINA U NOVOM SADU  
U COWORKING PROSTOR****TRANSFORMATION OF CZECH WAREHOUSE IN NOVI SAD  
INTO COWORKING SPACE**

Elena Jeđini, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – ARHITEKTURA**

**Kratak sadržaj** – *Ovaj rad se bavi značajem industrijskog nasleđa, kao i prenamenom i načinom transformacije napuštenih industrijskih objekata, čime se vrši njena aktivacija, koja je u skladu sa modernim vremenom. Na osnovu postojećeg stanja konkretnog primera industrijskog nasleđa u Novom Sadu, Češkog magacina, kao i njegove okoline, donose se urbanistički i arhitektonski parametri, na osnovu kojih se objekat transformiše u coworking prostor. Coworking je stil rada u otvorenom prostoru koji zagovara fleksibilnost i saradnju koja je zasnovana na međusobnom poverenju i deljenju zajedničkih ciljeva i vrednosti među grupom ljudi koji su samozaposleni i rade nezavisno. U arhitekturi, ovo je novi vid organizacije prostora i planiranja objekta koji bi doprineli uspešnom sistemu rada frilensera, samostalnih umetnika i mnogih drugih profesionalnih profila korisnika.*

**Abstract** – *The thesis includes the value of industrial heritage, as well as the re-use and transformation of abandoned industrial buildings, which perform their activation in modern times. Based on the analysis of the condition of Czech warehouse, as one of the industrial buildings in Novi Sad, an its environment, urban and architectural parameters have been made, based on which the building is transformed into coworking space. Coworking is a style of work in open space which stands for flexibility and collaboration based on mutual trust and sharing common values and goals among group of people who are working independently. In architecture, this is a new type of space organization and planning of facilities that will contribute to a successful work system of freelancers, independent artists and many other professional profiles of users.*

**Ključne reči:** *Industrijsko nasleđe, Češki magacin, coworking prostor*

**1. UVOD**

Posle deindustrijalizacije u Srbiji, brojni industrijski objekti su ostali napušteni. Iako u znatno manjem broju, nego u drugim zemljama Evrope, u Srbiji se javljaju prvi primeri ponovne upotrebe industrijskih lokacija. Tradicionalni instrumenti u arhitekturi i urbanom planiranju su sve češće nemoćni u rešavanju novih

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Marko Todorov, docent.**

izazova, a potencijal je uočen u kreativnosti i privremenoj upotrebi. Coworking prostori bi se mogli izdvojiti kao jedan konkretni pristup aktivaciji napuštenih industrijskih objekata, koji je u slučaju ovog rada naveden kao glavni pokretač aktivacije pomenutih objekata, ali i eksperimentalni uzorak na kome će se analizirati svi aspekti u procesu iste. Da bi se zadovoljili zahtevi ovako velikog broja sadržaja, neophodni su, najpre, veliki, fluidni, unutrašnji prostori, obavijeni u jedinstvenu spoljašnju opnu, poput reprezentativnog ili unikatnog objekta, da bi coworking bio prepoznat i prihvaćen od same sredine i konteksta u kom egzistira.

Kao primer simulacije ovakvog pristupa aktivaciji napuštenih industrijskih objekata, izabran je objekat Češkog magacina, koji pored svoje neupitne autentičnosti, karakteristične fasade i čvrste konstrukcije, ambijentalnih vrednosti i spomeničkog statusa poseduje još jednu, za ovaj slučaj možda i najbitniju karakteristiku, a to je dobro poznati lokalni kontekst u kome se nalazi, tako da na bliskom i dobro poznatom primeru možemo posmatrati celokupan proces transformacije primenom ove ideje, od napuštenog industrijskog objekta do preobražaja u živ, funkcionalan i kreativan organizam, uključen u svakodnevno funkcionisanje lokalnog društva.

**2. COWORKING PROSTORI**

Svaki period u istoriji razvoja civilizacije nosi određene karakteristike koje znatno utiču na arhitekturu tog doba. Kako je XX vek bio vek industrijske revolucije, za XXI vek možemo reći da je vek informacionih tehnologija. Razvoj softvera i interneta proširio je način rada na poljima inženjeringa, dizajna, književnosti pa i same edukacije. Skoro sve poslove je moguće obavljati od kuće.

Positivna strana ove mogućnosti jeste udobnost doma, dok sa druge strane postoje mnoge prepreke na putu ka uspešnom obavljanju posla, kao što je nedostatak informacija, usamljenost, loša organizacija radnog vremena...

Svi ovi uticaji usloveli su razvoj coworking prostora. Coworking prostori su zajednički radni prostori gde se saradnja među korisnicima odvija tako što se dele zajednički prostor za rad i resursi radi ostvarivanja uzajamne dobiti. Coworking je stil rada koji zagovara fleksibilnost i saradnju koja je zasnovana na međusobnom poverenju i deljenju zajedničkih ciljeva i vrednosti među korisnicima. Na ovaj način rad postaje mnogo kvalitetniji i isplativiji.

## 2.1. Nastanak coworking prostora

Izraz 'coworking' je 1999. godine prvi iskoristio Bernie Dekoven (Bernie De Koven), američki dizajner igrice. Reč je upotrebio da bi slikovitije približio rad pomoću novih tehnologija i same upotrebe kompjutera. Pored novih tehnologija, posvećuje se pažnja i samom prostoru za rad. Bred Nojberg (Brad Neuberger), programer iz SAD-a, upotrebio je ovaj termin za opis prostora u kome nezavisni i mobilni radnici rade zajedno u neobavezujućem okruženju.

U periodu od 2008. do 2011. godine, naročito za vreme globalne ekonomske krize 2008 – 2009. godine, coworking pokret nastavlja da se razvija i broj coworking zajednica se udvostručuje svake godine, što dovodi do broja preko 1130 zajednica osnovanih do kraja 2011. [1].

## 2.2. Karakteristike coworking prostora

Koncept „deljenja stolova” postoji već duži vremenski period, ali princip funkcionisanja coworking-a je danas nešto drugačiji. Akcenat je stavljen na vezu između korisnika, negovanje saradnje i deljenje znanja. Broj preduzeća koje čini samo jedna osoba je porastao u periodu 2000 – 2005. godine sa 16.5 na 20.4 miliona [2]. Brojni nezavisni izvođači, honorarci, preduzetnici i profesionalci koji su radili od kuće zasitili su se izolacije i bila im je potrebna interakcija sa ljudima. Korisnici coworking prostora opisuju njihov način rada kao „kretanje”. Iako ovakvi prostori mogu varirati u zavisnosti od različitih usluga i kultura, svi oni dele četiri glavne vrednosti: „saradnja, otvorenost, komunikacija i održivost” [3]. Cilj coworking-a jeste da se stvori osećaj zajedništva među korisnicima. Coworking prostor je moderno osmišljen tako da se rad obavlja u prostoru koji je dostupan svima, gde je sve dizajnirano da bude prilagođeno radnim potrebama i pauzama korisnika. Glavna prednost coworking-a je pospešivanje produktivnosti uz međusobnu saradnju. Coworking prostor je fluidan i tom svojom karakteristikom utiče na bolju komunikaciju između korisnika. Standardni coworking prostori obuhvataju:

- Zajednički radni prostor
- 24/7 pristup
- Mogućnost rezervisanja ili zakupljenja soba za sastanke
- Wi-Fi
- Zajednička upotreba tehnologije – štampača, kopir mašine, faks mašine
- Zajednička kuhinja, toalet i prostor za odmor.

## 2.3. Coworking prostori u Srbiji

Rezultati nedavnog istraživanja portala „Elance” su pokazali da srpsko frilens tržište ima veliki potencijal. U poređenju sa 2011. zabeležen je porast broja „slobodnih radnika” od 60%, a 71% frilensera očekuje porast prihoda u 2013. godini. Srbija je prema zaradama frilensera na 12. mestu u svetu, a na 5. u Evropi [4] (ovi podaci su objavljeni 2013. godine). Po ukupnoj zaradi nalazi se na devetom mestu u svetu, što je odličan rezultat, ako uzmemo u obzir da smo u konkurenciji sa istočnim zemljama kao što su Indija, Ukrajina, Tajland ili Bangladeš, koje imaju brojnije armije onlajn radnika [5]. Prema rezultatima pojedinih istraživanja, svaki drugi čovek na planeti radiće kao frilenser do 2020. godine.

## 3. INDUSTRIJSKO NASLEĐE

Spomenici industrijske kulture, odnosno industrijsko nasleđe, predstavljaju aspekt kulturnog nasleđa. U povelji Međunarodnog odbora za zaštitu industrijskog nasleđa TICCIH definisani su kao „ostaci industrijske kulture od istorijske, tehnološke, društvene, naučne i arhitektonske vrednosti” [6]. Osim industrijskih objekata koji su od centralnog značaja za ovaj rad, industrijsko nasleđe obuhvata i rudnike, infrastrukturu, mašine, kao i nematerijalno nasleđe.

### 3.1. Razvoj industrije na području Novog Sada

Uticaj Industrijske revolucije na prostorima Vojvodine se osetio tek polovinom XIX veka, usled slabog industrijskog razvoja u Austrougarskoj. Situacija se na ovom području mnogo promenila početkom XX veka, kada se posle Prvog svetskog rata, usled austrougarskog, češkog i mađarskog kapitala, industrija brzo razvijala. U tom periodu, na periferijama vojvodanskih gradova formiraju se fabričke zone sa stambenim jedinicama za radničku klasu [7].

U međuratnom periodu, Novi Sad je imao najveću i najraznovrsniju industriju u Vojvodini i to prehrambenu, mlinsku, tekstilnu, drvnu, hemijsku, industriju građevinskog materijala, kožnu, elektroindustrijsku [8].

Koncept prostornog razvoja Novog Sada utvrđen je pedesetih godina, kada je planirano širenje grada prema jugu. Osnovna prepreka ostvarivanju ovakvog prostornog razvoja bila je železnica koja je prolazila kroz grad i industrija koja je u velikom obimu bila smeštena u južnom delu gradskog tkiva. U periodu od sredine pedesetih do kraja osamdesetih godina, ostvareno je preseljenje železnice na sever grada i najvećeg dela industrije u neformirane radne zone uz kanal Dunav-Tisa-Dunav i Dunav [9]. U procesu prostornog razvoja grada prema Dunavu, najveći deo industrijskih kapaciteta, koji su ostali u gradu, je porušen. Samo manji broj industrijskih objekata ostao je u gradu „zarobljen” unutar stambenih blokova. Nove industrijske zone su kompleksi koji postoje i danas, pozicionirane na obalama kanala Dunav-Tisa-Dunav.

### 3.2. Sačuvani primeri industrijskog nasleđa u Novom Sadu

Konstantnim širenjem grada i, time, izmeštanjem industrije, u Novom Sadu su ostale oblasti sa industrijskim objektima. S obzirom na to da su mnogi objekti srušeni, iako je postojala mogućnost za njihovu obnovu, treba obratiti pažnju na istaknute primere koji još uvek nisu dočekali svoju aktivaciju, a imaju veliki potencijal za takav poduhvat.

Na teritoriji gradskog građevinskog područja Novog Sada, danas možemo jasno sagledati ne jednu, već nekoliko razuđenih industrijskih oblasti, upravo iz razloga ranije navedenog - neplanska izgradnja u periodu industrijskog progresa. Ove oblasti se u okviru današnjeg gradskog tkiva mogu prostorno ograničiti od Limana 4 do Limana 2, koncentrisane oko nekadašnje železničke stanice i pruge, zona današnje Radničke ulice na potezu od Spensa pa do Keja žrtava racije, i Podbarska industrijska oblast i industrijska zona koja se nalazila između Šumadijske i Almaške ulice. Na pomenutim

lokacijama nalaze se, još uvek, objekti ranijih fabričkih postrojenja, koji se kao takvi mogu tretirati kao industrijsko nasleđe i, prema tome, mogu biti zanimljivi i atraktivni potencijal aktivacije.

Današnje industrijske zone Jug i Sever, kao i industrijska zona Zapad, nastale su posle 1950. godine, kada je došlo do revidiranja Generalnog urbanističkog plana Novog Sada. Vrlo često, stare fabričke hale danas služe kao skladišta sirovinske baze novih postojenja ili kao stovarišta gotovih proizvoda. Ima slučajeva da se prostor nekadašnjih fabrika izdaje drugim licima za obavljanje sitnih zanatskih radova i uslužnih delatnosti manjeg obima.

### 3.3. Istorijat Češkog magacina

Objekat Češkog magacina, lociran na rubnom i priobalnom području Limana III, izgrađen je 1921. godine, u okviru tadašnje industrijske zone i služio je za skladištenje različitih sorti poljoprivredne kulture, poput kukuruza, ječma, hmelja i kudelje, koje su se, potom, Dunavom transportovale na sever [10]. U periodu socijalizma, koristio se kao skladište trgovinskog preduzeća „Agrovojvodina”, zatim je oko 2000. godine transformisan u noćni klub „NS Time”. Posle zatvaranja kluba, objekat dobija svoju prvobitnu funkciju magacina, ovog puta pod zakupom Matice srpske, koja ga koristi za skladištenje knjiga, s tim da ni u ovom slučaju puna kvadratura objekta nije iskorišćena [10].

## 4. AKTIVIRANJE NAPUŠTENIH INDUSTRIJSKIH OBJEKATA

Prostorni potencijali napuštenih industrijskih prostora (fleksibilnost prostora, velike dimenzije i slično) su jedan od ključnih faktora koji utiču na njihovo ponovno korišćenje i ta specifičnost ih čini pogodnima za korišćenje od strane kreativnog sektora.

Mnogi neiskorišćeni i zapušteni objekti, uz prisustvo kreativnog sektora koji ima potrebu za prostorom, kao i potencijal da isti aktivira, navodi na pretpostavku da bi izmene u sistemu i inovativni pristup upravljanju neiskorišćenim prostorima dali pozitivni doprinos rešavanju problema.

Tradicionalni instrumenti u arhitekturi i urbanom planiranju su sve češće nemoćni u rešavanju novih izazova, potencijal se vidi u kreativnosti i privremenoj upotrebi. S obzirom na to da su metode predviđanja nepouzdanе, postoji potreba za ostavljanjem prostora za neočekivane promene, kao što su privremena upotreba neiskorišćenih objekata i veća uključenost nezavisnih, neinstitucionalnih inicijativa u kreiranju prostora.

Ovo bi se moglo postići posredstvom izrade manje određenih i predvidivih planova, kao i kroz fleksibilniju regulativu, čime bi se ostvario prostor građana da sami prilagode prostore novim funkcijama i, na taj način, revitalizuju napuštena područja.

Takav model bi, zbog svoje fleksibilnosti i otvorenosti, omogućio integraciju inovativnih ideja u procesu upravljanja, kao i veću uključenost neinstitucionalnih aktera, neophodnu za uspešnu aktivaciju napuštenih objekata.

## 5. TRANSFORMACIJA ČEŠKOG MAGACINA U COWORKING PROSTOR

Posle istraživanja o aktivaciji industrijskog nasleđa i modelima kojima se mogu transformisati napušteni industrijski objekti, stečeno znanje se može primeniti na konkretni primer industrijskog nasleđa u Novom Sadu – Češki magacin. Analizom postojećeg stanja i sagledavanjem konteksta, dobijaju se urbanistički i sociološki parametri koji određuju novu namenu objekta, pa je kao model transformacije odabrano uvođenje funkcije coworking prostora.

### 5.1. Analiza lokacije

U neposrednoj okolini Češkog magacina nalaze se studentski domovi. U pogledu namene površina na ovom području, dominira zelena površina, koja je više uređena prema Bulevaru despota Stefana, sa organizovanim parking prostorom ispred svih pomenutih objekata. Ispred objekta Češkog magacina nalazi se neuređena zelena površina, sa samoniklim zelenilom i pešačkim stazama, spontano nastalim.

Cela oblast danas deluje zapušteno i nepristupačno i pored svih mogućnosti koje poseduje posmatrana lokacija. Postepenim intervencijama i uvođenjem novih sadržaja ona bi mogla postati zanimljiv i privlačan deo grada. Revitalizacijom Češkog magacina i njegovog okolnog prostora uspostavila bi se veza između razdvojenih studentskih domova, što bi svakako bio doprinos u realizaciji celokupne ideje revitalizacije celog poteza „Štrand-Mornarica”.

### 5.2. Analiza Češkog magacina

Češki magacin je objekat pravougaone osnove i dvovodnog krova, spratnosti Su+P+1+Pk, osim u zapadnom delu objekta, čija je spratnost Su+P+Pk, dok je krov jednovodan. U pogledu forme magacina, dominira longitudinalni karakter objekta, gde su južna i severna fasada dominantnije u odnosu na zapadnu i istočnu. Fenestracija magacina je karakteristična za industrijsku arhitekturu, lučnog oblika sa metalnim ramovima, postavljena u tri reda na dužim fasadama. Plastika fasade je organizovana kao arkadni sistem, koji obuhvata prva dva reda prozora, naglašavajući njihovu lučnost. Konstrukcija Češkog magacina je mešovita, odnosno predstavlja kombinaciju skeletnog i masivnog sistema. Fasadni zidovi imaju konstruktivnu ulogu, a između njih su postavljeni čelični stubovi u dva reda.

### 5.3. Opšte postavke - koncept

Formiranjem novih funkcionalnih veza sa kejom i okolnim objektima, koje bi se ulivale i preplitale u neposrednoj blizini Češkog magacina, čineći žižnu tačku okupljanja i socijalizacije, konkretan sadržaj objekta bi podjednako bio dostupan svim korisnicima, nezavisno od njihovog pravca kretanja, a prostorni segmenti bi bili integrisani u fluidnu i sadržajem obogaćenu celinu.

Cilj je prilagoditi objekat za zajednički rad kreativnih profesionalaca, neprofitnih organizacija, tehnoloških startapova, mnogih individualaca i privatnih preduzeća kojima su potrebni stolovi za iznajmljivanje.

#### 5.4. Programsko-prostorna organizacija

Parterno uređenje južnog dvorišta je svedenog tipa, u službi namene trga i letnje pozornice, gde se održavaju razni događaji leti, a sama konfiguracija dozvoljava postavljanje projekcijskog platna. Nasip keja transformisan je zato u nekoliko segmenata – pejzažno stepenište, koje ima funkciju gledališta i direktnog prilaza objektu Češkog magacina, i stepeništa koja su direktan pristup studentskim domovima.

Prilikom rešavanja funkcije, težilo se ka postizanju otvorenih prostora, kako bi se omogućilo prožimanje sadržaja. Veliki spektar sadržaja je grupisan tako da su u suterenu i prizemlju smešteni sadržaji namenjeni kulturi i promociji umetničkog izražavanja, zbog čega sami prostori imaju multifunkcionalnu namenu.

Na prvoj etaži su smeštene prostorije za sastanke i edukaciju, prostor za odmor i rekreaciju sa mogućnošću korišćenja kuhinje i trezarije. Coworking spaja ljude koji rade individualno, ali dele iste vrednosti i u potrazi su za sinergijom koju može da pruži deljenje prostora sa drugim talentovanim ljudima. Iz tog razloga organizovane su prostorije za individualan i kolektivan rad sa fleksibilnim lakim pregradama koje omogućavaju različitu prostornu organizaciju. Zona potkrovlja je osmišljena kao radni prostor po modelu „open spejsa”.

#### 5.5. Konstrukcija i materijalizacija

Posle uklanjanja trošnih elemenata koji nemaju značajnu arhitektonsku vrednost (nadstrešnica i trem), potrebno je implementirati nove i neutralizovati granice između postojećeg objekta i planiranog aneksa. Poziciju novih elemenata diktira stari aneks Češkog magacina niže spratnosti, čija je nadgradnja neophodna.

Aneks ima čelični skeletni sistem, stubovi su ošupljenog kutijastog profila, dimenzija 35 x 35 cm. Na njih se oslanjaju grede u vidu rešetkastih nosača, visine 100 cm u poprečnom i podužnom pravcu. Krovna konstrukcija novog objekta se sastoji od glavnih rešetkastih nosača trougaonog poprečnog preseka, visine 100 cm.

Nadgrađeni aneks je obložen duplom fasadom koju čini spoljašnja fasada, odnosno omotač od perforiranog lima, unutrašnja staklena fasada u zapadnoj i severnoj zoni i pun fasadni zid u južnoj zoni. Glavni motiv za postavljanje duple fasade, odnosno omotača od perforiranog lima oko staklene fasade je formiranje kompletne siluete objekta (slika 1) prema već postojećim volumenima i gabaritima višeg dela objekta, koja sa sadašnjom visinom aneksa deluje nedovršeno.



Slika 1: Prostorni prikaz Češkog magacina

#### 6. ZAKLJUČAK

Spomenik doživljava svoju transformaciju koja je direktno proizašla iz urbanističkog konteksta, analiza i istraživanja potreba mladih i kulturne javnosti. S obzirom na to da se broj frilensera iz godine u godinu povećava, to je uslovalo stvaranje tipologije koja će im omogućiti prostor za rad. Coworking je najbolje rešenje da se ti prostori obogate dajući ih frilenserima na korišćenje.

#### 7. LITERATURA

- [1] Carsten Foertsch & Remy Cagnol, *“The history of Coworking in a timeline”*, Deskmag, Berlin, 2013.
- [2] Ilana DeBare, *“Shared work spaces a wave of the future”*, San Francisco Chronicle, 2008.
- [3] Brad Reed, *“Co-working: the ultimate in teleworking flexibility”*, Network World, 2007.
- [4] Ekapija online časopis, *“Srpski frilenseri među najplaćenijim u Evropi-Honorarci zarađuju 6puta više od ostalih radnika”*, 2013.
- [5] Masterns studio, *“Upwork-detaljno upustvo za freelance”*, 2016.
- [6] The Nizhny Tagil Charter for the Industrial Heritage, *“Nižnijtagilska povelja o očuvanju industrijske baštine”*, Povijest u nastavi, VIII (15(1)), 2010.
- [7] Ljubinko Pušić, *“Urbanistički razvoj gradova u Vojvodini krajem XIX i u prvoj polovini XX”*, Novi Sad: Matica Srpska, 1987.
- [8] Olga Zirojević, *“Panonska urbana kultura”*, Helsinški odbor za ljudska prava u Srbiji, Beograd, 2015.
- [9] JP Urbanizam, *“Analiza braunfild i grejfeld izabranih lokacija na teritoriji grada Novog Sada”*, 2015.
- [10] Vladimir Mitrović, *“Arhitektura XX veka u Vojvodini”*, Akademska knjiga, Novi Sad, 2014.

#### Kratka biografija:



**Elena Jedini** rođena je u Pančevu 1990. godine. Diplomirala je na Visoko građevinsko-geodetskoj školi u Beogradu 2012. godine i na Fakultetu tehničkih nauka 2016. godine. Master rad brani na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitektonsko projektovanje u oktobru 2017. godine.



**INTEGRACIJA PEJZAŽNIH I ARHITEKTONSKIH STRUKTURA U REKONSTRUKCIJI JAVNE GARAŽE „OBILIĆEV VENAC” U BEOGRADU****INTEGRATION OF LANDSCAPE AND ARCHITECTURAL STRUCTURES IN THE RECONSTRUCTION OF THE PUBLIC GARAGE „OBILIĆEV VENAC” IN BELGRADE**

Milica Agatonović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – ARHITEKTURA**

**Kratak sadržaj** – U radu su sistematizovane najbitnije karakteristike vezane za izgradnju krovnih i vertikalnih vrtova, njihov razvoj i primena. Korišćene su tipološka i analitička metoda. Rad je baziran na istraživanju zelenih krovova i vertikalnih bašti unutar urbanih područja, sa posebnim osvrtom na tipologiju javnih garaža, kao i njihovom analizom u cilju poboljšanja uslova i kvaliteta života u toj sredini. Rađene su i studije slučaja za najpoznatije garaže koje na svom krovu imaju vrt. Kao model za integraciju pejzažnih i arhitektonskih struktura u Beogradu, uzet je primer javne garaže na Obilićevom vencu.

**Abstract** – All the most important characteristics related to the construction of roof and vertical gardens, their development and utilization, are presented in this paper. By analyzing, giving concrete examples and statistical data, their ways of performance, maintenance, advantages and disadvantages, structure and impact on the environment, will be described. As a model for the integration of landscape and architectural structures in Belgrade, an example of a public garage on Obilićev Venac was taken.

**Ključne reči:** krovni vrt, vertikalni vrt, zelene fasade, javna garaža, rekonstrukcija

**1. UVOD**

U urbanim blokovima najveći deo površine prekriva asfalt i drugi nepropusni materijali, a rešenje za izgradnju novih pejzažnih struktura u gradovima može se pronaći u alternativnim načinima izgradnje krovnih i vertikalnih vrtova. To podrazumeva izgradnju različitih oblika vertikalnih pejzažnih struktura, tj vertikalne vrtove, fasadno zelenilo, zelene zidove i krovne pejzažno-arhitektonske strukture tj. ekstenzivne i intenzivne krovne vrtove. Beograd, kao i mnogi urbani gradovi širom sveta, suočava se sa dvostrukim izazovima brze urbanizacije i prilagođavanja rastućem broju stanovnika. Kako bi stanovnici urbanih područja vodili kvalitetan život uprkos povećanoj gustini naseljenosti, neophodna je implementacija pejzažnih struktura u urbane sredine kroz arhitektonska rešenja u vidu ozelenjavanja ravnih krovova i fasada.

S obzirom da su u današnje vreme čovekove potrebe podjednake i za parkiranjem i za prijatnim okruženjem, potrebno je pronaći rešenje koje će zadovoljiti obe.

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila doc. dr Mirjana Sekulić.

Jedno od mogućih rešenja jeste izgradnja modernih parkirališta, ili preuređenje postojećih, koja se mogu nazvati i „zelene garaže”. Integrisano projektovanje u funkciji energetske efikasnosti sa ugrađenim elementima visokog i niskog rastinja pružaju korisniku kvalitetnu uslugu parkiranja, ali i poštuje ekološke principe. Radi što veće samoodrživosti objekta, dolazi čak i do toga da se estetika i stil stavljaju u drugi plan.

Izgradnja vertikalnih pejzažnih struktura u urbanom bloku ima značajan uticaj na mikroklimu, štiti objekat od povišene sunčane radijacije i istovremeno pruža zasenčenje, kontroliše temperaturu i vlažnost vazduha.

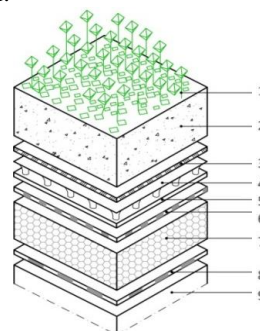
**2. PRIMENA KROVNIH I VERTIKALNIH BAŠTI**

Koncept krovnih i vertikalnih bašti predstavlja retku pojavu u Srbiji. Iako u mnogim delovima Beograda prevladavaju ravni betonski krovovi, koji najčešće stvaraju probleme stanarima poslednjeg sprata, krovne bašte na stambenim objektima gotovo da ne postoje. U poslednjoj deceniji ovakvi primeri mogu se videti samo na javnim objektima ili poslovnim zgradama, ali u jako malom broju. Iako cena izgradnje zelenog krova može biti skuplja od izgradnje običnog krova u startu, on je isplativiji na duge staze, prvenstveno zahvaljujući velikoj uštedi energije i dužini eksploatacije. Krovne bašte imaju više funkcija kao što su apsorpcija kišnice, izolacija, stvaranje staništa za biljni i životinjski svet, smanjivanje temperaturnih ekstrema i sl. Vegetacija štiti krov od ultraljubičastog zračenja, produžujući time njegov vek trajanja.

**3. PODELA ZELENIH KROVOVA**

Postoji nekoliko podela zelenih krovova na osnovu različitih kriterijuma. Najučestalija podela je prema načinu ozelenjavanja i održavanja, i prema debljini supstrata. U zavisnosti od ovih parametara postoje intenzivni i ekstenzivni krovni vrtovi.

Osnovni slojevi:



Slika 1. Presek krovnog vrta

1. Biljke koje dobro podnose sušu.
2. Supstrat sa niskim sadržajem organskih materija, sastoji se uglavnom od mineralnih sastojaka dobre vodopropusnosti.
3. Geotekstil koji dobro propušta paru, vodu i vazduh, te ima odlična hidraulična svojstva.
4. Drenažno-akumulacioni sloj lagane konstrukcije, velike nosivosti, visokog kapaciteta odvodnjavanja i provetravanja odnosno zadržavanja vode.
5. Termički fiksirani geotekstil izrađen od vlaknastog polipropilena postupkom sa iglama, prvobitno služi kao mehanička zaštita izolacionih slojeva.
6. Hidroizolacija otporna na korenje, postavljena pod nagibom.
7. Toplotna izolacija od vlaknastog materijala sa odličnim protivpožarnim svojstvima, čija se debljina određuje prema zahtevima građevinske fizike.
8. Polietilenska folija niske gustine, debljine 0,4 mm, služi kao parna brana sa velikom otporom difuziji vodene pare.
9. Armiranobetonska krovna konstrukcija.

### 3.1. Ekstenzivni krovni vrt

Ovaj način ozelenjavanja može se definisati kao „livada” na krovu. Prekrivač je u vidu tanjeg sloja vegetacije što ne zahteva veliki napor oko održavanja, a samim tim je i izgradnja ovakvog vrta jednostavnija i jeftinija. Nisu namenjeni za odmor i rekreaciju, ili da podnesu teret ljudi osim u slučaju radova na održavanju. Upravo zbog toga se mogu razvijati i na krovovima većeg nagiba. Ovakav tip krovova je najpogodniji za postavljanje na stambene objekte jer ne zahteva velike troškove održavanja. Obično se izvode na nedostupnim mestima i na mestima koja želimo samo da budu „zelena ” i vizuelno ugodna, ali ih ne koristimo aktivno.

### 3.2. Intenzivni krovni vrt

Intenzivni tip zelenog krova je složenija varijanta i može se definisati kao „park” na krovu. Krov je prekriven debljim slojem supstrata koji može da dostigne dubinu do jednog metra, što omogućava sadnju biljaka koje su obično od 50 cm do 4 m [1]. Ovakav vrt je pristupačan ljudima i funkcionalan je isto koliko i parkovi u nivou zemlje. Na intenzivne krovne vrtove mogu da se postave svi vrtni elementi - staze, pergole, klupe, fontane, pa čak i bazeni. U zavisnosti od namene vrta moguće je izgraditi dečje igralište, zasaditi drvodred, formirati terase za sunčanje ili boravak. S obzirom da se ovakva struktura ne formira na prirodnom tlu, potrebno je stvoriti uslove za izgradnju i normalan rast biljaka. Težina ovakvog krovnog vrta može da bude 1t/m<sup>2</sup> [2], što podrazumeva obavezno ojačanje konstrukcije objekta.

## 4. PODELA VERTIKALNIH BAŠTI

Vertikalno ozelenjavanje, ili živi zidovi, deli se na zelene zidove i zelene fasade. Razlika između ova dva tipa vertikalnog ozelenjavanja je u tome što su zelene fasade obično sačinjene od biljka puzavica koje rastu uz određene sisteme, a zeleni zidovi su konstruisani tako da se biljke sade direktno u medium koji zamenjuje supstrat na vertikalnim osnovama ili se koriste kontejneri sa supstratom u kojima se sade biljke, a zatim se postavljaju na vertikalnu osnovu.

Pri formiranju vertikalnog vrta najvažniji je odgovarajući odabir biljnih vrsta. Kao preduslov za uspešan dizajn potrebno je poznavanje osobina vezanih za razvijanje, veličinu i ponašanje biljaka na vertikalnoj površini. Odgovarajućim dizajnom umanjuju se buduće potrebe za održavanjem vertikalnog vrta.

Ovaj tip vrta može biti instaliran u skoro svakom okruženju. S obzirom da se radi o integrisanju prirode, vertikalno ozelenjavanje ima visoku estetsku vrednost.

### *Prednosti vertikalnih bašti*

- filtriranje čestica iz vazduha i samim time poboljšavanje njegovog kvaliteta,
- smanjenje pojave toplotnih ostrva u urbanim sredinama,
- poboljšanje izolacijskih svojstava zimi i leti,
- pružanje zvučne izolacije,
- ublažavanje unutarnje temperature objekta,
- asorpcija atmosferskih padavina,
- pružanje bioraznolikosti,
- pružanje lepog i jedinstvenog izgleda.

### *Nedostaci vertikalnih bašti*

- mogućnost oštećenja fasade ako je zelena fasada direktno oslonjena na zid,
- održavanje,
- navodnjavanje,
- cena.

Iako površina ravnih krovova predstavlja veoma značajan prostor koji je pogodan za implementaciju vrtova, on je relativno mali u odnosu na potencijal ozelenjavanja vertikalnih fasada objekta.

## 5. STUDIJA JAVNE GRARAŽE „OBILIĆEV VENAC”

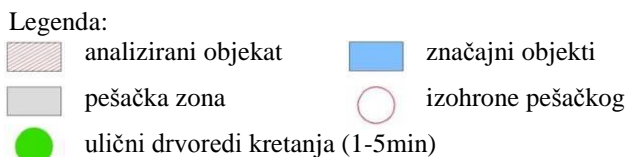
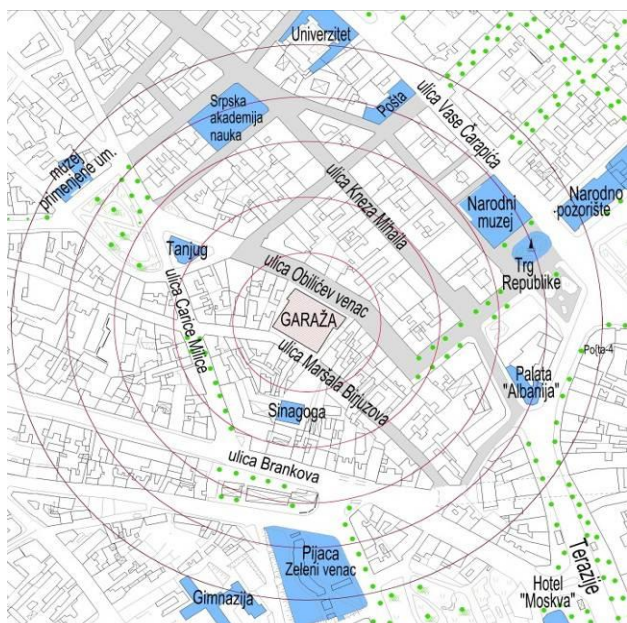
Potrebe za parkiranjem iziskuju što više parking mesta, međutim, postoje pojedini faktori koji mogu u pojedinim slučajevima da ograniče traženi kapacitet prilikom projektovanja garaže. Dodeljeni prostor za izgradnju garaže prvi je ograničavajući faktor. Urbanistički uslovi, između ostalog, diktiraju spratnost objekata što može u znatnoj meri da ograniči kapacitet [3].

### 5.1. Odabir lokacije

Presudan faktor u izboru lokacije za rekonstrukciju postojećeg objekta i projektovanje krovnog vrta i vertikalnih bašti, bila je ideja da izvođenje bude na dobro analiziranoj lokaciji, gde je moguće iskoristiti što veći broj pogodnosti koje pruža ovaj vid projektovanja.

Atraktivnost lokacije, ali u isto vreme i izloženost povećanom aero zagađenju i izduvnim gasovima, ova pejzažno-arhitektonska struktura imala bi funkciju prečišćavanja vazduha, ublažavanju buke, smanjenja efekta urbanih toplotnih ostrva, ali i uticaj na psihofizičko stanje ljudi koji koriste ovaj prostor.

Kao model za integraciju pejzažno-arhitektonskih struktura u Beogradu, uzet je primer garaže na Obilićevom vencu. Iako je izgrađena 1975. godine, brojne naknadne rekonstrukcije, nadogradnje i ojačanje nosećih elemenata, stvorile su pogodan model za ovaj rad.



Slika 2. Makrolokacija

## 5.2. Analiza istraživačkog područja

Područje Obilićev venac pripada centralnoj gradskoj opštini Stari grad. Zahvaljujući svom položaju, ova opština predstavlja kulturno-istorijski, arhitektonski i ekonomski epicentar Beograda.

Od ukupne površine opštine, zelene površine zauzimaju oko 30% [4]. Ovo je dovelo da Stari grad postane „toplotno ostrvo“, jer se najveći deo površina nalazi pod zgradama, asfaltom i betonom.

Garaža Obilićev venac, nalazi se u ulici Obilićev venac br. 14-16. Višeetažni parking prostor je nadzemni objekat spratnosti P+7 sa strane Ulice maršala Birjuzova, a sa strane Obilićevog venca P+5.

### 5.2.1. Analiza senki

Kao rezultat analize može se uočiti da nijedna fasada analiziranog objekta nije tokom celog dana u senci. Postoji bar neki vremenski interval u kome je omogućeno da sunčevi zraci dopru do fasade, što će značajno uticati na izbor biljnog materijala za vertikalne bašte.

Poslednja etaža garaže je tokom celog dana izložena totalnoj insolaciji, zato što su svi susedni objekti iste ili manje spratne visine. Ovaj podatak je od izuzetnog značaja za izradu koncepta krovnog vrta, koji treba da se osmisli u skladu sa tim.

### 5.2.2. Analiza uticaja vetra

Analizom vertova može se zaključiti da su dva dominantna vetra iz pravca jugoistoka (košava) i iz pravca zapada-severozapada (gornjak).

Sve glavne ulice u ovom delu grada orijentisane u pravcu duvanja vetra, što omogućava da vetar lako „zalazi“ u unutrašnjost gradskog bloka. Na ovaj način se znatno umanjuje unutar-blokovsko aero-zagađenje.

Bočne fasade su u zavetrini, dok su glavne fasade pod direktnim uticajem vetra. S obzirom da su svi okolni objekti iste ili niže spratne visine od analiziranog objekta, prilikom projektovanja krovnog vrta mora se obratiti pažnja na vazдушna strujanja. Krovna površina nema ni sa jedne strane postojeću zaštitu od vetra, a na visini od 15 metara, direktni udari vetra su znatno jači nego u nivou ulice.

### 5.2.3. Analiza zagađenja od buke

Ulica Maršala Birjuzova spada u ulice sa niskom frekvencijom saobraćaja i motornih vozila, što ne stvara pojačanu buku. Glavni problem akustičnog zagađenja je u ulici Obilićev venac gde se nalaze mnogobrojni restorani sa otvorenim letnjim baštama.

### 5.2.4. Analiza aero-zagađenja

Najveći izvor zagađenja vazduha od izduvnih gasova predstavlja upravo analizirana garaža, zato što je tu koncentrovano veliki broj automobila. Iako je saobraćaj u okolnim ulicama sveden na minimum, garaža sa ukupno 810 parking mesta predstavlja žižnu tačku aero-zagađenja. Broj parkiranih automobila u garaži „Obilićev venac“ na dnevnom nivou iznosi 1.500, a 700 automobila vikendom.

## 5.3. Rezultati analiza

### 5.3.1. Krovni vrt

Na osnovu urađenih analiza konstatovane su dve glavne nepovoljne karakteristike koje direktno utiču na izradu koncepta krovnog vrta. Problemi koje treba rešiti su nepovoljne vizure i dejstvo vetra.

Izgradnjom restorana na severnoj strani objekta zaklanjaju se susedni objekti lošeg boniteta, a istovremeno se ublažava uticaj vetra. Kako bi se krovni vrt zaštitio od vetra sa ostalih strana, predviđena je izgradnja visoke staklene ograde duž svih preostalih ivica objekta. Staklena ograda sprečava prodor vetra, ali omogućava pogled na panoramu grada, koja je jedna od najvećih prednosti ovog prostora. Buka koja se širi iz restorana na platou Obilićevog venca, takođe će biti ublažena zahvaljujući staklenoj ogradi.

Planiranjem visokog i srednjeg rastinja na jugoistočnoj strani objekta, biće maskirane loše vizure ka Kosmajskom prolazu, a istovremeno će praviti zasenčenje vrta tokom prepodnevnih sati.

Da bi se stvorilo zasenčenje centralnog platoa i ublažila insolacija, konceptom je predviđena sadnja drveća između dve zone. Denivelacija krovne ploče je iskorišćena za postavljanje žardinjera, tako da se stekne utisak da dvece raste sa gornje etaže. Visoka stabla će omogućavati da krošnje ne ometaju pogled ka panorami grada sa gornjeg nivoa.

Koncept uređenja krovnog vrta zasniva se na formiranju dve glavne zone, koje su vizuelno međusobno razdvojene visinskom razlikom, ali fizički su povezane stepenicama.

Prostor koji se nalazi na nižoj etaži, orijentisan je ka zapadu, jugu i jugoistoku. Sa tog nivoa se prožaju vizure na veći deo grada. Predviđeno je da ova zona bude mirnijeg karaktera, za odmor i relaksaciju, dok gornji nivo predstavlja prostor za svakodnevne aktivnosti, druženje, sedenje u restoranu.

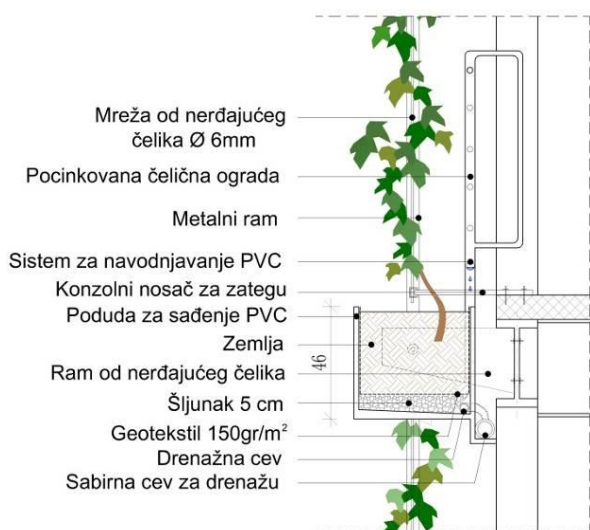


Slika 3. Osnova krova

### 5.3.2. Vertikalne bašte

Parterno uređenje pešačke ulice Obilićev venac, konceptualno se prenosi na vertikalne bašte i krovni vrt, stvarajući specifičan ambijent urbane oaze. Petnaest etaža garažnog prostora koji je izgrađen od čelične konstrukcije, pruža mogućnost za postavljanje vertikalnih bašti uz minimalne korekcije fasade.

U ovom radu, na tri slobode fasadne površine predviđena je izgradnja vertikalnih bašti ukupne površine 1350 m<sup>2</sup>. Na svakoj drugoj etaži predviđeno je postavljanje montažnih elemenata sa posudom za sađenje i drenažnog sistema. Između posuda za sađenje, vertikalno, postavljena je inoks mreža od nerđajućeg čelika, koja omogućava potporu bršljanu koji je posađen u posudama saksijama.



Slika 4. Detalj fasade sa zelenim zidom



Slika 5. Prikaz fasada

## 6. ZAKLJUČAK

Motorni saobraćaj je jedan od najvećih zagađivača okoline, uzročnik buke, promene mikroklimе i glavni činilac za osiromašenje biološke raznolikosti u urbanim blokovima, što utiče na smanjenje kvaliteta života u gradovima. Površine za parkiranje automobila u gradovima su uglavnom velika asfaltirana parkirališta, koja su najčešće nastala uklanjanjem pejzažnih struktura i parkova. Štetni uticaj automobilskog saobraćaja na čoveka i okolinu može se minimizirati pomoću različitih metoda, kao što je navedeno u konkretnom idejnom rešenju.

Krovni vrtovi su najbolje rešenje za vraćanje korisnih pejzažnih površina gradovima, a ujedno poseduju i brojne prednosti. Osim na novim zgradama, krovni vrtovi mogu da se postave na bilo koji postojeći ravan krov, uz uslov da noseća konstrukcija objekta to dozvoljava.

Izgradnja vertikalnih pejzažnih struktura u urbanom bloku ima značajan uticaj na mikroklimu, štiti objekat od povišene sunčane radijacije i istovremeno pruža zasenčenje, kontroliše temperaturu i vlažnost vazduha.

## 7. LITERATURA

- [1] G. Grant, "Green Roofs and Facades", IHS BRE Press, 2006
- [2] Oberndorfer E., J. Lundholm, B. Bass, R.R. Coffman, H. Doshi, N. Dunnett, "Green roofs as urban ecosystems: Ecological structures, functions, and services", American Institute of Biological Sciences, 2007.
- [3] D. Brčić, M. Šošteri, "Parkiranje i javne garaže", Sveučilište u Zagrebu, fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2012.
- [4] Strategija održivog razvoja opštine Stari grad, Univerzitet u Beogradu šumarski fakultet i Institut za arhitekturu i urbanizam Srbije, 2012.

### Kratka biografija:



**Milica Agatonović** rođena je u Beogradu 1990. godine. Osnovne akademske studije završila 2015. godine na fakultetu Union – Nikola Tesla. Master studije završava 2017. godine na Departmanu za arhitekturu i urbanizam, smer Arhitektonsko i urbanističko projektovanje.



**Mirjana Sekulić** rođena je 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. Radi kao docent na Departmanu za arhitekturu i urbanizam Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu.

**PROSTOR MOGUĆNOSTI:  
HIBRIDNI PROGRAM ZA KULTURU U NOVOM PAZARU  
SPACE OF OPPORTUNITY:  
PROGRAMMATIC HYBRID FOR CULTURE IN NOVI PAZAR**

Irma Ćurkić, Miljana Zeković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – ARHITEKTURA**

**Kratak sadržaj** – Svrha ovog rada jeste ispitivanje prednosti javnih prostora za realizaciju kulturnih aktivnosti i smenu događaja. Istraživanje je usmereno na fenomen spektakla, pa glavna analiza polazi od definisanja njegovog pojmovnog značenja. Posmatrano metodološki, istraživanje se kreće u teorijskom diskursu prostornosti spektakla, analizama stavova različitih autora, sa prikazom odabranih primera prostornih struktura. Javni (gradski) prostor predstavlja primarno mesto manifestacije javne kulture. Spektakl je tretiran kao prizor, scena, događaj koji privlači pažnju. Rezultat istraživačkog rada je predlog arhitektonske forme gradskog hibrida, sa aktivnostima kulturnog tipa i sadržajima privremenog i stalnog karaktera.

**Abstract** – The purpose of this paper is to examine the advantages of public spaces designed for the realization of cultural activities and events. The research is focused on the phenomenon of spectacle, and the core analysis starts with the definition of its conceptual meaning. Methodologically, research represents an insight into the theoretical discourse of spectacle's spatialization, offering different views of various authors with the presentation of selected examples of spatial structures. Public space is the primary place of the public culture's manifestations. The spectacle is treated as a scene, or any event that attracts attention. The result of the research is a proposed architectural form of the urban hybrid, filled with cultural activities and contents of temporary and permanent character.

**Ključne reči:** arhitektonsko projektovanje, javni prostor, prostor kulture, Arhitektonski hibrid, događaj, spektakl

**1. UVOD**

„Arhitektura je pravljenja od čoveka i za čoveka” [1] i deo je naše memorije. „Pitanje prostora“ je jedno od najčešćih pitanja u interdisciplinarnim istraživanjima. Pretpostavka je da je povod ovom interesovanju to što nas u osnovi okružuju dve stvari: prostor i materija. U arhitekturi, mnogo pažnje je posvećeno problematici prostora, na čiju temu pišu mnogi kritičari i teoretičari.

Brajen Loson (Bryan Lawson) definiše arhitektonski i urbani prostor kao „kontejnere za smeštaj“, dok Anri Lefevr (Henri Lefebvre) vidi prostor kao „društveni proizvod“ – prostor, prema njemu, proizvodi društvene odnose i proizvod je istih [2].

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Miljana Zeković.

Bruno Zevi (Bruno Zevi), definiše arhitekturu kao „umetnost prostora“. Međutim, taj prostor ne predstavlja samo „izložbu pojedinačnih arhitektonskih dela kao slika u galeriji” [3]. On je životna sredina celokupnog ljudskog bića, koju ono zauzima bilo statično ili u pokretu, a možda čak i više od toga. Zevi smatra da arhitektura nije samo umetnost, niti slika minulih vremena viđena od nas ili nekog drugog - „to je pre i iznad svega okvir, scena na kojoj se odvija naš život” [4]. Ovu scenu je moguće odrediti kao onu koja emituje intrigantne prizore iz „velike predstave“. Scena kojom doživljavamo spektakl.

Pitanje prostora je kompleksno i kontradiktorno. Shodno tome, ovom tematikom ćemo se baviti u granicama koje obuhvataju predmet istraživanja ovog rada. Fokus istraživanja usmeren je i na fenomen spektakla, pa glavna analiza polazi od definisanja njegovog pojmovnog značenja. Kako istraživački obraditi fenomen spektakla koji samouvereno opstaje u svakodnevnoj upotrebi? Kako ga problematizovati, da bi se otkrila njegova značajna uloga – tema je ovog istraživačkog rada. Pored toga, tematski okvir istraživanja obrađuje i pitanja javnih prostora kao prostora za kulturu.

Rad ima za cilj analiziranje gradskog prostornog okvira za odvijanje spektakla kao događaja, gde je potrebno da se u programskom delu zadatka osmisli i uvede dramaturgija događaja, definišu aktivnosti kulturnog tipa i prostorno-programske potrebe. Zadatak je formiranje hibridnog prostornog artefakta, čiji karakter i namena podrazumeva iniciranje ideja, uključivanje aktivnosti i sadržaje privremenog i stalnog karaktera.

**2. SPEKTAKL KAO FENOMEN**

Fenomen spektakla sreće se prvi put u Starom Rimu, gde se uvode metode „panem et circenses” („hleba i cirkusa” ili „hleba i igara”) u upravljanju i održavanju javnog reda, usled nemogućnosti vlasti da reši društveno-ekonomske probleme. Za rezultat ovakve predstave, zadužena je bila iluzija građanske moći. Međutim, kao oblik sticanja političke moći i prikriivanja socijalnog nezadovoljstva, spektakl kao takav postoji i dalje u savremenom društvu.

Spektakl se kroz istoriju menjao. Menjali su se načini izvođenja spektakla i njegove forme, ali je izazivanje osećaja uzbuđenja opstajalo. „Danas, u širem smislu, spektakl tumačimo kao izuzetan prizor ili bilo koji događaj koji privlači pažnju, odnosno komunicira sa velikom publikom ostavljajući jak utisak” [5].

Situacionista Gi Debor (Guy Debord), uvodi pojam *spektakl*, koji će važiti za centralni termin situacionističke teorije. On prati razvoj modernog društva i spektaklom definiše sistem koji je nastao u mešanju razvijenog kapitalizma, masovnih medija i vlasti koje podržavaju ove fenomene [6]. Prema Deboru „današnje društvo je društvo spektakla“. U svojoj knjizi *Društvo Spektakla (Society of the Spectacle)* on navodi da: „*Sagledan u celini, spektakl je u isto vreme rezultat i cilj vladajućeg oblika proizvodnje. On nije samo dekor stvarnog sveta, već samo srce nestvarnosti ovog društva. U svim posebnim aspektima – vestima, propagandi, reklamama, zabavi – spektakl predstavlja vladajući oblik života.*” [7]. Postmodernisti, poput Bodrijara (Jean Baudrillard), uviđali su uticaj spektakla i medijskih poruka krajem XX i početkom XXI veka - „Oni su svet ovih pojava opisali kao jednu hiperrealnost, ali nisu iskoristili svoju analizu za isticanje eksploatacije i represije, kao što je to učinio Debor” [8].

Oksfordski rečnik engleskog jezika, spektakl definiše kao „*performans ili događaj koji je veoma impresivan i uzbudljiv za gledanje*”. Sama reč datira iz srednje-engleskog kada je označavala „*posebno pripremljen i aranžiran kadar*”, sa poreklom u latinskom *spectaculum* „*predstava*” i *spectare* „*da vidite, da gledamo*”. U Velikom rečniku stranih reči i izraza izdvajaju se dva značenja: „*velika raskošna predstava ili priredba sa mnogo efekata, privlačna za široku publiku*”; „*zanimljiv, uzbudljiv, veličanstven prizor*”, dok Rečnik srpsko-hrvatskog književnog jezika definiše spektakl kao „*interesantan prizor, veliku predstavu*”.

### 3. JAVNI PROSTOR KAO KULTURNI PROSTOR

Javni prostori predstavljaju osnovni element urbanog sistema svakog grada. Njihova funkcija je, prvenstveno, da omoguće i pospeše komunikaciju među korisnicima. Trgovi, šetališta, parkovi i reprezentativne saobraćajnice određuju karakter i duh jednog grada i kao takvi od velikog su značaja za grad. Koncept javnog prostora potiče od grčkog termina *agora*, koji je generalno predstavljao mesta na kojima su građani razmenjivali mišljenja i uživali u slobodi govora. Agora je, pre svega, bila centralno tržište, ali i mesto za ceremonije i prikazivanje spektakla.

Prema Pjeru Lajaku (Pierre Lajac), danas javni prostor nije više sveden na mesto. On smatra da su javni prostori deo virtuelnog prostora u kojima se susreću sve televizije sveta i multimediji i da grad gubi na korišćenju svojih javnih prostora kao mesta društvenog života. Prema tome „*ulični teatar teži da odgovori na proizvod „urbanog društva”, i to posredstvom iznenadnog, slučajnog, neočekivanog, neobičnog na mestima gde se odvija svakodnevni život*” [9]. U svakom slučaju, javni prostori su dragoceni deo svakog grada, koji igraju važnu ulogu u društvenom i ekonomskom životu zajednice. Predstavljaju mesta susreta i kao takvi, važan su društveni resurs.

Na osnovu uobičajenih klasifikacija, objekti kulture pripadaju tipološkoj vrsti „objekti javne namene“ (javni objekti) [10]. To su institucije kulture polivalentnog tipa u kojima se sjedinjuju umetnost i savremeni umetnički žanrovi sa edukativnim programima i programima za animaciju publike. Kao takve, imaju sposobnost brze promene i transformacije. Ovi objekti predstavljaju institucije

otvorene za svakog korisnika i imaju zadatak da obezbede događaj realizovan kroz neki kulturni sadržaj. Kulturni prostor kao pojam, sličan je onom „*prostoru kulture i kulturnih događaja*”, a Cvetičanin ih definiše ovako:

„*Kulturni prostori su svi oni fizički i virtuelni prostori u kojima čovek zadovoljava svoje „kulturne potrebe”, bez obzira da li su ti prostori isključivo namenjeni za kulturu ili su deo svakodnevnog okruženja.*” Kao takvi predstavljaju zatvorene i otvorene prostorne celine, delove urbanih i prirodnih prostora ili virtuelne stvarnosti, u kojima su locirana kulturna dobra ili se u njima realizuju kulturni sadržaji [11]. Imaju uticaj na razvoj umetničke sredine, na socijalizaciju i interakciju među korisnicima, ali nisu jasno predodređeni za edukaciju stanovništva na polju kulture, iako mogu da budu.

### 4. GRAD I SPEKTAKL

Gradovi su mesta koncentracije kulture, obrazovanja, društvene moći; predstavljaju atraktor događaja, epicentar razvoja i jedino zamislivo mesto za život savremenog pojedinca. Spektakl se u gradovima pojavljuje uporedo sa razvojem vizuelne tehnologije i danas predstavlja začajno obeležje grada. Moderni grad se, prema Bodrijaru određuje kao „*spektakl potrošnje i potrošnja spektakla*”. Ova njegova ideja dosta dobro izražava tesnu vezu između grada i spektakla kao dve značajne i složene socio-prostorne tvorevine. Odnos između grada i spektakla je složen i uspostavlja se na mnogo različitih nivoa.

Gradovi imaju jedinstven kulturni i arhitektonski kvalitet, jaku snagu socijalnog uključivanja i izuzetnu mogućnost za ekonomski razvoj. Oni su centri znanja, izvori rasta i inovacija. Međutim, istovremeno ih prate demografski problemi, socijalna nejednakost kao i problem socijalne isključenosti specifičnih grupa stanovništva. Da bi grad predstavljao delo, poput umetničkog, potrebno je prostorne okvire grada oblikovati prema navikama i potrebama društva.

Prostori namenjeni spektaklu predstavljaju jedno od najsnažnijih obeležja duha i karaktera grada. Prostorni okvir grada namenjen spektaklu predstavlja različita mesta gradske mreže: ulica, trg, stanica, šetalište, park, dvorište, parking. Kada je spektakl klasifikovan kao gradski, to znači da je primljen na zajedničkim prostorima na kojima se ljudi kreću, jedu, piju, gledaju – jednom rečju žive. Grad je kao ogromna predstava događaja spektakla. Gradski prostor je bučan, prepun reči i pokreta, znakova. On je pun života. Pojam spektakl tretiran je u raznolikosti svojih pojava i oblika, stoga se u radu bavimo interakcijom prostornog identiteta, programskog koncepta i recepcije prostora namenjenih spektaklu.

### 5. ZAKLJUČAK TEORIJSKOG ISTRAŽIVANJA

U današnjem medijski zasnovanom društvu, često gubimo iz vida realnost našeg života. Naši susreti se sve češće dešavaju u „*sajber*” prostorima umesto interakcijom „*licem u lice*”. Snaga slučajnog susreta se sve više smanjuje. Živimo u društvu koje svakodnevni život stavlja u privatnu sferu: „*u privatnom automobilu*”, „*na privatnom random mestu*”, što predstavlja jasne znake da grad i javni prostori imaju značajni uticaj za društveni život ljudi.

Javni prostori nemaju jasne propise poput plaćanja uzlaznice ili poštovanja kodeksa oblačenja. Oni nude iznenađenja i neočekivana zadovoljstva, kao što su: prizori dečijeg igranja, šetnje mladih i „časkanje” starih. Mesta su u kojima se beg od dosade, usamljenosti i svakodnevnih obaveza pretvaraju u scenu; gde ne postoji jasna razlika između posmatrača i onoga što posmatramo – svi su na sceni i deo su publike. „Svaki događaj nastao u realnom prostoru spontano ili promišljeno, predstavlja spektakl” [12]. Ako bismo tražili definiciju spektakla koja najpribližnije odgovara temi istraživanja, onda je to ova koju nudi Dinulović. Međutim, njegovu definiciju moguće je dodatno odrediti Deborovom, koji navodi da je spektakl „društveni odnos između ljudi, posredovan slikama” [13]. Medijska transkripcija nam spektakl prenosi tako da od „spektakularnog” događaja očekujemo nešto više od događaja, što po definiciji nije. Pod pretpostavkom da je svaki događaj spektakl, način konzumacije prostora i informacija u prostoru, odnosno doživljaj tog prostora ili oblika arhitekture jeste spektakl.

## 6. DEFINISANJE UŽEG TEMATSKOG OKVIRA

Prema standardnoj definiciji i klasifikaciji, pojam spektakl naročito se oslanja na pojam događaj. Događaji se najpre klasifikuju prema oblastima – kulturni, politički, sportski događaji, a zatim se rangiraju prema tipovima kao što su festivali, koncerti, performansi, teatri, film ili prema žanrovima: muzički, filmski, pozorišni događaji. Prostori se okvirno mogu postaviti kao: izložbeni, scenski, sajamski, performativni, edukativni, sportski itd.; mogu se razložiti na više programskih jedinica i kao takvi mogu se povezati u jedan hibridni prostorni sistem otvoren za sve vrste događaja. Ovakvi prostori će se pojmovno koristiti kao prostori mogućnosti.

**KULTURNI PROSTORI ↔ PROSTORI MOGUĆNOSTI**

### 6.1. Prostori mogućnosti

Prostori mogućnosti su „osvetljena pozornica za odigravanje spektakla“ u kom korisnik postaje deo igre. Oni podrazumevaju sadržaje privremenog i stalnog karaktera, sa aktivnostima koji emituju događaje zasebno ili ostaju povezani u jedan prostorni sistem – hibrid. U sadržaje privremenog tipa, možemo uvrstiti događaje koji se prikazuju na prostornim instalacijama efemernog karaktera, dok sadržaji stalnog karaktera mogu biti oni čiji prostor ima stalnu formu, koja pruža mogućnost dopunjavanja aktinosti i smenu događaja.

### 6.2. Pristup programu

Prostori mogućnosti se okvirno mogu postaviti kao: izložbeni, scenski, sajamski, performativni, edukativni, sportski itd. Karakter i namena ovih prostora podrazumeva iniciranje ideja, produkciju i realizaciju originalnih izložbi – likovnih, kulturoloških, kao i učestvovanje u konceptualizaciji i interpretaciji festivala, scenskih sadržaja, performativnih predstava i instalacija, kao i drugih aktivnosti i sadržaja stalnog ili privremenog karaktera; dakle, prostorne formacije koje stvaraju i prezentuju događaje. Spektakl sadrži elemente mnogih umetnosti: književnosti, muzike, glume, slikarstva, vajarstva, arhitekture itd. Ilustracije radi, pod nazivom „sala za spektakl“ kriju se bioskopi, pozorišta, domovi

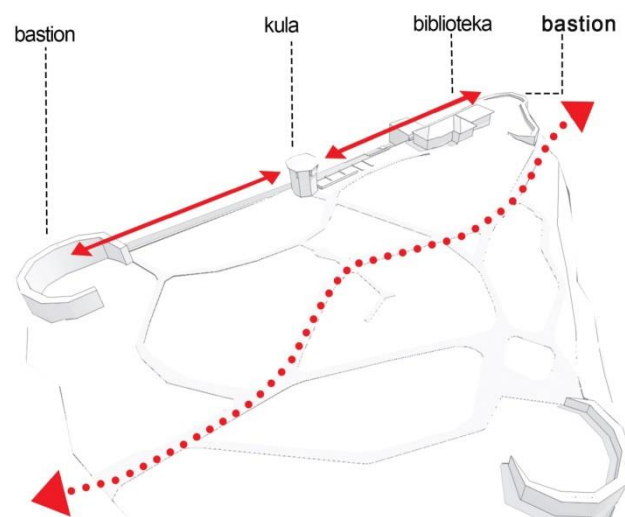
kulture, kulturni centri, kuće slobodnog vremena, polivalentne sale, i tome slično. Ako se ovome doda upotreba javnog spoljašnjeg prostora za spektakl: od trgova, parkova i ulica do grada u celini, stvar postaje još razudjenija. Teritorija spektakla je grad ili deo grada Novog Pazara.

## 7. KONTEKST I ANALIZA LOKACIJE

Javni prostori Novog Pazara još uvek drže svoju primarnu funkciju, predstavljajući žižna mesta grada u kojima je koncentracija ljudi velika. Međutim, događaji u ovim prostorima nisu ono što karakteriše njihovo korišćenje.

### 8.1. Lokacija – prostorni okvir za spektakl

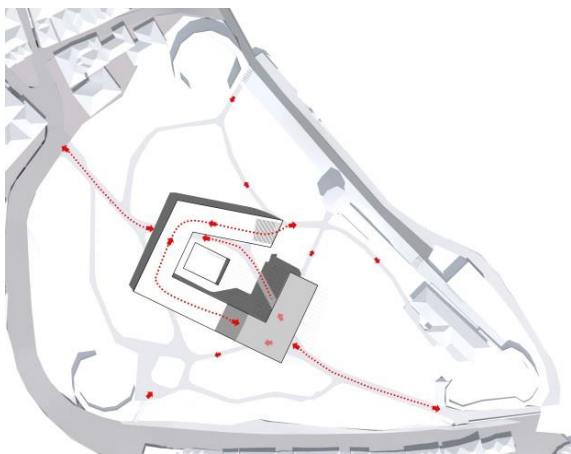
Razvojni proces rada na temu, odvijajući se u zoni gradskog parka u Novom Pazaru koju formira tvrđava. Park se nalazi u centru grada, u neposrednoj blizini gradskog trga i gradskog rekreativnog centra između kojih protiče reka Raška. Zonu gradskog parka formiraju tvrđava sa kulom, koja je ujedno i simbol grada Novog Pazara, tri bastiona i gradska biblioteka. Ona predstavlja i tranzitno mesto zbog toga što vodi do centra grada i okolnih sadržaja, ali je bez ikakvih sadržaja, kojima bi se prolaznici animirali da se na ovom mestu i zadrže.



Slika 1. Postojeće stanje lokacije i zona delovanja

## 9. PROSTORNI KONCEPT

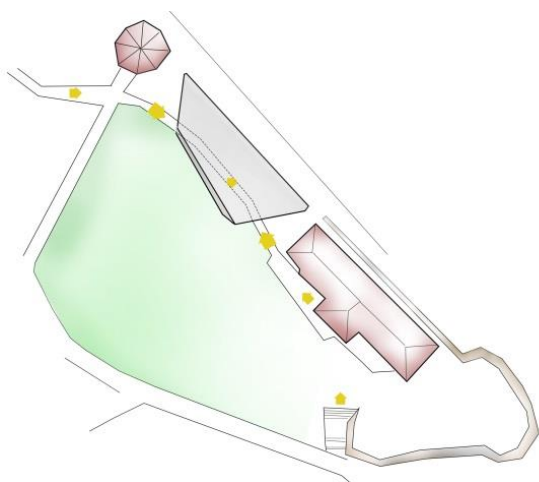
Razmatranjem celokupnog rada na zadatu temu, ideja je da se formira centar kulture u parku spektakla. Karakter i namena centra podrazumeva sadržaje koji nude inkluzivno i neformalno obrazovanje. Osim toga, ideja je da se u zoni duž bastiona, kule i gradske biblioteke, predvide prostorne instalacije efemernog karaktera. Predložena struktura treba da predstavlja urbani hibrid – arhitektonski aretefakt koji transformiše prostorni okvir u novi gradski pejzaž. Kako je pristup lokaciji dostupan iz više pravaca, novu prostornu formaciju potrebno je prilagoditi postojećim stazama gradskog parka. Samim tim, ideja o konceptu polazi od „kretanja“.



Slika 2. Dijagramski prikaz pozicije objekta i konceptualna analiza kretanja



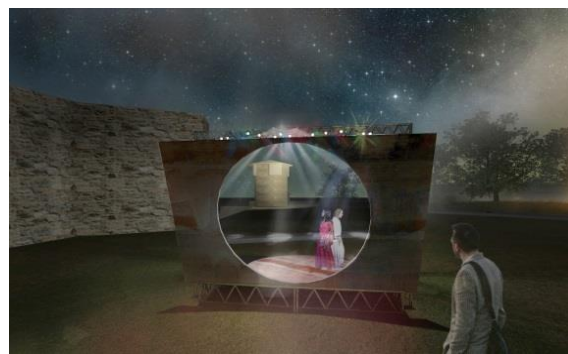
Slika 3. Prostorni prikaz objekta



Slika 4. Dijagramski prikaz pozicije objekta i konceptualna analiza kretanja



Slika 5. Prostorni prikaz paviljona



Slika 6. Prostorni prikaz i pozicija instalacije

## 10. LITERATURA

- [1] Ž. N. L. Diran, *Pregled predavanja iz arhitekture*, 2005
- [2] B. Lawson, *The language of space*, H. Lefebvre, *The production of space*, priredila Pelin Dursun u *Architects are talking about space*, 2009 – 2
- [3] K. Gordon (Calen Gordon), *Gradski pejzaž*, 1971
- [4] B. Zevi, *Kako gledati arhitekturu*, 2000, poglavlje jedan i dva
- [5] [6] O. Marelja, M. Zlatanović, *Grad kao mesto performativnosti i spektakla*  
<http://urbanep prakse.blogspot.rs/2013/02/grad-kaomesto-performativnosti-i.html>
- [7] [13] G. Debord, *Društvo spektakla 1967*, 2003 – 4
- [8] Vels, Liz, *Fotografija*, 2006  
[http://web.fmk.edu.rs/files/blogs/2009-10/I/Audio\\_viz\\_1/Amra/vels\\_liz\\_fotografija.pdf](http://web.fmk.edu.rs/files/blogs/2009-10/I/Audio_viz_1/Amra/vels_liz_fotografija.pdf)
- [9] P. Lajak, *Šalon na ulici*, prevela sa francuskog A. Topalović, 2000 – 79
- [10] R. Dinulović, D. Konstantinović, M. Zeković, *Arhitektura objekata domova kulture u Republici Srbiji*, 2012
- [11] P. Cvetičanin, *Kulturni prostori*, 2014, slajd 2 i 3
- [12] R. Dinulović, *Ideološka funkcija arhitekture u društvu spektakla* <http://www.scen.uns.ac.rs/wp-content/uploads/2013/03/Ideoloska-funkcija-arhitekture-u-drustvu-spektakla-sa-prologom.pdf>

### Kratka biografija:



**Irma Ćurkić** rođena u Novom Pazaru 1990.godine. Diplomirala je na Državnom univerzitetu u Novom Pazaru 2013.godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka odbranila je 2017.godine iz oblasti Arhitektonskog projektovanja.



**OBJEKAT ZA PALIJATIVNO ZBRINJAVANJE U NOVOM SADU****PALLIATIVE CARE OBJECT IN NOVI SAD**Milena Živković, Dragana Konstantinović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ARHITEKTURA**

**Kratak sadržaj** – Studija se bavi pitanjem smeštaja i nege pacijenata u terminalnim fazama neizlečivih bolesti i načinom na koji arhitektura može odgovoriti na tako kompleksan zadatak. Kako nije u pitanju standardna tipologija, prikazuju se svi relevantni faktori koji dovode do konačnih zaključaka u vezi sa individualnim potrebama negovatelja i onih koji se neguju, kao i adekvatne funkcionalno-prostorne organizacije u cilju nesmetanog, a humanog odvijanja svih procesa tokom perioda života koji prethodi smrti.

**Abstract** – The study deals with the issue of accommodation and care for the patients in the final stages of terminal diseases, as well as the ways in which architecture can respond to such a complex task. Since this is not a standard typology, all of the relevant factors which lead to final conclusions are shown, in relation to the individual needs of the caregivers and patients, as well as adequate functional-spatial organization in the purpose of unobstructed and humane unfolding of all the processes during the period of life prior to death.

**Ključne reči:** palijativna nega, hospis, posebno stanovanje, arhitektura bolnica i humana arhitektura

**1. UVOD**

Predmetna tema obuhvata korisnike koji se nalaze u terminalnim fazama neizlečivih bolesti, odnosno - u palijativnom stadijumu, i kao zadatak ima kreiranje prostora u što većoj meri prilagođenog svim identifikovanim zahtevima. Neophodno je poznavanje osnovnih manifestacija koje se javljaju u većini slučajeva, kako bi se mogao steći uvid u potrebne sadržaje i osećaj za njihovo dimenzionisanje.

Vrlo je bitno precizno definisati „palijativni stadijum bolesti“ – to je stadijum kada bolest više ne reaguje na ciljani farmakološki i nefarmakološki tretman, i kada tretman simptoma i kvalitet života pacijenta postaju dva prioritarna cilja [1].

Različiti pristupi u proučavanju ovog pitanja (teološki, etički, pravni, sociološki i slično) ustanovili su 3 osnovna pravca za njegovo rešavanje [2]:

1. eutanazija – ubistvo iz milosrđa;
2. distanzacija – terapijska ustrajnost;
3. ortotanzija – poštovanje opšte dobrobiti za pacijenta, garancija dostojanstva pacijenta tokom života, ali i za vreme umiranja.

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Dragana Konstantinović, docent.**

Koncept hospisa i palijativne nege u najvećoj meri je usklađen sa principima ortotanzije, ali je izuzetno važno uočiti da svaki od procesa, osim što na različite načine vodi ka istom ishodu, zahteva suštinski jednaku negu u poslednjim stadijumima života bolesnika.

Shodno navedenom, istraživanje sa aspekta arhitekture ne podrazumeva opredeljenje za bilo koji od tri navedena pravca rešavanja pitanja terminalnog stanja neizlečivih pacijenata. Važno je bazirati se na raspoložive zaključke svakog od zastupljenih pristupa istraživanja kroz istoriju i svaki uzeti u obzir kao jedan dodatni sloj kvalitetnog funkcionalno-prostornog rešenja, koje utiče na olakšavanje problema, za koji ne postoji adekvatno rešenje osim olakšavanja simptoma.

Pitanje neizlečivih pacijenata koji proživljavaju velike patnje vrlo često je razmatrano kroz istoriju, te je važno pitanje zašto je arhitektura, odnosno prostor u kome se svi ti specifični procesi odvijaju, tek u XX veku uvrštena u relevantne aspekte istraživanja.

S tim u vezi, tema postaje složenija i osetljivija: za razliku od, na primer, standardne tipologije zdravstvenih objekata sa velikim brojem podtipologija, ne mogu se pronaći konkretni podaci koji se tiču dimenzija neophodnih prostorija, preporučljivih standarda ili materijala, kao ni preporuke po pitanju lokacije.

**2. PALIJATIVNA MEDICINA I PALIJATIVNO ZBRINJAVANJE**

Palijativna medicina predstavlja jednu od novijih subspecialističkih grana moderne medicine, prvenstveno onkologije, nefrologije, neurologije i anesteziologije. Njeno interesovanje je primarno bazirano na nezi terminalno obolelih bolesnika, odnosno bolesnika u završnim fazama bolesti, u slučaju kada klasična medicina svojim dijagnostičko-terapijskim i naučno-tehnološkim pristupom pacijenta više ne može vratiti u stanje zdravlja, odnosno postići odsustvo bolesti kod istog.

Prema definiciji Svetske zdravstvene organizacije, palijativno zbrinjavanje je pristup koji ima za cilj da poboljša kvalitet života bolesnika obolelih od neizlečivih bolesti kao i članova njihovih porodica, a putem anticipiranja, preveniranja i ublažavanja patnje [1].

Kvalitet života predstavlja ideju vodilju palijativnog zbrinjavanja i definiše se kao „percepcija vlastite životne pozicije od strane pojedinca, u kontekstu kulture i vrednosnog sistema u kome živi, a u vezi je sa njegovim ciljevima, očekivanjima, standardima i interesovanjima.“

Završetak života različit je za svaku osobu i svaka osoba tokom ovog perioda ima jedinstvene potrebe za informisanošću, podrškom i zbrinjavanjem uopšte [3].

Palijativno zbrinjavanje:

- obezbeđuje ublažavanje bola i drugih simptoma koji izazivaju patnju;
- afirmiše život i posmatra umiranje kao normalan proces;
- ne ubrzava, ali ni ne odlaže nastupanje smrti;
- objedinjuje psihosocijalne i duhovne aspekte zbrinjavanja pacijenta;
- obezbeđuje sistem podrške sa ciljem da pomogne pacijentima da vode što aktivniji život sve do smrti;
- obezbeđuje sistem podrške porodici pacijenta sa ciljem da im pomogne u borbi tokom trajanja bolesti, kao i u periodu tugovanja posle smrti pacijenta;
- koristi timski pristup prilikom procene potreba pacijenata i njihovih porodica, uključujući savetovališta za ožalošćene;
- poboljšava kvalitet života, a može pozitivno da utiče na tok same bolesti.

Palijativno zbrinjavanje je moguće primeniti i u ranim fazama bolesti zajedno sa drugim vidovima lečenja koji imaju za cilj da produže život (hemioterapija, radioterapija) i uključuje one pretrage koje su neophodne za bolje razumevanje i rešavanje kliničkih komplikacija koje uzrokuju patnju.

Dostupnost palijativne nege mora biti uslovljena potrebama bolesnika i njegove porodice i ne sme biti ograničena tipom bolesti, geografskom lokacijom ili socijalno-ekonomskim statusom onoga kome se nega pruža [1].

Palijativna medicina ne služi praćenju umiranja, već obnavljanju preostalih životnih sposobnosti bolesnika. Osnovni cilj je da se psihički i fizički nestabilni pacijenti kontrolom simptoma emotivno i duhovno stabilizuju [2].

Palijativno zbrinjavanje razvilo se u totalno celokupno zbrinjavanje u čijem središtu je pacijent [4].

### 2.1. Hospis

Hospis je prvenstveno filozofija nege, ali masovnim širenjem pokreta za njen razvoj postaje ujedno i naziv za modernu zdravstvenu ustanovu sa složenim sistemom pružanja pomoći ljudima na kraju njihovog života, ali i njihovim porodicama – ne samo tokom bolesti bližnjeg, već i nakon smrti [2]. Sam pojam je kroz istoriju opisivao konačišta uz hodočasničke puteve, namenjena bolesnima, siromašnima i umornim putnicima koji su tu prolazili, sa osnovnom svrhom da im pruže smeštaj i neophodnu negu. U skladu s tim, gostoljubivost se često vodi kao sinonim za hospis [5].

Filozofija hospisa naglašava da se uvek nešto može učiniti u cilju pomoći bolesnicima i upravo je pokret za širenje ove filozofije imao glavni međunarodni uticaj u promovisanju palijativne medicine i palijativne nege, kao i poboljšanja standarda nege u opštem smislu [6].

Zbog sve veće javne i profesionalne zabrinutosti usled učestalog manjka kvalitetne kontrole bola, posebno za terminalne bolesnike koji boluju od nekog oblika karcinoma, 1990. godine u pitanje palijativne nege se uključuje i Svetska zdravstvena organizacija, koja objavljuje izveštaj pod nazivom *Oлакшanje bola uzrokovanog rakom i palijativna nega* (SZO, 1990). Ovim dokumentom se prvi put zvanično i konkretno definišu relevantni pojmovi: palijativna medicina, palijativna nega, hospis (u savremenom kontekstu, izvan istorijskih odrednica) i njihovi principi i područja delovanja [7].

### 2.3. Odnos arhitekture i hospisa/palijativne nege

U obliku specijalizovane ustanove, odnosno zasebnog objekta, u kojoj se sprovodi specijalizovana nega o pacijentima u terminalnim fazama neizlečivih bolesti, hospis je plod tek novog veka. Palijativna nega se u ranijim razdobljima sprovodila u prenamenjenim objektima stambenog ili ugostiteljskog karaktera.

Pri planiranju objekata za sprovođenje palijativne nege, vrlo je važno primeniti tri osnovna principa [8]:

1. fleksibilnost,
2. varijabilnost,
3. mogućnost proširenja.

Dok su ranije ustanove zdravstva bile projektovane kao medicinsko-hirurške ustanove, danas je prisutan zaokret u pravcu planiranja koji u osnovnom konceptu ima osobine planiranja hotela, a sve u cilju stvaranja domaće atmosfere, kojoj se često daje primat na štetu higijenskih zahteva. Potrebno je naći optimum između ovih težnji, naročito pri planiranju hospisa, ali su upravo ove promene ono što najviše ide u prilog realizaciji osnovnih principa koncepta palijativne nege.

Sve navedeno utiče na konkretnije definisanje samog predmetnog zadatka – idejno rešenje objekta za palijativnu negu suštinski predstavlja balans između pukog funkcionalizma i puke estetike, iako se blaga prednost daje kvalitetnoj funkciji u odnosu na ostale aspekte arhitekture. Ovo se ujedno odnosi na balansiranje između savremenih tokova i potreba, koje su se menjale i usložnjavale tokom vremena, i prvobitnih osnovnih zahteva za prostorima koji pružaju zaštitu i uslove za odvijanje osnovnih funkcionalnih procesa.

Suštinski je važno fokusirati se na potrebe jedinice koja je u terminalnom stanju neizlečive bolesti, odnosno funkcionalnu šemu započeti od razmatranja pojedinca, a širiti je i usložnjavati sukcesivno uzimajući u obzir ostale relevantne faktore i učesnike.

Osim podataka koji se odnose na periode osnivanja i početka širenja palijativne nege, opširniji materijal za proučavanje funkcionalnih procesa i načina zadovoljenja potreba korisnika javlja se tek devedesetih godina dvadesetog veka. Mali je broj dokumenata koji se bave konkretnim smernicama za projektovanje u početnim fazama razvoja ovog pokreta, te je jedna od retkih smernica u vezi sa ulogom arhitekture u celokupnom procesu ona koja se tiče broja soba, odnosno veličine objekta. Grupi „malih hospisa“ pripadali su objekti koji su raspolagali sa 12 do 25 kreveta, dok su grupi „velikih hospisa“ pripadali oni sa 40 do 60 kreveta, pri čemu je prva grupa smatrana kvalitetnijom jer se bliskost koja se stvara među osobljem prenosi na bolesnika i tako stvara kvalitetniju negu. Ova preporuka je uključivala i pretpostavku da pacijenti u tako delikatnim trenucima ne žele biti sami, zbog čega je utvrđen broj od četiri kreveta u svakoj sobi, kao optimalan. Fleksibilnost ovako postavljene smernice ogleдалa se u mogućnosti obezbeđivanja jednokrevetnih prostorija za boravak, ukoliko bi pacijenti izrazili posebnu pažnju za tim [5].

Pored navedenih tehničkih parametara, vodilo se računa i o ukupnom dizajnu – preporuka je da sobe budu prikladno obojene, sa širokim prozorima koji bi omogućavali vezu

sa okruženjem, odnosno pogled na ulicu, zelenilo, grad. Kako se i očekuje, nameštaj obezbeđuje ustanova smeštaja, ali je fleksibilnost i u ovom slučaju naglašena – ostavljena je mogućnost da pacijenti ili članovi porodica donesu neophodno, što poboljšava uslove smeštaja [5].

Posmatrano u široj situaciji, zaključak je da je najpovoljnija lokacija u blizini veće bolnice, u slučaju potrebe za stručnim zahvatima, koji nisu predviđeni aktivnostima hospisa.

Sa pacijentima se postupa kao sa gostima ugostiteljskih objekata, što je usklađeno sa izvornim značenjem *hospitium*-a („kuća u kojoj se ugošćuju putnici i hodočasnici“), a što je takođe prethodnica savremenog tretiranja bolnica, koje se zasniva na preplitanju standarda za projektovanje zdravstvenih objekata i ugostiteljskih objekata, konkretno hotela [5].

Osim brige o pacijentima koji borave u ustanovi, važno polje delovanja odnosi se i na društvenu negu, odnosno brigu o članovima porodica nakon smrti pacijenata [5].

Arhitektonska praksa u svakom trenutku treba da ima u vidu i ekonomski aspekt celokupne studije. Finansiranje projekta ne podrazumeva samo objekat i njegovo izvođenje, već i višegodišnje pružanje usluga onima kojima su najpotrebnije. Ovim se postavlja novi zadatak – osim kompromisa između funkcionalizma i estetike, postrebno je ostvariti kompromis između svih zahteva (prostornih, smeštajnih, tehničkih, farmaceutskih i slično) i relativno ograničenih novčanih sredstava.

### 3. ODNOS FUNKCIONALNIH JEDINICA I POTREBA KORISNIKA

U centar konceptualnog rešenja stavljaju se pacijenti, odnosno njihove specifične potrebe, koje u većini slučajeva isključuje mogućnost sagledavanja ili intenzivnijeg korišćenja samog prostora u kome borave. U pitanju su osobe koje su konstantno ili veći deo vremena u ležećem položaju, te se kao prvi zahtev javlja prilagođavanje unutrašnjosti pacijentove sobe njegovim ograničenim mogućnostima i potrebama.

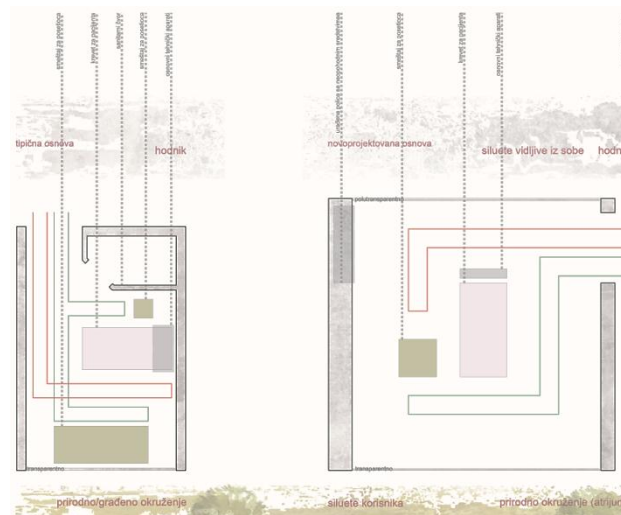
Još jedan od faktora koji „opravdavaju“ primarni fokus na pacijente je činjenica da sve druge kategorije korisnika – medicinski radnici, duhovni radnici, članovi porodica/posetioci, po pravilu imaju manje prepreka u korišćenju ili savladavanju prostora. Iz navedenog proizilazi zaključak da prostor prilagođen korisnicima sa ograničenim mogućnostima, istovremeno postaje prostor namenjen svim pretpostavljenim korisnicima.

Iako tipična bolnička soba na teritoriji Srbije podrazumeva boravak većeg broja pacijenata, analiza polazi od tipične jedinice namenjene samo jednoj osobi.

U pitanju je prostor do koga prirodna svetlost dopire od jednog, najčešće bočno postavljenog izvora u odnosu na položaj kreveta, u kome se aparatura za održavanje i olakšavanje stanja pacijenta nalazi bočno od ležaja, uvek u zoni koju pacijent lako obuhvati pogledom.

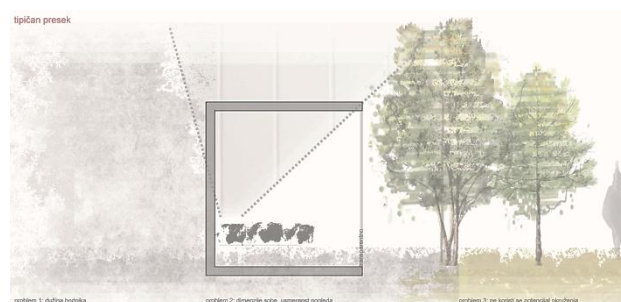
Toalet je sastavni deo sobe, u malom broju slučajeva prilagođen zahtevima ograničenih fizičkih mogućnosti pacijenta.

Komunikacije posetilaca i zaposlenih se u velikoj meri prepliću.



Slika 1. Upoređivanje funkcionalne organizacije tipične bolničke sobe i novoprojektovane sobe

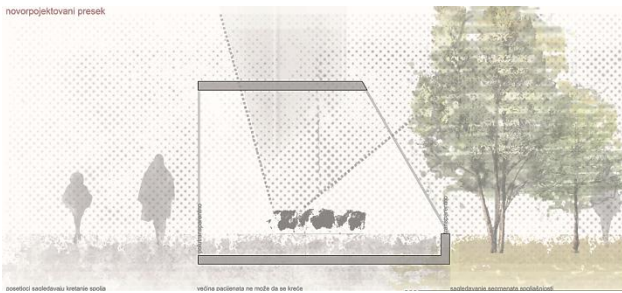
Novoprojektovanim rešenjem nastoji se postignuti veći komfor sobe za boravak – predviđaju se znatno veće dimenzije upotrebnog prostora, znatno veći ulaz, kako bi preplitanje putanja različitih kategorija korisnika bilo svedeno na minimum, kao i otvaranje prostorije na dve strane. Otvorenost i usmeravanje pogleda korisnika ka prirodnom okruženju je očekivana. Drugim otvorenim segmentom se uvodi koncept „istovremenog prisustva i odsustva“ u projektantski pristup. U pitanju je povezivanje sa hodnikom, kojim cirkulišu zaposleni, posetioci i ciljna grupa korisnika, odnosno pacijenti. Ovaj segment ima prvenstveno psihološki doprinos – važno je u svakom trenutku biti svestan da postoji još osoba koje pod istim krovom dele slične probleme i imati odluku u svojim rukama kada i koliko ostvariti interakciju sa njima, odnosno da li je uopšte ostvariti. U skladu sa navedenim, pretpostavlja se i različiti stepen transparentnosti otvorenih segmenata prostorije za boravak – u potpunosti transparentna pregrada ka prirodnom okruženju i polu-transparentna pregrada ka hodniku.



Slika 2. Konceptualni prikaz preseka tipične sobe za smeštaj pacijenata

Istraživanja su pokazala da je i pored savremenog dizajna, modernih materijala i tehnologija, najčešća slika koju analizirana kategorija pacijenata vidi tokom boravka u sobi – plafon, odnosno materijal kojim je obložen.

Potez kojim se minimalno narušava funkcija i način korišćenja sobe za smeštaj, što se prvenstveno odnosi na nesmetan rad medicinskih radnika, jeste postavljanje transparentnog segmenta „omotača“ sobe pod određenim uglom.



Slika 3. Konceptualni prikaz preseka novoprojektovane sobe za smeštaj pacijenata

Opisana intervencija omogućava da sve kategorije pacijenata u odnosu na različite mogućnosti kretanja imaju vizuelni pristup spoljašnjosti.

Analize prostora zdravstvenih objekata sa individualnog psihološkog aspekta korisnika pokazuju da velike dimenzije hodnika, koje su uslovljene adekvatnim funkcionisanjem službi, stvaraju izuzetno neugodan osećaj kada vode ka delovima objekta u kojima se nalaze osobe sa kojima se posetioci uskoro oprašaju.

Prethodno navedene činjenice usmeravaju projektantsku odluku ka konceptu „iznutra ka spolja“, odnosno pristupu koji podrazumeva da je omotač svim neophodnim funkcijama bude od sekundarnog značaja, dok je primarno zadovoljenje potreba dominantne grupe korisnika.

#### 4. KRITERIJUMI ZA ODABIR LOKACIJE

Odabrana lokacija idejnog rešenja objekta za palijativno zbrinjavanje u Novom Sadu je Mičurinova ulica, parcela na broju 30. Osnovni kriterijumi koji su uticali na odabir su sledeći:

1. blizina kompleksa Kliničkog centra Vojvodine u radijusu od 500m – 1km, odnosno razdaljina koja se motornim vozilom, prema proceni, savladava u vremenskom intervalu do 5 minuta. Na ovaj način se sadržaji i usluge dva objekta dopunjuju na efikasan način.
2. blizina i mogućnost korišćenja parking prostora u neposrednoj blizini kompleksa Sajma. Na ovaj način se novoprojektovani objekat rasterećuje podzemnih ili nadzemnih segmenata u funkciji garaže, što je neophodan sadržaj pri obezbeđivanju funkcionalnog rešenja objekta za smeštaj.
3. imajući u vidu brzu urbanizaciju, odnosno brz tempo kojim stambeno-poslovne višespratnice počinju dominirati svim delovima grada, birana je parcela koja se što više uklapa u šablon novogradnje: ugrađena sa dve strane, sa malom površinom dvorišta, uz saobraćajnicu visoke ili srednje frekventnosti sa malim trotoarom uz fasadu prizemlja/suterena.

Na ovaj način se pronalazi „tipična parcela grada“ i konceptualno rešenje usmerava na sledeći način:

1. kako je nedostatak smeštajnih kapaciteta za predmetnu grupu korisnika veliki društveni problem, rešava se na način koji ne zahteva posebne prostorne uslove (nije potrebna velika površina, niti da objekat bude slobodno stojeći, niti da odstupa od prosečne spratnosti, ne zahteva posebne uslove pešačkog ili kolskog pristupa);

2. kako je predmetna grupa korisnika dovoljno specifična po svojim potrebama, ne izdvaja se dodatno na nivou gradskog tkiva – uklapa se u tipično okruženje i ne stvara barijeru ka potencijalnoj interakciji;

3. otvara se pitanje nastavka koncepta u vidu njegove primene na više sličnih „tipičnih parcela“ na nivou grada, kao i identifikovanje mogućnosti primene na nivou drugih gradova.

#### 5. ZAKLJUČAK

Kako je nedostatak smeštajnih kapaciteta namenjenih pacijentima u terminalnim fazama neizlečivih bolesti jedan od vodećih problema zdravstvenog sistema naše, ali i okolnih država, opisani pristup suštinski pokazuje da je obimno istraživanje, koje podrazumeva veliki broj podataka o potrebama i zahtevima funkcionalne i prostorne organizacije moguće sažeti u jednostavnu strukturu objekta i time omogućiti prost pristup rešavanju složenog problema. Ovakav potez otvara objektivne mogućnosti za masovnije širenje pokreta za palijativno zbrinjavanje.

#### 5. LITERATURA

- [1] WHO, *Palliative Care*, <http://www.who.int/cancer/palliative/en/>, pristupljeno 17.11.2016.
- [2] Anica Jušić, „*Hospicijska/palijativna medicina ili eutanazija. Kultura života nasuprot kulturi smrti*“, Socijalna ekologija: časopis za ekološku misao i sociološki istraživanja okoline, broj 6: 447-451, Zavod za sociologiju Sveučilišta u Zagrebu, 1997.
- [3] WHO QOL Group, „*Study protocol for the World Health Organisation project to develop a quality of life assessment instrument*“, Qual Life Res 2:143-159, World Health Organization, 1993.
- [4] Dragana Marić, „*Procena kvaliteta života bolesnika sa završnim stadijumima hronične opstruktivne bolesti pluća i nemikroelularnog karcinoma pluća*“, Doktorska disertacija, Medicinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 2015.
- [5] Valentin Pozaić, „*Hospicij promiče kulturu života*“, Obnovljeni život: časopis za filozofiju i religijske znanosti, broj 48: 459-476, Filozofsko teološki institut, Zagreb, 1993.
- [6] Ana Štambuk, „*Uvod u palijativnu skrb*“, Studijski centar socijalnog rada, Pravni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2013.
- [7] WHO Expert Comitee, „*Cancer pain relief and palliative care*“, World Health Organization, Geneva, 1990.
- [8] Ernst Nojfert, „*Arhitektonsko projektovanje*“, Građevinska knjiga, Beograd, 2012.

#### Kratka biografija:



**Milena Živković** rođena je 1992. godine. Diplomirala je na Fakultetu tehničkih nauka 2015.god. Master rad brani na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitektonsko projektovanje u oktobru 2017. godine.



**Dragana Konstantinović** je docent na Departmanu za arhitekturu i urbanizam Fakulteta tehničkih nauka. Predaje arhitektonsko projektovanje kao i niz predemata iz oblasti istorije arhitekture, umetnosti i kulture. Objavila je veći broj naučnih i stručnih radova, izlagala na naučnim i stručnim skupovima u zemlji i inostranstvu.

**UTICAJ MEDIJA NA MINIMALIZAM U ARHITEKTURI: CIVILIZACIJSKA  
PARADIGMA 21. VEKA****THE INFLUENCE OF MEDIA ON MINIMALISM IN ARCHITECTURE: CIVILIZATION  
PARADIGM OF THE 21<sup>ST</sup> CENTURY**

Tamara Bajić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – ARHITEKTURA**

**Kratak sadržaj** – Rad se bavi istraživanjem pojma minimalizma u doba kada konzumerizam u saradnji sa masovnim medijima preovladava na društvenoj sceni. Preispitivanjem arhitektonskih strategija i stvaranjem novih pristupa u projektovanju prostora otvara se niz mogućnosti i opcija za razvoj arhitekture kao delatnosti, kao i vraćanja pravih vrednosti i podizanja kvaliteta kako u arhitekturi tako i u samom životu pojedinaca, a ujedno i zajednice.

**Abstract** – *The master's thesis deals with the study of the production of space in the age of neoliberal capitalism. By examining architectural strategies and creating new approaches to space exploration, a platform is created in which it is possible to work towards achieving overall political participation through joint architectural projects.*

**Ključne reči:** *Minimalizam, konzumerizam, mediji, razvoj arhitekture kao delatnosti*

**1. UVOD**

Društvo je u stalnom kretanju i tranziciji, uvek podložno promenama bile one pozitivne ili negativne. Iz ove perspektive može se zaključiti da se nalazimo u prelaznom periodu, nova društva nastaju, dok druga još nisu nestala. Postavlja se pitanje koje će društvo preovladati, novo i još ne u potpunosti razvijeno ili ono već svima dobro poznato.

Danas, u 21. veku vlada kapitalističko društvo, odnosno ekonomski sistem u kojem su sva ili veći deo sredstava za proizvodnju u privatnom vlasništvu [1]. Investicije, proizvodnja i plasman dobara raspoređuje se po zakonima slobodnog tržišta. Dakle, opšte opredeljenje je primarni cilj vlasnika kapitala pre svega jeste ostvarivanje profita. Razvoj tehnologije, veliki uticaj medija, zavisnost od položaja u društvu, opterećenost materijalnim stvarima i slično, samo su jedni od aspekata i karakteristika današnjeg društva. Brz život, brza proizvodnja i brzo zasićenje doprineli su stvaranju imaginarnih života pojedinaca, današnje društvo živi paralelno u stvarnom i u virtualnom svetu, a najbitnija stavka jeste biti primećen.

Doba konzumerizma dovodi do gubitka identiteta, stapanja sa masom, uklapanja u šablone.

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila prof. dr Jelena Atanacković Jeličić.**

Savremenog čoveka okružuje tehnologija, pregršt potrebnih i nepotrebnih informacija, s toga je nemoguće da na vas ne ostavi utisak, barem jedan aspekt savremenog okruženja. Masovni mediji pokušavaju da ovladaju tehnikama manipulacije zarad što većeg profita u materijalnom ili u bilo kom drugom smislu. Uticaj društvenih mreža, medija, tehnologije uopšte ostavilo je traga na arhitekturu.

Poimanje minimalizma u arhitekturi u 21. veku potpuno se razlikuje od pravog značenja i poštovanja istinske vrednosti kako minimalizma kao stila života tako i arhitekture.

Arhitekta ima odgovornost da na sve načine očuva prave vrednosti i da stvara prostor koji ispunjava sve uslove za kvalitetan život, a ne prostor materijalnih vrednosti. Prostor nije pokazatelj materijalnih mogućnosti, nego slika života i navika pojedinca koji živi i boravi u njemu. Prostor je potrebno prilagoditi korisniku, uvođenjem reformi u proces projektovanja stambene tipologije, moguće je zadovoljiti svačije potrebe.

Uključivanjem korisnika prostora u proces projektovanja prostora, otvara se mogućnost pravljenja jedinstvenog prostora koji na sve načine odgovara potrebama. Modularna arhitektura dopušta projektovanje uprošćavanjem oblika i formi, bolju i lakšu kombinaciju funkcija i ishoduje bolje rešenje [2].

Upotrebom medija i tehnologije u svrhu postizanja kvalitetnih rezultata, ostvarivanja želja korisnika i pružanja usluga projektovanja radi zadovoljavanja pravih potreba, kao i edukacijom o istinskim dobrima, kvalitetima i uspesima, moguće je izvršiti reformu civilizacije i pokušati da društvo vratimo na pravi put, da se izbegne društveni razvoj u pravcu u kome trenutno ide, a to je stranputica.

**2. KONZUMERIZAM I IDENTITET**

Odluka o kupovini odavno više nije vođena njihovom instrumentalnom vrednošću. Ona je postala gotovo nevažna, u senci onoga što proizvod iskustveno nudi.[3]

Ne kupujemo više šampon, već ono što ćemo navodno postići upotrebom istog. Scene u okviru kojih je proizvod prikazan predstavljaju reprezentacije nesvesnih želja kupaca, potisnutih ili neispunjenih još od detinjstva. Putem reklama, nesvesne informacije ulaze u svest u svojim zamaskiranim, zamenjenim, spoljašnjim formama (proizvodima) i prepoznaju se kao deo ličnog identiteta, tačnije ekstenzija identiteta.

Kupujući auto u stvari se kupuje deo ličnosti; kupac projektuje sebe u proizvod. I to nije isto što i “kupovina ličnosti” koja je površnija po svojoj prirodi i podrazumeva kupovinu imidža u skladu sa značajem brenda [4].



Slika 1. Prikaz reklame za šampon

Iako ponekad vlada mišljenje da određenom kupovinom pojedinac postaje individua, podvlači sopstvenu ličnost i odvaja se od ostatka društva, ustvari se samo uklapa u kulturne šablone koji se na ovaj ili onaj način nameću [5].

Dakle, moguće je postati bilo ko, identitet više nije suštinski, lični izbor- već fluidan i uklopljen u ono što društvo očekuje. Umesto da pojedinac razvija sopstveni život, on ga uništava (što i jeste u osnovi reči konzumirati, latinski consumere- znači uništiti, izbrisati) [6]. Koncept stvaranja novog života je najočigledniji u priči koju prodaju ženski magazini. Gomila članaka koji se ponavljaju na temu kako da postanete fatalna žena, kako da postanete poželjniji, lepši, uspešniji - kao da nude spas od samih sebe i svoje prirode [7].



Slika 2. Naslovne strane ženskih časopisa

### 3. MINIMALIZAM – NOVI TREND ŽIVOTNOG STILA

Minimalizam je novi trend životnog stila. Po svom izvornom značenju praktikuje odbacivanje nepotrebnih stvari, kako duhovnih tako i materijalnih kao i kreiranje prostora i vremena za ono što je stvarno bitno [8].

Praktikovanje minimalizma u enterijeru kroz poštovanje pravila samo radi estetike, suprotstavlja se verovanju i istomišljenicima minimalizma. Postavlja se pitanje da li se minimalizam već gasi, ili se razvija? Projektovati i boraviti u enterijeru uređenom u minimalističkom stilu, samo zbog uticaja medija, potpuno se ne slaže sa verovanjima minimalista. Da li je minimalizam postao konzumerizam?

"Konzumeristički minimalizam" - Minimalizam koji se koristi u svrhe konzumerizma. Forisiranje minimalizma zato što je to sad moderno, nikako nije krilatica istinskog minimalizma. Da li je današnjica srozala vrednost minimalizma? Upotreba prostora uređenog kao na slici,

nikako ne odgovara i ne ispunjava uslove kvalitetne kako arhitekture tako i kvalitetnog života. Stvara se diskladnost i neslaganje između pojmova.



Slika 3. Prikaz “naseljenog” enterijera sa slike

Današnja situacija u društvu je kontradiktorna. Moda, trend, novi stil života nije ono što istinski predstavlja, dakle sva pravila koje minimalizam propagira se krše i samim tim se gubi na kvalitetu, ali i na svrsi postojanja. Minimalizam od ranije poznat u umetnosti, tako i u arhitekturi, sada postaje izmenjeni životni stil.

### 4. PARTICIPACIJA U ARHITEKTURI – UKLJUČIVANJE KORISNIKA U PROCES PROJEKTOVANJA

Participacija predstavlja savremeni pristup u arhitektonskom projektovanju koji doprinosi unapređenju pojedinca, društva ili određene zajednice kao i konteksta u kome se nalazi. Suprotno standardnoj praksi investitora i arhitekata, predstavlja saradnju arhitekta zajedno sa budućim korisnicima u svrhu kreiranja projektnog zadatka koji se stalno nadopunjuje. Rešavanjem konkretnih problema pojedinca u prostoru, korišćenje logike kao i arhitektonskim oblikovanjem stvaraju se jednostavna rešenja za kompleksne probleme. Savremenim pristupom ostvaruje se značajan pomak u arhitektonskoj praksi i arhitektama vraća izgubljeni položaj u društvu. Postavljanjem društva u središte arhitekture stvara se humaniji pristup u projektovanju [9].

### 5. REFORMA ARHITEKTURE

Šta je arhitektura? Istorijska i savremena, jedinstvena i prava definicija arhitekture ne postoji. Arhitektura je sve, i sve je arhitektura. Funkcija u arhitekturi i funkcija arhitekture? Šta je zapravo umetnost, a šta je umetničko u arhitekturi? Pitanja su na koja ne postoji konkretan i tačan odgovor.

Klasične definicije arhitekture su najčešće trijadne, i zasnovane su na uspostavljanju uzročno-posledičnih odnosa između:

- upotrebljivosti, korisnosti, svrsishodnosti (utilitas)
- čvrstoće, izdržljivosti, pouzdanosti (firmitas)
- lepote, raskošnosti, ljupkosti (venustas)

Iz ovoga je izvedeno, a u arhitektonskoj praksi, teoriji, kritici i obrazovanju već je decenijama opšte mesto, određenje arhitekture preko trojne morfeme: funkcija – forma – konstrukcija.

Arhitektonska forma je činjenica po sebi, to je podrazumevajući i jedini moguć ishod arhitektonskog stvaralaštva, pa i arhitektonskog mišljenja uopšte, nezavisno od toga da li govorimo o realizovanim, „stvarnim“ fizičkim objektima, privremenim ili virtuelnim strukturama, grafičkim fantazijama, ili teorijskim, likovnim i književnim utopijama [10].

Sada se postavlja pitanje – čemu ta forma služi, odnosno, šta su funkcije arhitektonske i urbane forme [11]?

Sama formulacija ovog pitanja osporava uobičajeno svodenje funkcija u arhitekturi na utilitarnu, a fizičke strukture na likovno delo. Bilo bi, nesumnjivo, tačnije i podsticajnije posmatrati funkcije arhitekture u množini, kao zbirnu, pa, možda, i kao gradivnu imenicu, podrazumevajući ih, ne „u duhovnom jedinstvu različitih umetničkih disciplina, već u jedinstvenom tehnološkom i tehničkom mediju koji objedinjuje naše fragmentarno uključivanje u svet“ [12]. Tada bismo sa sigurnošću mogli da govorimo o arhitektonskom programu „kao složenom duhovnom proizvodu“ koji obuhvata celinu razloga zbog kojih arhitektonsko delo treba da nastane i zadataka koje svojim postojanjem treba da ispuni. Mislim ovde, pre svega, na egzistencijalne potrebe ljudi kao polje pokretačkih sila zbog kojih arhitektura nastaje, ali, istovremeno, ne želim da ostavim po strani ni obrnuti proces – onaj u kome nove potrebe bivaju generisane arhitekturom [13].

Funkcije arhitekture su neposredan odgovor na potrebe za arhitekturom, koje, naravno, koegzistiraju u analognim problemskim ravnima, preklapaju se, prepliću, povezuju i suprotstavljaju. Arhitekturu posmatramo kao jednu „od ljudskih delatnosti koje najneposrednije utiču na kvalitet života“. Osnovno pitanje arhitekture, dakle, nije dizajn prostornih granica, a nije ni sam prostor, već je „osnovni predmet arhitekture ljudski život“ [14].

Da bi arhitektura služila kao sredstvo komunikacije, potrebno je da nosi sa sobom određeni izraz ili poruku, ali i da bude registrovana od strane posmatrača. Arhitektura je sredstvo pomoću koje je moguće izraziti određene misli, ideje, stavove, odnose, dostignuća tehnologije, moć, bogatstvo, status... Kao takva, arhitektura je uvek nekom namenjena i podstiče odnos arhitektura-čovjek, odnosno dijalog koji se manifestuje komunikacijom, podsticanjem percepcije, doživljaja i reakcije u posmatraču, i na taj način aktivira stvaranje odnosa sa povratnom spregom [15].

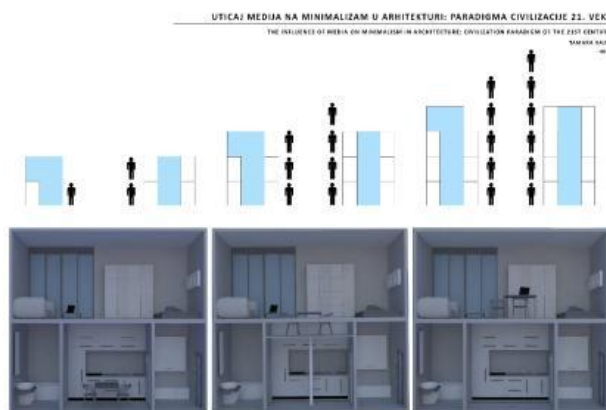
## 6. KORIŠĆENJE NAPREDNE TEHNOLOGIJE U PROCESU PROJEKTOVANJA

Industrijska revolucija donela je promene u svim sferama života. Mašine napreduju u tolikoj meri da se postavlja pitanje kakav efekat će imati razvoj tehnologije na život ljudi.

Endrju Mekafi, ko-autor knjige “The Second Machine Age” kaže da će ovaj tehnološki razvoj imati dve glavne ekonomske posledice. Prvo – nove mogućnosti. “Više opcija, bolji kvalitet, više raznolikosti, niže cene, ne samo za potrošačku robu već i za zdravstvenu negu, za zabavu, komunikacije, hranu, odmor, za sve što hoćemo da radimo u životu”, kaže Mekafi iz Centra za digitalni biznis MIT-a. U ne tako dalekoj budućnosti, inteligentne

mašine bi mogle da počnu da zamenjuju ljude u raznim poslovima, čime bi se eliminisali manje kvalifikovani radnici.

“Tehnologija obično favorizuje neku vrstu pobednika i oni idu napred, a ostavljaju mnogo ljudi iza sebe. Tako da postoji nejednakost u ličnim primanjima, nejednakost u bogatstvu, u mogućnostima, u pokretljivosti i to su vrlo ozbiljni izazovi kojima moramo da se suprotstavimo”, ističe Mekafi. On dodaje da bi oni koji vide opasnost u ovim izazovima trebalo da iskoriste nove mogućnosti koje tehnologija pruža, kao npr. povezanost i pristup visokom obrazovanju. “Obrazovanje je sada moguće preko interneta, putem tehnologije, te je u naše vreme fantastično. Sada svako može besplatno da pohađa kurseve nekih od najboljih svetskih predavača. To je vrlo pozitivan ishod”, smatra Mekafi. Osim inicijativa pojedinaca, vlade bi takođe mogle da pomognu u tranziciji, kaže Mekafi - i to tako što će osmisliti nove programe za obuku i stvoriti okruženje koje će prihvatiti preduzetništvo i stvaranje novih mogućnosti [16].



Slika 4. Prikaz fleksibilne tipologije stanovanja 21. veka

Razvoj tehnologije uticaće i na razvoj samog prostora, ljudima više neće biti potreban isti prostor za život i rad. Ovakav vid tranzicije dovodi do pojave i potrebe za novim tipologijama stanovanja. Programske i prostorne promene potrebno je kombinovati kako bi nesmetano funkcionisale. Potrebno je osmisliti novu, fleksibilnu tipologiju stanovanja 21. veka

## 7. ZAKLJUČAK

Pod uticajem informatičke tehnologije, proizvodi se „dvostruka stvarnost“, ona koja izražava, odražava tekući život i ona koja je posredovana, računarima, internetom – digitalna, veštačka stvarnost. Virtualno i virtuelnost ne odnose se na vrlinu i moral, već na konstrukte tzv. umreženog sveta i društva. Stvarnost je uvek bila virtuelna jer smo je opažali kroz simbole. Današnja virtuelna stvarnost svedoči da događaji ne postoje samo na ekranu pomoću kojeg se iskustveno komunicira već sami postaju iskustvo.

Pojmanje minimalizma u arhitekturi u 21. veku potpuno se razlikuje od pravog značenja i poštovanja istinske vrednosti kako minimalizma kao stila života tako i arhitekture. Mediji kao vid zabave i oblik iskorištavanja slobodnog vremena, prenositelj informacija, odgojitelj ili vrsni manipulator? Pitanje medija ostaje uvek aktuelno, a

teorije o njihovom delovanju i učinku i dalje su protivrečne. Potrebno je medije iskoristiti u svrhu napredovanja i reforme arhitekture.

Čovek je fizičko biće sa potrebama. Potrebe se menjaju sa promenom okolnosti u okruženju. Simbiotička arhitektura odgovara na ove promene – forma je lako prilagodljiva funkciji i transformiše se prema potrebi korisnika. Edukacija kroz participaciju i vraćanje pravih vrednosti projektovanju i arhitekturi rezultira vraćanje pravih vrednosti i u život.

Tehnologija prožima svakodnevni život kao nikad do sad. Kompjuteri, pametni telefoni, 3D štampači, nove medicinske sprave, sofisticirani softveri, električna kola - sve je to sada dostupno ne samo stanovnicima industrijalizovanih zemalja već gotovo svima na planeti. Ali da li će ove nagle promene učiniti ljudske živote boljim ili lošijim?

Ono što je potrebno kako bi se vratio istinski kvalitet arhitekture i stvaranja prostora za život jeste upotreba tehnologije u svrhe projektovanja, zajedno sa uključivanjem lokalne zajednice u proces projektovanja. Ispunjavanje potreba korisnika i stvaranje prostora koji na sve moguće načine odgovara današnjem društvu. Prostori koji su korisni, a ne samo "fotogenični", cilj su nove arhitekture.

Vraćanje arhitekturi pravi sjaj i značaj, ključna je stvar ovog teksta. Dakle ne dozvoliti da bilo koja i bilo kakva promena društva, stila, ukusa, tražnje, izgleda utiče na kvalitet proizvoda arhitekture.

Arhitektura uvek i po svaku cenu mora prizvoditi prostore koji u potpunosti ispunjavaju potrebe korisnika.

Prostor se projektuje da se prilagođava korisniku, a ne korisnik njemu. Dakle prostor i korisnik treba da budu i simbiozi, a ne da jedno ili drugo preovladava. Prave vrednosti arhitekture ono su što treba čuvati, negovati i razvijati.

## 8. LITERATURA

- [1] <https://velikirecnik.com/2017/03/08/kapitalizam/>  
[2] Slobodan Malidini, Rečnik arhitektonskog projektovanja, 2017.

- [3] <https://psihobrlog.wordpress.com/2014/06/16/konzumerizam-i-identitet-kupujem-dakle-postojim>  
[4] <https://psihobrlog.wordpress.com/2014/06/16/konzumerizam-i-identitet-kupujem-dakle-postojim/>  
[5] <https://documents.tips/documents/-elementi-sociologije.html>  
[6] [http://www.perkovsavjetovanje.hr/odrzani\\_seminari-Medjuodnos\\_svrhe\\_sadrzaja\\_mjerila\\_i\\_ciljeva\\_poslovne\\_promjene.pdf](http://www.perkovsavjetovanje.hr/odrzani_seminari-Medjuodnos_svrhe_sadrzaja_mjerila_i_ciljeva_poslovne_promjene.pdf)  
[7] <http://www.6yka.com/novost/58344/konzumerizam-i-identitet-kupujem-dakle-postojim>  
[8] Milorad Belančić, Smrt slike- Ogledi iz filozofije umetnosti, 2009.  
[9] <http://www.ftn.uns.ac.rs/n1110863678/broj-10>  
[10] Vladimir Milenković, Arhitektonska forma i multifunkcija, 2004.  
[11] [http://www.scen.uns.ac.rs/wpcontent/uploads/2013/03/Dadic-Dinulovic-Tatjana\\_-Kuca-kao-ekran](http://www.scen.uns.ac.rs/wpcontent/uploads/2013/03/Dadic-Dinulovic-Tatjana_-Kuca-kao-ekran)  
[12] Cekić N. Anđelković, M. i Mitković P. Zborniku radova Spektakl-grad-identitet, Beograd, 1996.  
[13] <http://www.arhitekton.net/mapiranje-arhitekture-mapping-architecture-2/?lang=sr>  
[14] Kristina Medić, Poruka u arhitekturi, Niš, 2009.  
[15] [www.fpn.bg.ac.rs/wpcontent/uploads/2016/10/-anka\\_mihajlov\\_prokopovic\\_disertacija\\_fpn.pdf](http://www.fpn.bg.ac.rs/wpcontent/uploads/2016/10/-anka_mihajlov_prokopovic_disertacija_fpn.pdf)  
[16] <https://dominante.co/impresence/103-symbiosis/>

### Kratka biografija:



**Tamara Bajić** rođena je 1993. godine u Novom Sadu. Osnovne studije Arhitekture i urbanizma završila je 2016. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, a Master studije Arhitekture, oblast Savremene teorije i tehnologije u arhitekturi završava 2017. godine.



**STUDIJA MODELA STANOVANJA ZA UGROŽENE KATEGORIJE STANOVNIŠTVA  
HOUSING MODEL STUDY FOR VULNERABLE CATEGORIES OF POPULATION**Damir Rastoder, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ARHITEKTURA**

**Kratak sadržaj** – Rad se bavi istraživanjem najboljeg modela stanovanja za ugrožene kategorije stanovništva. Stanovanje se u ovom radu ne sagledava samo kao egzistencijalni model smeštaja ljudi, već i kao najbolji model za odgovor na različite potrebe ljudi koji će biti korisnici tih prostora. Akcenat se pored istraživačkog rada ugroženog stanovništva stavlja i na potrebe tih ljudi kojima su domovi neophodni u što kraćem roku. Kroz temu se obrađuju kategorije ugroženih stanovnika, vrste stanovanja koja postoje, kao i primeri koje imamo pri rešavanju takvih problema globalnih razmera.

**Abstract** – This study is about the search for the optimal model of housing for endangered categories of population. In this study housing is not only considered as an existential model for accommodating people, but also as the best model for answering diverse needs of the people who will be users of those accommodations. Besides the research study about endangered population, focus is also put on the needs of these people who are in need of accommodation in the shortest possible term. The study deals with categories of endangered populations, different kinds of housing available, as well as the available examples for solving such problems of global scales.

**Ključne reči:** Arhitektonsko i urbanističko projektovanje, stanovanje, tipovi stanovanja, modularni tipovi.

**1. UVOD**

Tema inovativnog modela stanovanja za ugrožene kategorije stanovništva je osnovni predmet istraživanja ovog rada. Kroz rad će se sagledavati stanovanje ne samo kao osnovna ćelija prostora u kojem ljudi žive, već i kao koncept rešavanja problema smeštaja ljudi kojima su domovi neophodni. Pored istraživačkog rada oblika stanovanja koje razlikujemo danas u svetu, kao i različitih kategorija ugroženog stanovništva, rad se bavi i pokušajem odgovora na pitanje uloge arhitekata danas u svetu. „Kakav je put arhitekture i šta je krajnji cilj? Da li arhitektura može da menja svet i da li to arhitekti uopšte žele, ili jednostavno su se predali i rade ono što im *mecene* od njih zahtevaju?“

**2. RAZLIČITI TIPOVI STANOVANJA**

„Stanovanje zadovoljava jednu od osnovnih ljudskih potreba - potrebu za opstankom, fizičkom zaštitom i sigurnošću. Istovremeno, stanovanje omogućava zadovoljavanje mnogih drugih čovekovih psiholoških, socijalnih, ekonomskih i kulturnih potreba (reprodukcija i odgoj dece, rad,

obrazovanje, druženje, privatnost itd.). Kvalitetno stanovanje je uslov za kvalitetan život.“ Stanovanje je jedna kompleksna *disciplina* u arhitekturi. Od mnogih naših ali i stranih autora razlikujemo nekoliko tipova ili kategorija stanovanja. U daljem tekstu ćemo nabrojati sve tipove stanovanja sa primerima istih. Sve u cilju boljeg razumevanja pojma stanovanja koje će nam kasnije pomoći u daljem istraživanju naše teme.

**2.1. Individualno stanovanje**

Individualno stanovanje, kao i što sam naziv kaže vezano je za individuu. Međutim, tanka je linija između individualnog i kolektivnog stanovanja, jer je usko vezano za porodicu koja živi u tim kućama, a koja se može podvesti pod pojmom kolektivnog. Ipak, individualno podrazumeva jednu porodicu ili više ali nikako u meri kao što to podrazumevaju kolektivne kuće gde se nađe po veći broj porodica u istom objektu. Tako da ovo *individualno* možemo svesti na jednoporodično stanovanje, za razliku od kolektivnog gde je u pitanju višeporodično stanovanje. Takođe i drugi faktori uslovljavaju ovakvu podelu. Pristup sa tlom, slobodna organizacija, otvorenost objekta, privatno/javno itd.

**2.2. Kolektivno stanovanje**

Kolektivno stanovanje je drugi oblik stanovanja, koji se više ne veže samo za jednoporodično stanovanje, već i za višeporodično stanovanje. To je skup jedinica gde više porodica deli svoj prostor. Svaka porodica ima privatni prostor u vidu stana, dok javni prostori postaju koridori gde se porodice sreću. Kolektivno stanovanje je na neki način stanovanje koje je uslovljeno zbog gustine stanovništva

na kvadratnom metru pripadajuće površine. Te su ljudi jednostavno dobili potrebu da više ne žive u odvojenim jedinicama već da kreiraju zajedničke prostore u kojima će svako živeti. Ovakav oblik stanovanja može se nazvati i vertikalnom ulicom, gde su koridori unutar jedne zgrade koji idu vertikalno *ulice* u nekom horizontalnom tipu naselja. I ovde imamo više podela. A o tim podelama će biti više reči u narednom tekstu.

**2.3. Mešovito stanovanje**

Mešovito stanovanje je tip stanovanja gde se prepliću individualno i kolektivno stanovanje. To je novi tip stanovanja, koji postaje sve aktuelniji na zapadu, ali polako dolazi i kod nas. U takvom tipu stanovanja izmešane su funkcije javnog i privatnog. Nešto poput modernog hotela. Naime, svaka individua, ili porodica ima svoju privatnu sobu, koja može biti poput nekog stana, ali zajedničke prostorije u tom objektu su dnevni boravak, kuhinja i ostali sadržaji. U tom slučaju svi se druže, smanjena je renta tih stanova i svi dele troškove. To je jedna mala zajednica u zgradi. Ovakvi tipovi

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Darko Reba, vanr. prof.

objekata uzimaju sve više maha, i dosta arhitektonskih biroa upravo dobija ovakve projekte od raznih nalogo-davaca. Mešovito stanovanje iliti moderno *Co-living* je neka vrsta predviđanja stanovanja za budućnost.

### 3. UGROŽENE KATEGORIJE STANOVNIŠTVA

Ugrožene kategorije stanovništva predstavljaju jedan veliki deo svetske populacije. Takvih ima više kategorija, gde su neki uslovljeni prirodnim nepogodama, a neki su ugroženi od strane ljudskog faktora. Takve kategorije stanovništva uglavnom ostaju bez elementarnih sredstava za život a sve se to reflektuje i na njihovo psihološko stanje. Zadatak svih ljudi jeste pomoć onima kojima je pomoć neophodna. Arhitekti tu imaju takođe veliku ulogu, u obezbeđivanju smeštaja za takve ljude. Projektujući najoptimalnije i najbolje modele stanova koje će ljude pogođene nekim nesrećama zaštititi i dati im kakvu takvu sigurnost.



Slika 1. Grafički prikaz broja stanovnika na Zemlji po državama.

### 4. ZNAČAJ ARHITEKTURE U REŠAVANJU PROBLEMA UGROŽENIH KATEGORIJA STANOVNIŠTVA

Arhitekti moraju kreirati humane prostore pri projektovanju, u skladu sa kontekstom i potrebama ljudi.

O ovoj temi humanog mnogi arhitekti su ostavili traga kroz svoja pisana dela ali i kroz svoje projekte. "Želeo bih da pomognem ljudima da dobro i udobno žive". Arhitektura je kao scenario u filmu, zajedno sa režijom. Arhitekti su producenti i scenaristi zgrada i prostora koje projektuju. Kada takvu moć imamo onda u toj moći je i velika odgovornost. Naravno, mnogi će reći da situacija i nije baš takva, da mnogo zavisi od investitora, iako ima istine i u tome, ipak arhitekti su ti koji na kraju daju završnu reč i koji drže stvar u svojim rukama. Zarad struke i arhitekture same, trebala bi postojati *Hipokratova zakletva* I za arhitekta pri projektovanju, da će se pridržavati arhitekture koja će biti korisna i ljudima i sredini u kojoj projektuju.

### 5. ULOGA ARHITEKATA U REŠAVANJU PROBLEMA UGROŽENOG STANOVNIŠTVA

Arhitektura mora biti demokratična. Da uključi u svoj razvoj i obične ljude, i da čuje njihov glas. Bez toga nema progressa. Cilj jeste zadovoljenje potreba ljudi, ali ne samo individua već i zajednice u kojoj živimo. Arhitekta mora saradivati sa okolinom i dati najbolje rešenje za postojeći

problem. Tek tada će struka moći da bude cenjen i vrlo značajan faktor u društvu.

### 6. PRIMERI STANOVANJA ZA UGROŽENE KATEGORIJE STANOVNIŠTVA

Stanovanje za ugrožene kategorije stanovništva je problematika o kojoj smo pričali u prethodnom tekstu i između ostalog napomenuli značaj delovanja arhitekata na ovu temu. U sledećem delu teksta ćemo se osvrnuti na istu problematiku i primere u svetu gde su se poznati arhitektonski birovi bavili temom stanovanja za one kojima su stanovi neophodni. Ova vrsta analize će nam svakako pomoći u još boljem razumevanju proučavane teme i olakšati nam put u pronalaženju najboljeg modela stanovanja za ugrožene kategorije stanovništva.

#### 6.1. Alejandro Aravena

ELEMENTAL (Alejandro Aravena, Gonzalo Arteaga, Juan Cerda, Victor Oddó, Diego Torres), je biro koji je osnovan 2001. godine fokusiran na probleme javnog i socijalnog značaja. Bavi se problematikom stanovanja, javnih prostora, transporta i slično. Elemental firma ima projekte koje je radila u Čileu, Meksiku, SAD-u, Kini i Švajcarskoj. Uspех je doživela dajući odgovor na problem zemljotresa koji je zadesio Čile. Projekat koji je bio vrlo značajan za tamošnje stanovništvo koje je izgubilo svoje domove prilikom tog strašnog potresa 2010-te.



Slika 2. Villa Verde, Alejandro Aravena (2013)

### 7. ZAKLJUČAK TEORIJSKOG DELA

"Arhitektura ili revolucija", pitao se Le Korbizije. U našem slučaju zgrada za ugrožene kategorije stanovništva, i jedno i drugo. Arhitektura kao *oplemenjujuća* disciplina, a revolucija kao progres da se iz onoga lošeg ide u kvalitetnije i bolje. Cilj našeg istraživanja je bio pronalaženje najboljeg modela stanovanja kroz razna istraživanja o samom stanovanju ali i kroz primere koje imamo u svetu. Sve to zarad *revolucije* u socijalnom stanovanju za one najugroženije.

### 8. NOVI MODEL STANOVANJA ZA UGROŽENE KATEGORIJE STANOVNIŠTVA

Prostorni odgovor na zadatu temu treba da bude izazovan projekat, koji će biti najbolje rešenje tj. najbolji odgovor na problematiku koju proučavamo. Ugrožene kategorije

stanovništva su vrlo osetljiva kategorija ljudi, i sa psihološkog i sa emotivnog aspekta takođe. Zato pri projektovanju novih domova za ugrožene, moramo biti vrlo oprezni pri svakom aspektu u projektovanju objekata u kojima će oni boraviti. To su modeli objekata koji su zamišljeni kao privremena staništa tih ljudi, u kojima oni mogu brzo da se usele, tj. modeli koji će biti vrlo lako dostupni i raspoloživi za brzu izgradnju i što brže useljenje ljudi kojima će domovi u tom trenutku biti neophodni. Zbog specifičnosti cele problematike kojom se bavimo, novi model stanovanja bi trebao da bude i kao što sam naziv kaže NOVI. Tj. da bude inovativan u svakom smislu te reči.

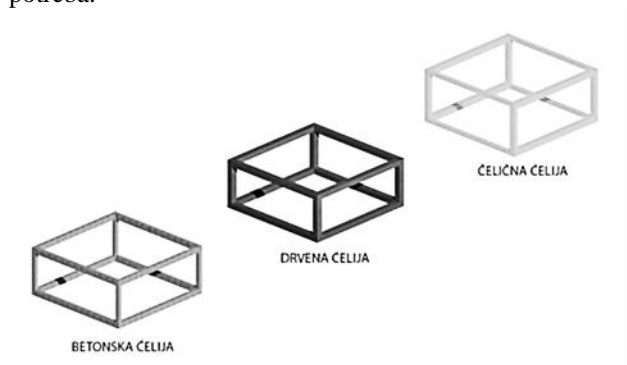
## 9. SAVREMENA KONTEKSTUALNA ANALIZA MODELA STANOVANJA ZA UGROŽENE KATEGORIJE STANOVNIŠTVA

Sagledavajući i analizirajući tipove stanovanja koje smo obuhvatili u našem istraživačkom delu uočili smo da je kontekst odigrao veliku ulogu u projektovanju objekata stanovanja, i da je neophodna jedna savremena kontekstualna analiza modela stanovanja za naš slučaj.

Gde bi se trebali naći naši objekti? Odgovor na ovo pitanje se nalazi u redovima našeg prethodnog istraživačkog dela ovog rada. Mi smo još onda napomenuli da je zbog specifičnosti problematike kojom se bavimo neophodno naše modele stanovanja prilagoditi skoro svakoj lokaciji i učiniti modele generičkim tipovima. Tipovima gde se objekti mogu naći bilo gde u svetu.

## 10. PROSTORNI KONCEPT URBANISTIČKE I ARHITEKTONSKE STUDIJE MODELA STANOVANJA ZA UGROŽENE KATEGORIJE STANOVNIŠTVA

U zavisnosti od investitora, lokacije i trenutnih mogućnosti koristili bi se profili modularnog tipa različite materijalizacije. Drvo, čelik, beton. Spajanjem datih profila konstruiše se jedna prostorna ćelija, moduli (500x500cm, 300x300cm, 800x800cm...) „Ćelija za stanovanje“. Multiplikacijom samih ćelija nastaje struktura (kuća, zgrada). Korisnici prostora sami biraju veličinu svog modula, i uređuju unutrašnjost kuće. Imaju takođe mogućnost za proširenjem prostora u budućnosti u zavisnosti od potreba.



Slika 3. Konstruktivne ćelije (500x500cm)



Slika 4. Urbanističko rešenje lokacije



Slika 5. Prostorni prikaz

## 11. LITERATURA

- [1] Petrović, M. (2004), *Sociologija stanovanja. Stambena politika: izazovi i mogućnosti*. Beograd: Institut za sociološka istraživanja Filozofskog fakulteta. str. 1.
- [2] Koolhaas, R., & Mau, B. (1994). The generic city. *Theory, Culture & Society*, 16, 4.
- [3] Corbusier, L. (1931). *Towards a new architecture*.

### Kratka biografija:



**Damir Rastoder** rođen je u Novom Pazaru 1993. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitekture i urbanizma odbranio je 2017.god.



**Darko Reba** rođen je u Novom Sadu 1968. god. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2005. god., a od 2007. godine predaje predmete koji se bave Urbanističkim projektovanjem na osnovnim, master i doktorskim studijama Fakulteta tehničkih nauka.

**UKLANJANJE FARMACEUTIKA IZ VODE *COST-EFFECTIVE* ADSORBENTIMA DOBIJENIM TERMOHEMIJSKOM KONVERZIJOM KOŠTICA PLODA ŠLJIVE**  
**PHARMACEUTICALS REMOVAL ON *COST-EFFECTIVE* ADSORBENTS PRODUCED BY THERMOCHEMICAL CONVERSION OF PLUM KERNELS**

Jelena Garunović, Nikola Bošković, Sabolč Pap, Maja Turk Sekulić; *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – INŽENJERSTVO ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE**

**Kratak sadržaj** – *Kontinualno ispuštanje emergentnih supstanci, u koje spadaju farmaceutici, u akvatičnu sredinu rezultat je neadekvatnog konvencionalnog tretmana voda i kao rezultat javljaju se vidljive posledice po životnu sredinu i zdravlje ljudi. U ovom master radu ispitana je jedna od alternativnih metoda tretiranja vode cost-effective aktivnim ugljem koji je dobijen termohemijskom konverzijom koštica ploda šljive sa područja Vojvodine i tretiran fosfornom kiselinom. Ovaj adsorbent je korišćen za uklanjanje šest različitih farmaceutika (sulfametoksazol, karbamazepin, ketoprofen, naproksen, diklofenak i ibuprofen) i ispitana je njegova efikasnost u odnosu na različite parametre (masu adsorbenta, pH vrednost rastvora, kontaktno vreme i početnu koncentraciju farmaceutika). Urađena je kinetička studija adsorpcije koja obuhvata četiri difuziona i tri reakciona modela i na osnovu dobijenih podataka izveden je zaključak o stepenu efikasnosti adsorpcije farmaceutika i efektivnosti ove metode kao tehnološke operacije u okviru tercijernog tretmana otpadnih voda.*

**Abstract** – *Continuous release of emergent substances, which include pharmaceuticals, in the aquatic mediums is a result of inadequate conventional water treatment and the consequences are visible and effecting human health as well as ecosystems. In this thesis, one of the alternative methods of water treatment using cost-effective activated carbon which is obtained by thermochemical conversion of plum kernels from Vojvodina region is studied. This adsorbent was used to remove six different pharmaceuticals (sulfamethoxazole, carbamazepine, ketoprofen, naproxen, diclofenac and ibuprofen) and the adsorption efficiency was tested, based on different parameters (adsorbent mass, pH of the solution, contact time and initial concentration of pharmaceuticals). A kinetic study of adsorption involving four diffusion and three reaction models was made and based on the obtained data, a conclusion was drawn on the adsorption efficiency of pharmaceuticals and the effectiveness of this method used for tertiary treatment of wastewater.*

**Ključne reči:** *Adsorpcija, low-cost aktivni ugalj, farmaceutici*

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Maja Turk Sekulić, vanr. prof.**

**1. UVOD**

Farmaceutici predstavljaju važnu grupu jedinjenja sa aspekta zaštite životne sredine, jer spadaju u emergentne supstance koje čine posebno opasnu grupu polutanata zbog nedostatka legislative, monitoringa i samih podataka o efektima ovih supstanci. Tokom protekle decenije, potražnja za farmaceutskim proizvodima raste gotovo uporedo sa rastom populacije. Farmaceutska industrija se širi kako bi zadovoljila ovu potrebu i proizvodi stotine tona sintetičkih hemikalija godišnje. Iako se u prirodi nalaze u malim koncentracijama, mogu biti jako opasne po zdravlje ljudi i ekosistema pri dužem periodu izloženosti. Postoji mnogo metoda za tretiranje voda, ali se adsorpcija izdvaja kao najprikladnija zbog svoje pristupačnosti, univerzalne prirode i jedinstvenosti samog procesa.

**1.1 Proces adsorpcije**

Adsorpcija je pojava kada se na površini faze povećava ili smanjuje koncentracija pojedinih komponenti, pri čemu dolazi do smanjivanja slobodne energije granične površine. Adsorbat je supstancija koja se adsorbira. Adsorbens ili substrat je supstancija na kojoj se adsorpcija dešava. Osnova adsorpcije leži u energiji površine materijala. U većini materijala, svi atomi i molekule imaju određene veze sa drugim atomima i molekulama. Izuzetak predstavljaju atomi koji se nalaze na površini materijala, jer nisu potpuno okruženi drugim atomima. Atomi koji se nalaze na samoj površini faze, imaju afinitet da formiraju veze sa drugim atomima koji se nađu u blizini, kao težnja da se postigne ravnoteža sila u sistmu. Kao rezultat ovog procesa, dolazi do povećanja koncentracije gasa ili tečnosti u neposrednoj blizini čvrste faze, u odnosu na čitavu zapreminu fluida [1]. Adsorpcija pripada grupi difuzionih operacija prenosa mase i predstavlja složenu dvofaznu, dinamičku pojavu. Prenos mase je pojava pri kojoj dolazi do spontanog ili prinudnog kretanja molekula neke komponente kroz jednu ili više faza, što dovodi do izjednačavanja koncentracije u celoj zapremini faze ili prinudnog stvaranja koncentracionog gradijenta. Prenos mase se može definisati u četiri koraka: transport mase iz rastvora do graničnog sloja, transport mase kroz granični sloj, transport mase kroz unutrašnje pore adsorbenta i energetske interakcije između adsorbata i aktivnih centara adsorbenta [4].

**1.2 Adsorbenti**

Adsorbenti koji se koriste za tretman voda mogu biti prirodnog porekla ili rezultat industrijske proizvodnje. Najčešći prirodni adsorbenti su gline, prirodni zeoliti, oksidi ili biopolimeri. Komercijalni industrijski adsorbenti mogu se klasifikovati u ugljenične adsorbente, poli-

merne adsorbente, oksidne adsorbente i zeolitska molekularna sita. Aktivni ugljevi proizvedeni od ugljeničnih materijala procesom hemijske ili gasne aktivacije su najšire korišćeni adsorbenti u oblasti tretmana voda. Poslednjih decenija, povećano je interesovanje za korišćenje *low-cost* adsorbenata (LCAs) koji predstavljaju alternativne separacione medijume dobijene od određene vrste otpada i nus proizvoda različitih industrijskih procesa [1].

## 1.2 Komercijalni adsorbenti

Adsorpciona svojstva materijala na bazi ugljenika su poznata već oko hiljadu godina, ali tek od početka dvadesetog veka je ovaj materijal poboljšan posebnim procesima aktivacije. Aktivni ugalj se može proizvoditi od različitih sirovina i različitim procesima aktivacije. Najčešće sirovine su drvo, drveni ugalj, treset, lignit, koks, tvrdi ugalj, bitumenski ugalj ili plastični ostaci. [1]. Aktivni ugljevi se uglavnom pripremaju pirolizom ugljeničnog sirovog materijala, na temperaturama nižim od 1000°C [2]. Aktivni ugljevi se primenjuju u dve različite forme, kao granulirani aktivni ugalj (GAC) sa česticama veličine u rasponu od 0.5 do 4 mm i kao aktivni ugalj u prahu (PAC) sa česticama veličine < 40 μm [2]. Ono što ga izdvaja u odnosu na druge adsorbente je velika dodirna površina, poroznost, mogućnost regeneracije. Važnost primene aktivnih ugljeva u oblastima prečišćavanja različitih medijuma od određenih supstanci i mikropolutanata, povezana je sa upotrebom datih adsorbenata za uklanjanje boje, mirisa, ukusa i drugih neželjenih organskih i neorganskih nečistoća iz pijaće vode; tretman urbane podzemne vode i industrijske otpadne vode; izdvajanje rastvorenih supstanci iz medijuma [2].

## 1.3 Alternativni adsorbenti

Sinteza i karakterizacija aktivnih ugljeva dobijenih od lignoceluloznih prekursora je tema koja je široko ispitivana od strane mnogobrojnih istraživača širom sveta. Primena ovih materijala se primarno fokusira na uklanjanje organskih i neorganskih polutanata iz otpadnih voda. U cilju smanjenja troškova proizvodnje aktivnog uglja, savremena istraživanja prelaze na korišćenje industrijskog ili poljoprivrednog otpada kao sirovine. Osim toga, proizvodnja ovih prekursora smanjuje generisanje otpada u ruralnim i urbanim sredinama. Studije o adsorpcionim svojstvima *low-cost* adsorbenata su uglavnom usmerene na uklanjanje problematičnih polutanata iz industrijskih otpadnih voda, naročito teških metala i boja. Uprkos sve većem broju studija o primeni LCA, još uvek postoji nedostatak sistematskih istraživanja, uključujući dubinske studije i mehanizmima adsorpcije na strogo teorijskoj osnovi, kao i nedostatak komparativnih studija u određenim uslovima [6].

## 2. FARMACEUTICI KAO POLUTANTI

Osim prioritarnih zagađivača čije je unošenje u životnu sredinu ograničeno propisima i regulacijama, postoji veliki broj jedinjenja antropogenog porekla od kojih posebno mesto zauzimaju farmaceutici za koje nisu doneseni kriterijumi za procenu ekotoksikološkog rizika, pa stoga nije predviđen njihov kontinualni monitoring u životnoj sredini. Iako je masovna proizvodnja farmaceutika nešto što se odvija već decenijama, u poslednjoj deceniji su naučna istraživanja širom sveta uticala na

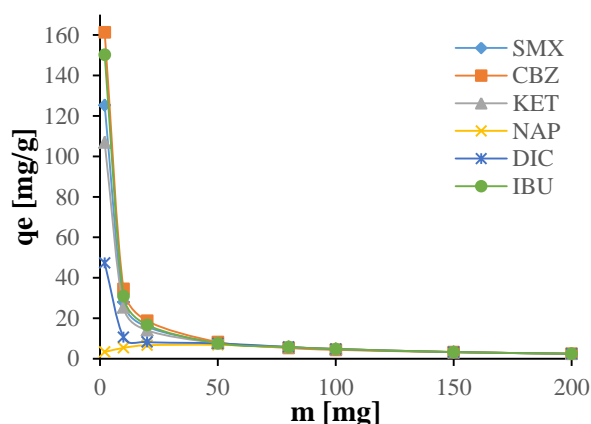
ispitivanje otpadnih voda i njihov uticaj na životnu sredinu. Mnoge studije su potvrdile prisustvo farmaceutika u efluentima, komunalnim otpadnim vodama, površinskim i podzemnim vodama i u manjoj meri, vodi za piće. Farmaceutici su grupa hemijskih jedinjenja koji obuhvataju sve terapijske lekove namenjene ljudima, veterinarske lekove i dodatke ishrani. Dele se na prirodne, polusintetičke i sintetičke. U određenim količinama i u određenim uslovima služe da dijagnostifikaciju, lečenje, ublažavanje ili sprečavanje bolesti. Farmaceutici su uglavnom organska jedinjenja male molekulske mase. Lipofilni su, biološki aktivni i bioraspoloživi. Na tržište dolaze u obliku tableta ili u tečnom stanju. Gotov proizvod se sastoji od jedne ili više komponenata, farmaceutski aktivnih supstanci, pomoćnih sredstava i aditiva kao što su neorganske soli ili druge organske hemikalije kao što su šećeri, mirisi, pigmenti i boje. Struktura ovih aktivnih komponenti može imati značajan uticaj na ponašanje farmaceutika u životnoj sredini. Mnogi lekovi su lipofilni, zbog čega lako prolaze kroz ćelijsku membranu i bioakumuliraju se u akvatičnim organizmima. Iako je postojanost lekova u životnoj sredini relativno mala, oni su sveprisutni zbog toga što je brzina kojom se otpuštaju u okolinu mnogo veća od brzine njihove degradacije i transformacije [5].

## 3. MATERIJAL I METOD

U ovom radu je kao adsorbent korišćen aktivni ugalj dobijen termohemijskom konverzijom koštica šljive koji je tretiran fosfornom kiselinom. Koštice su usitnjene u električnom mlinu i sušene su 2h na temperaturi od 105 °C. Zatim su aktivirane 50%-om fosfornom kiselinom. [6] Rastvori farmaceutika su za prva tri eksperimenta pravljene u zapremini od 50ml, a za četvrti 100ml. Ispitivana je efikasnost adsorpcije u zavisnosti od četiri različita parametra: masu adsorbenta, pH vrednost rastvora, kontaktno vreme i početnu koncentraciju farmaceutika

## 4. REZULTATI I DISKUSIJA

### 4.1 Uticaj količine adsorbenta na uklanjanje farmaceutika



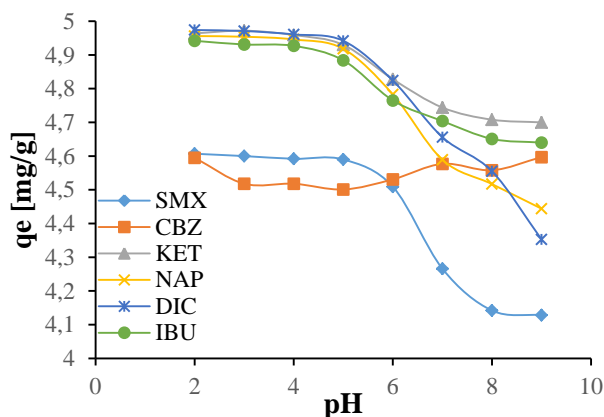
Grafik 1. Uticaj količine adsorbenta na adsorpciju farmaceutika

Korišćene količine adsorbenta su 2, 10, 20, 50, 80, 100, 150 i 200 mg. Na Grafiku 1, prikazana je zavisnost mase adsorbovanog farmaceutika po gramu adsorbenta. Na

osnovu rezultata, može se zaključiti da je najoptimalnija upotreba 100 mg aktivnog uglja. Korišćenje veće količine aktivnog uglja ne daje opravdano bolje rezultate.

#### 4.2 Uticaj pH vrednosti sistema na uklanjanje farmaceutika

Uticaj promene pH vrednosti na adsorpciju farmaceutika ispitivan je u opsegu pH vrednosti od 2 do 9. Adsorpcioni kapaciteti aktivnog uglja za sve farmaceutike sem Karbamazepina opadaju, na višim vrednostima pH od 5. Zaključeno je da je najoptimalnija pH vrednost za uklanjanje ispitivanih farmaceutika 5.



Grafik 2. Uticaj pH vrednosti na adsorpciju farmaceutika

#### 4.3. Difuzioni kinetički modeli adsorpcije farmaceutika na low-cost adsorbentu

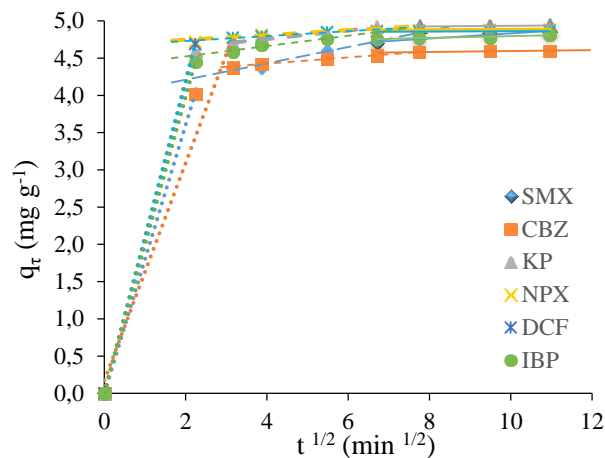
Adsorpcija farmaceutika iz rastvora na čvrstom adsorbentu predstavlja višefazni proces koji, pored fizisorpcije i hemisorpcije, uključuje i prenos mase koji se ostvaruje transportom molekula iz rastvora do graničnog sloja formiranog na površini adsorbenta, difuzijom molekula kroz granični sloj (film), interčestičnom difuzijom kroz pore i adsorpcijom na aktivnim mestima [4].

Prvi i poslednji stadijumi su vrlo brzi, što možemo zaključiti iz modela eksterne difuzije. Zbog brzog odvijanja procesa transporta molekula kroz rastvor do granične površine, ova faza se ne posmatra kao limitirajući stadijum procesa. U slučajevima kada je ovaj korak limitirajući proces, zbog uticaja zapremine tečnosti, proces se može ubrzati intenzivnim mešanjem. Brzina procesa postaje limitirana difuzijom kroz granični sloj i unutar pora, što se može videti iz Weber-Morrison modela [3].

Ukoliko je zavisnost  $q_t$  u funkciji  $t^{1/2}$  linearna i prava prolazi kroz koordinatni početak, onda je difuzija unutar samih čestica jedini limitirajući faktor adsorpcije, što ovde nije slučaj. Analizom eksperimentalnih rezultata i njihovih grafičkih prikaza dobijenih primenom Weber-Morrison modela (Grafik 3) uočava se multilinearnost grafika za svaki farmaceutik. Ovaj fenomen potvrđuje da se adsorpcija farmaceutika na low-cost aktivnom uglju dobijenom od koštica šljive odvija u više koraka [3].

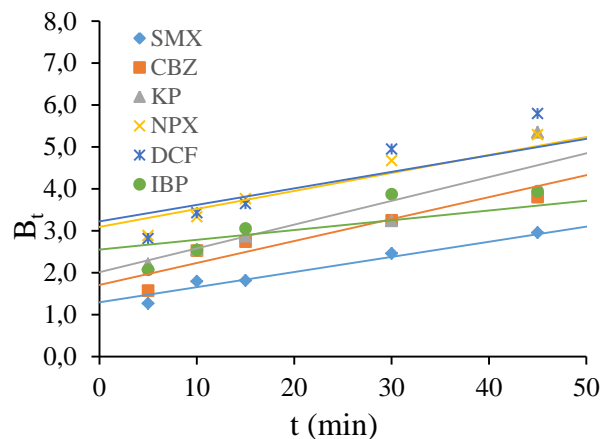
Prvi segment, koji predstavlja najbržu fazu, je transport molekula farmaceutika iz rastvora do graničnog sloja. Drugi segment predstavlja transport molekula farmaceutika kroz difuzioni granični sloj do spoljašnje površine aktivnog uglja. Treći segment predstavlja difuziju unutar čestica. Prva faza predstavlja brzu adsorpciju (segment 1), jer se na početku adsorbuje najveća količina molekula na

spoljašnjoj površini adsorbenta. Prva faza je mnogo brža od druge (segment 2), koju odlikuje smanjenje brzine procesa usled pada rezidualne koncentracije adsorbata u rastvoru i difuzije molekula u pore adsorbenta (segment 3) [3].



Grafik 3. Weber-Morrison model

Primenom Boyd-ovog difuzionog modela može se odrediti da li je limitirajući stadijum procesa difuzija kroz granični sloj ili unutrašnja difuzija kroz pore. Model predviđa najsporiji segment u toku adsorpcije. Ukoliko je difuzija kroz pore ograničavajući stupanj procesa, funkcionalna zavisnost  $B_t$  od vremena  $t$  je prava linija koja prolazi kroz koordinatni početak. Ako je ova zavisnost nelinearna ili ne prolazi kroz koordinatni početak, tada brzinu adsorpcije diktira difuzija kroz granični sloj (spoljašnja difuzija) [3]. Zavisnost  $B_t$  od  $t$  je za svih šest farmaceutika nelinearna i ne prolazi kroz koordinatni početak, što implicira da je limitirajući stadijum adsorpcije difuzija kroz film ili hemisorpcija na površini aktivnog uglja. Boydov model prikazan je na Grafiku 4.



Grafik 4. Boydov model

#### 4.4 Reakcioni kinetički modeli adsorpcije farmaceutika na low-cost adsorbentu

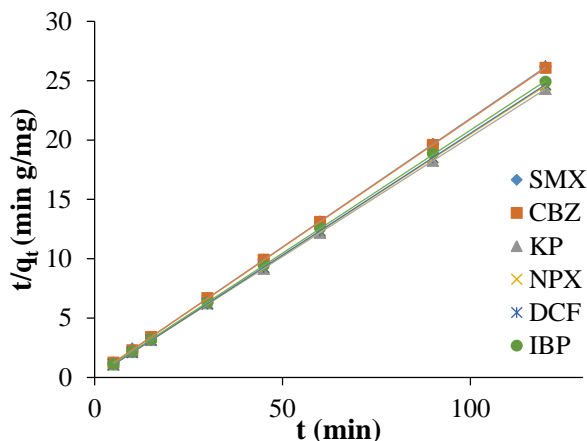
Dobijeni eksperimentalni podaci su obrađeni sa dva kinetička modela kako bi se utvrdio mehanizam adsorpcije. Dobijeni koeficijenti korelacije ( $R^2$ ) za sva tri kinetička modela i sve farmaceutike prikazani su u Tabeli 1. Koeficijent korelacije ( $R^2$ ) za model pseudo-prvog reda i Elovichev model je nešto manji od koeficijenta regresije za model pseudo-drugog reda ( $> 0,99$ ), što pokazuje da se adsorpciona kinetika može dobro objasniti na osnovu

kinetičkog modela pseudo-drugog reda (Grafik 5) za aktivni uglj dobijen od koštica šljive.

Tabela 1. *Korelacioni koeficijenti kinetičkih modela pseudo-prvog, pseudo-drugog reda i Elovichevog modela*

Farmaceutik	R <sup>2</sup>		
	Model pseudo-prvog reda	Model pseudo-drugog reda	Elovichev model
Sulmafetoksazol	0,8198	0,9998	0,9775
Karbamazepin	0,9850	0,9999	0,9729
Ketoprofen	0,9386	0,9999	0,9114
Naproxen	0,8915	0,9999	0,8936
Diklofenak	0,8098	0,9999	0,8809
Ibuprofen	0,6942	0,9999	0,8621

Rezultati pokazuju da je hemisorpcija dominantna i zbog toga veliki značaj imaju funkcionalne grupe na samom adsorbentu, koje učestvuju u formiranju hemijskih veza između farmaceutika i *low-cost* adsorbenta. Korelacioni koeficijenti za Elovichev model su visoki i ukazuju na visok stepen povezanosti između eksperimentalnih podataka i teorijskih pretpostavki ovog modela [3].



Grafik 5. *Kinetički model pseudo-drugog reda adsorpcije farmaceutika na low-cost aktivnom uglju*

## 5. ZAKLJUČAK

Lekovi dospevaju u životnu sredinu, u najvećoj meri, kao posledica nepotpunog uklanjanja iz komunalnih otpadnih voda. Međutim, u Srbiji, u svega nekoliko gradova postoje postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda, a Novi Sad nije jedan od njih. Procesi prečišćavanja površinske i podzemne vode takođe ne mogu u potpunosti ukloniti lekove, pa se u tragovima mogu naći i u vodi za piće. Pijaća voda tako može da sadrži tragove antibiotika, analgetika, sedativa i dr. Iako su koncentracije ovih lekova u vodi izuzetno niske, reda veličine  $\mu\text{g}/\text{dm}^3$  ili  $\text{ng}/\text{dm}^3$ , za razliku od ostalih zagađujućih supstanci, lekovi su napravljeni tako da imaju efekte na čoveka pri niskim koncentracijama.

Zbog toga njihov kontinualan unos u životnu sredinu može dovesti do dugoročnih negativnih posledica po zdravlje čoveka i akvatičnih organizama. Aktivni uglj dobijen od koštice šljive se pokazao kao efikasan adsorbent za uklanjanje farmaceutika iz otpadnih voda, koji sa ekološkog i ekonomskog aspekta zadovoljava sve kriterijume. Alternativni *low-cost* adsorbenti su svakako jedno od rešenja za tretiranje otpadnih voda, smanjanje polutanata, iskorišćenje industrijskog otpada kao polazne sirovine, što je u skladu sa principima održivog razvoja.

## 5. LITERATURA

- [1] Worch E. 2012. Adsorption technology in water treatment, fundamentals, processes, and modeling. Berlin, Germany.:Walter de Gruyter GmbH & Co.
- [2] Bansal R. C, Goyal M. 2005. Activated Carbon Adsorption. Boca Raton, FL.:CRC Press Taylor & Francis Group.
- [3] Pap, S., Knudsen, T.Š., Radonić, J., Maletić, S., Igić, S.M., Sekulić, M.T., 2017. Utilization of fruit processing industry waste as green activated carbon for the treatment of heavy metals and chlorophenols contaminated water. J. Clean. Prod. 162, 958-972.
- [4] Šošarić T, 2016. Uklanjanje teških metala iz vodenih rastvora biosorbentom na bazi koštica kajsija kao otpadne biomase, Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd.
- [5] Kümmerer K. 2008. Pharmaceuticals in Environment Sources, Fate, Effects and Risks. Berlin, Germany.: Springer-Verlag.
- [6] Montoya V. H, Petriciolet A. B, 2012. Lignocellulosic Precursors Used in the Synthesis of Activted Carbon - Characterization Techniques and Applications in the Wastewater Treatment. InTech, Rijeka, Croatia

### Kratka biografija:



**Jelena Garunović** rođena je 1992. godine u Novom Sadu. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Inženjerstvo zaštite životne sredine, odbranila je 2017. god.



**Maja Turk Sekulić** rođena je 1976. godine u Novom Sadu. Doktorirala je 2009. godine na Fakultetu tehničkih nauka. Uža oblast interesovanja je Inženjerstvo zaštite životne sredine.

**FOTOKATALITIČKA RAZGRADNJA NAPROKSENA MEŠAVINOM ZnO/In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  
NANOČESTIČNOG PRAHA****PHOTOCATALYTIC DEGRADATION OF NAPROXEN BY A MIXTURE OF ZnO/In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  
NANOPARTICLE POWDER**

Ivana Ilić, Dragana Štrbac, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – INŽENJERSTVO ŽIVOTNE SREDINE**

**Kratak sadržaj** – U radu je ispitivana efikasnost fotokatalitičke razgradnje naproksena u vodenoj sredini uz korišćenje fotokatalizatora na bazi mešavine ZnO/In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanočestičnog praha, koji je aktiviran UV zračenjem. Rezultati ukazuju na opravdanost kombinovanja cink oksida sa indijum (III) oksidom u cilju povećanja efikasnosti fotokatalitičkog procesa razgradnje naproksena i otvaraju perspektivu da se nekim drugim mešavinama ovi rezultati mogu i poboljšati.

**Abstract** – In this paper, the efficiency of photocatalytic degradation of naproxen in the aqueous medium using photocatalysts based on ZnO/In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanoparticle powder which is activated by UV radiation, has been examined. The results indicates the justification of the combination of zinc oxide with indium (III) oxide in order to increase the efficiency of the photocatalytic decomposition process of naproxen and opens the prospect that some other mixtures could also improve these results.

**Ključne reči:** fotokataliza, naproksen, mešavina nanoprahova ZnO/In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

**1. UVOD**

Upotreba medikamenata je u današnje vreme povećana do ekstremnih granica: u svetu se godišnje proizvede nekoliko hiljada tona nesteroidnih antiinflamatornih lekova [1]. Lekovi i njihovi metaboliti iz različitih izvora (domaćinstva, bolnice, industrijske i gradske otpadne vode), prolaze bez dalje razgradnje kroz sisteme za prečišćavanje i kontaminiraju površinske vode.

Naproksen (NPX), čija su štetna dejstva i mogućnosti dekompozicije predmet ovog rada, je bela do prljavo bela lipofilna kristalna supstanca bez mirisa, čija rastvorljivost u vodi zavisi od pH vrednosti sredine. Postojan je u vodi i u kontinuitetu detektovan u površinskim vodama širom sveta. Koeficijent preraspodele oktanol/voda, pri pH7 iznosi 1,6-1,8. Kao i većina nesteroidnih antiinflamatornih lekova, on inhibira jednu ili obe forme enzima ciklo oksigenaze (COX), COX-1 ili COX-2, koji su odgovorni za formiranje važnih bioloških medijatora u organizmu, odnosno učestvuju u sintezi prostaglandina iz arahidonske kiseline.

S obzirom da ribe poseduju enzim koji je sličan ljudskom COX-2, povećana koncentracija NPX može imati ozbiljne toksikološke posledice i štetan ekološki uticaj na vodene sisteme.

**NAPOMENA:**

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

Iz svih navedenih razloga proizilazi da je potpuno uklanjanje naproksena iz životne sredine, a posebno akvatičnih sistema, od ogromnog značaja za očuvanje čovekove okoline i zdravlja ljudi.

Između velikog broja procesa ispitivanih sa ciljem ostvarivanja maksimalnog učinka u prečišćavanju otpadnih voda izdvojili su se tzv. unapređeni procesi oksidacije, a posebno metod heterogene fotokatalize. Za procese fotokatalitičke razgradnje perzistentnih polutanata koristi se čitav niz poluprovodničkih materijala i metalnih oksida, ali su najbolje fotokatalitičke osobine do sada pokazali TiO<sub>2</sub> i ZnO. Prednosti titanijum dioksida leže u njegovoj visokoj fotokatalitičkoj efikasnosti, hemijskoj stabilnosti, netoksičnosti, širokoj rasprostranjenosti i niskoj ceni, ali se po sposobnosti razgradnje pojedinih organskih jedinjenja pokazao daleko inferiornijim od ZnO [2]. Sa svoje strane, zbog širine optički zabranjene zone cink oksida foto-pobuđivačka svetlost mora biti iz spektra UV zračenja. Ovo je, uz brzu rekombinaciju nosilaca naelektrisanja, glavni ograničavajući faktor za primenu ZnO kao foto-katalizatora u uslovima dnevne osvetljenosti, jer Sunčev spektar sadrži samo mali deo UV zračenja (~4%). U poslednje vreme došlo se na ideju da fotokatalitičke osobine metalnih oksida i poluprovodnika se mogu poboljšati njihovim kombinovanjem, sa ciljem da se inženjeringom energijskog procepa obezbedi efikasnije razdvajanje nosilaca naelektrisanja (elektrona i šupljina), kao i odvijanje fotokatalitičkog procesa pri vidljivoj svetlosti [3]. Takođe je konstatovano da bi se efikasnost fotokatalizatora mogla poboljšati dodavanjem plemenitih metala (*Ag, Au, Pt*) u obliku nanočestica, što bi imalo dodatni pozitivan uticaj na sprečavanje rekombinacije fotogenerisanih nosilaca naelektrisanja.

**2. FARMACEUTSKI PROIZVODI U ŽIVOTNOJ SREDINI**

Farmaceutski proizvodi su bioaktivne hemikalije koje se najčešće oslobađaju u životnu sredinu putem postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda. Iako su detektovani u velikom broju površinskih voda, njihov uticaj na životnu sredinu i dejstvo na žive organizme su i dalje relativno malo poznati. Farmaceutici su, u načelu, hemijski složena jedinjenja i ni u kom slučaju ne predstavljaju homogene grupe, što doprinosi kompleksnosti problema njihove razgradnje i upućuje na potrebu iznalaženja individualnih rešenja. Klasifikacija farmaceutika je bazirana isključivo na njihovom specifičnom dejstvu, pri čemu je shodno izraženom uticaju na životnu sredinu izdvojeno sledećih osam grupa: nesteroidni anti-inflamatorni lekovi, antibio-



tici, beta-blokatori, antiepileptici, antihistaminici, anti-depresanti, hormoni i lekovi za regulaciju nivoa lipida.

### 2.1. Izvori i distribucija farmaceutskih proizvoda u životnoj sredini

Za razliku od industrijskih hemikalija, farmaceutski proizvodi se najviše koriste u domaćinstvima i bolnicama, koji se zapravo i smatraju glavnim izvorima i putevima njihovog prodora u životnu sredinu [4]. Proizvedeni kao veoma stabilna jedinjenja sa ciljem što efikasnijeg preventivnog delovanja i lečenja raznih oboljenja kako ljudi tako i životinja, izlučuju se kao delimično ili potpuno vodorastvorni metaboliti, ili u potpuno nepromenjenom obliku. Nepravilno odloženi lekovi, kojima je prošao rok upotrebe, takođe mogu biti izvor zagađenja. Put rasprostiranja lekova i njihovih metabolita, kao i način deponovanja oslobođene zagađujuće materije zavise od njenih fizičko-hemijskih osobina i osnovnih karakteristika sredine u kojoj je polutant oslobođen i u direktnoj su zavisnosti od koeficijenta sorpcije, odnosno zadržavanja u masi tla i sedimentu površinskih voda [5]. Za razliku od drugih organskih zagađujućih materija, kao što su pesticidi i industrijske hemikalije, sorpcioni potencijal većine farmaceutika nije povezan isključivo sa hidrofobnošću, niti sa udelom organskog ugljenika. Do razgradnje u prirodnoj sredini može doći i dejstvom mikroba ili usled abiotičkih reakcija. Stepem razgradnje zavisi od hemijskih, bioloških i klimatskih uslova.

### 2.2. Naproksen

Zahvaljujući opštoj rasprostranjenosti, sintetički nesteroidni antiupalni lekovi (NSAIDs) su najčešće detektovane zagađujuće materije od svih farmaceutskih proizvoda. Naproksen (NPX,  $C_{14}H_{14}O_3$ ) spada u grupu nesteroidnih antiinflamatornih lekova i upotrebljava se pri tretmanu inflamatornih i degenerativnih reumatskih bolesti, inflamatornih oboljenja mekih tkiva i ublažavanju bolova umerene jačine, jer pokazuje analgetičko i antipiretičko dejstvo. Naproksen je bela do prljavo bela bezmirisna kristalna supstanca. Spada u lipofilna jedinjenja, čija rastvorljivost u vodi zavisi od pH vrednosti sredine. Koeficijent preraspodele oktanol/voda, pri pH7 iznosi 1,6–1,8. Kao i većina nesteroidnih antiinflamatornih lekova i naproksen je slaba kiselina sa  $pK_a$  vrednošću 4,15. Nakon primene se razgrađuje u jetri, a zatim se zajedno sa produktima razgradnje vezuje za neaktivne metabolite, koji se izlučuju preko urina. Ne spada u lako biodegradabilna jedinjenja, ali je dokazano da se nakon faze odlaganja skoro u potpunosti razgrađuje u kontaktu sa kanalizacionim muljem. Nakon prodiranja u životnu sredinu, do 40% naproksena se mineralizuje veoma brzo u sedimentu površinskih voda, ali je u vodenj sredini stabilan. Ne pokazuje tendenciju ka bioakumulaciji u vodenim životinjama. Naproksen je detektovan u otpadnim vodama nakon sistema za prečišćavanje i u površinskim vodama u koncentracijama od 250 ng/l do 1,5 µg/l i smatra se da je efikasnost prečišćavanja u standardnim postrojenjima aproksimativno 71%. Dodatnu zabrinutost izaziva činjenica da naproksen, kao i veliki broj drugih farmaceutika, opstaje i ostaje biološki aktivan u vodenim sredinama tokom dužeg vremenskog perioda (više od

godinu dana, a moguće i do nekoliko godina), što uslovljava njegovu akumulaciju i štetan uticaj na biološke organizme.

## 3. FOTOKATALIZA

Fotokataliza je proces aktivacije supstanci koje modifikuju brzinu hemijskih reakcija pod dejstvom svetlosti, pri čemu one same u tim reakcijama ne učestvuju. Apsopcijom ultraljubičastog zračenja emitovanog od strane nekog svetlosnog izvora (Sunčeva svetlost, fluorescentna lampa, LED dioda itd), elektroni iz valentne zone fotokatalizatora dovode se u pobuđeno stanje i prevode u provodnu zonu, ostavljajući iza sebe u valentnoj zoni prazna mesta, koja se ponašaju kao pozitivno naelektrisane kvazičestice (šupljine). Fotokatalitička aktivnost zavisi od sposobnosti katalizatora da kreira eksitone, tj. parove elektrona ( $e^-$ ) u provodnoj i šupljina ( $h^+$ ) u valentnoj zoni, što dovodi do stvaranja slobodnih radikala (hidroksil-radikala  $\bullet OH$ ), koji mogu da pretrpe sekundarne reakcije. Praktična primena fotokatalize omogućena je otkrićem postupka elektrolize vode pomoću titanijum-oksida [6].

Kod homogene fotokatalize reaktanti i fotokatalizatori egzistiraju u istoj fazi, dok su u slučaju heterogene fotokatalize njihove faze razdvojene. Najčešće korišćeni heterogeni fotokatalizatori su oksidi prelaznih metala ( $TiO_2$ ,  $ZnO$ ,  $SnO$ ,  $In_2O_3$ ) i poluprovodnici ( $GaAs$ ,  $GaP$ ,  $ZnS$ ), s obzirom da ovi materijali – za razliku od metala – poseduju energijski procep koji omogućava kreaciju eksitona. Elektron i šupljina, nastali fotopobuđivanjem, mogu se rekombinovati i osloboditi energiju eksitacije u vidu toplote ili emisije fotona. Ovo je neželjen efekat i naponi da se ostvari funkcionalna fotokataliza idu u pravcu produženja vremena života eksitona, poboljšavanjem razdvajanja elektrona i šupljina primenom različitih pristupa koji se često oslanjaju na strukturne osobine (fazni heterospojevi, nanočestice plemenitih metala ili silicijumske nanožice i druge nanostrukture). Krajnji cilj dizajna fotokatalizatora je da se olakšaju reakcije pobuđenih elektrona sa oksidantima kako bi se dobili redukovani produkti, i/ili reakcije šupljina sa reduktantima u cilju stvaranja oksidovanih produkata.

## 4. EKSPERIMENTALNI DEO

### 4.1. Priprema fotokatalizatora $ZnO/In_2O_3$

$ZnO/In_2O_3$  katalizatori pripremljeni su standardnim, jednostavnim, ekološki prihvatljivim postupcima fizike čvrstog stanja sa ciljem da se obezbedi povezivanje valentnih i provodnih zona pojedinačnih metalnih oksida i smanji brzina rekombinacije fotogenerisanih elektrona i šupljina, čime se aktiviraju specifični radikali odgovorni za nastanak lančane reakcije koja dovodi do kompletne razgradnje naproksena. Polazni prekursori ( $ZnO$ ,  $In_2O_3$ ) su mešani u stehiometrijskom odnosu 10 minuta u ahatnom avanu da bi se ostvarilo 5% –tno dopiranje  $In$ , presovani naponom od 50 kg/cm<sup>2</sup>, zagrevani do 700°C i 900°C i žareni u trajanju od 1h i zatim ponovo samleveni tokom 10min. Struktura katalizatora je ispitivana metoda rentgenske difrakcije i Ramanove spektroskopije, koje su potvrdile prisustvo kristala heksagonalne vurticne

strukture  $ZnO$  sa očiglednim strukturnim poremećajima izazvanim postupkom pripreme i dopiranjem. Praškaste aglomeracije i veličine nanočestica posmatrane su pomoću skenirajućeg elektronskog mikroskopa, dok su stvarni odnosi  $Zn/In$  određivani metodom energijske disperzione spektroskopije. Primenom difuzne refleksione spektroskopije veličina optičkog energijskog procepa procenjena je na 3,23eV, odnosno 3,07eV za uzorke koji su zagrevani na 700°C i 900°C, respektivno. Na osnovu ovih vrednosti proučavana je efikasnost vodene suspenzije  $ZnO/In_2O_3$  u fotokatalitičkoj degradaciji naproksena pod ultraljubičastim zračenjem.

#### 4.2. Priprema standardnog rastvora

Fotokatalitička dekompozicija naproksena sprovedena je u vodenom rastvoru na sobnoj temperaturi u režimu serijske obrade podataka. Osnovni rastvor analiziranog farmaceutskog preparata pripremljen je rastvaranjem 5mg standarda u 25ml acetonitrila (200 mg/l). Kao vodeni model korišćena je destilovana voda. Početna koncentracija naproksena (NPX) u standardnom rastvoru zapremine 50 ml iznosila je  $c_0 = 4,5$  mg/l, sa masom nanomaterijala ( $ZnO/In_2O_3$ ) u iznosu od 30mg.

#### 4.2. Fotokatalitički eksperiment

Prvi deo eksperimenta izveden je sa ciljem ispitivanja uticaja adsorpcije na razgradnju naproksena. Merene su promena koncentracije naproksena i efikasnost njegove dekompozicije u zavisnosti od vremena adsorpcije (mešanja) pri uslovima optimalne osvetljenosti i na sobnoj temperaturi. Tom prilikom dobijeni su sledeći rezultati (Tabela 1):

Tabela 1. Zavisnost koncentracije i efikasnosti dekompozicije naproksena od vremena adsorpcije

Vreme adsorpcije - mešanja [min]	Koncentracija NPX [mg/l]	Efikasnost [%]
0	4,50	0
5	4,50	0
10	4,50	0
20	4,50	0
30	4,50	0
40	4,50	0
50	4,50	0
60	4,50	0

Na osnovu prikazanih rezultata evidentno je da se adsorpcija na nanočesticama  $ZnO/In_2O_3$  može isključiti kao relevantan faktor pri dekompoziciji naproksena.

Naredni eksperiment izveden je sa početnom koncentracijom naproksena u iznosu od 4,5 mg/l u 50ml standardnog rastvora i sa 30mg  $ZnO/In_2O_3$  kao katalizatorom, ali ovoga puta u mraku i pod kontinualnim dejstvom ultraljubičastog zračenja iz živine lampe visokog pritiska snage 125W sa maksimumom emisije na 366nm.

Rastvori su mešani pomoću magnetnog mešača pri 130°/min. Da bi se ispitala promena koncentracije naproksena, prikupljane su alikvote u vremenskim intervalima od 5, 10, 20, 30, 40, 50 i 60 minuta. Svaki uzorak je filtriran kroz filter papir prečnika 90mm kako bi

se razdvojile nanočestice katalizatora iz rastvora. Nakon svake filtracije, 1ml uzorka prebacivan je u epruvete od 2ml.

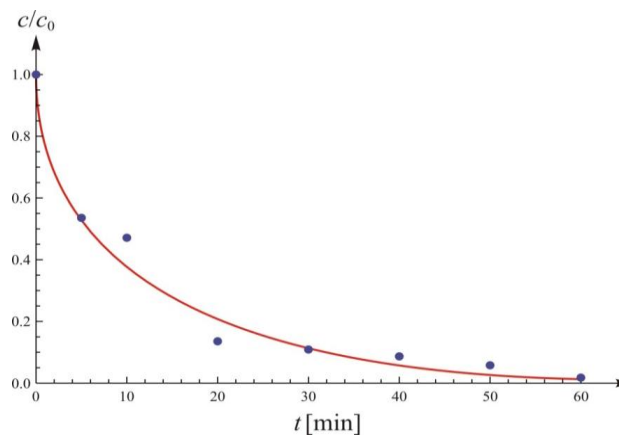
Za merenje koncentracije naproksena nakon fotokatalitičke degradacije korišćena je tečna hromatografija visokih performansi (HPLC) sa diodnim detektorom (serija Agilent 1260). Hromatografska separacija je izvedena na obrnutoj, stacionarnoj fazi Eclipse XDB-C18 (150 mm × 4,6 mm i 5µm veličina čestica) pri protoku od 0,8ml min<sup>-1</sup> i sa injekcionom zapreminom od 10ml na sobnoj temperaturi. Mobilne faze sastoje se od: A (50%) - 0,1 mravlje kiseline i B - acetonitrila sa početnim uslovima u trajanju od 7 minuta. Temperatura stacionarne faze je 25°C. Maksimalna apsorpcija naproksena odvija se na talasnoj dužini 230nm. Rezultati su prikazani u tabeli 2.

Tabela 2. Zavisnost koncentracije i efikasnosti dekompozicije naproksena od vremena ozračivanja

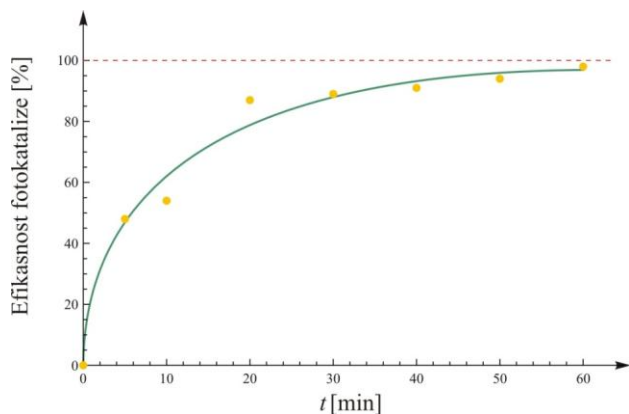
Vreme fotokatalitičke razgradnje [min]	Koncentracija NPX [mg/L]	Efikasnost [%]
0	4,50	0,00
5	2,41	48,00
10	2,12	54,00
20	0,61	87,00
30	0,49	89,00
40	0,39	91,00
50	0,26	94,00
60	0,08	98,00

Grafička zavisnost relativne promene koncentracije naproksena od vremena ozračivanja prikazana je na Slici 1, dok je na Slici 2 predstavljena vremenska zavisnost efikasnosti fotokatalitičke reakcije degradacije naproksena pomoću  $ZnO/In_2O_3$  katalizatora (linije su orijentacione).

Kao što se može zaključiti, dobijeni rezultati u potpunosti potvrđuju teorijska predviđanja o visokoj fotokatalitičkoj sposobnosti  $ZnO/In_2O_3$  heteronanostrukture. Osim toga, kombinovanje  $ZnO$  sa indijum (III) oksidom nije dovoljno da modifikuje energijski procep tako da mešavina navedenih metalnih oksida bude fotokatalitički aktivna pri izlaganju vidljivoj svetlosti.



Slika 1. Zavisnost relativne promene koncentracije naproksena od vremena ozračivanja



Slika 2. Zavisnost efikasnosti fotokatalitičke degradacije naproksena od vremena

## 5. ZAKLJUČAK

U ovom radu je ispitivana fotokatalitička degradacija nesteroidnog antiinflamatornog analgetika i antipiretika naproksena (NPX), za koga je ustanovljeno se ubraja među najperzistentnije farmaceutske polutante u površinskim vodotokovima, primenom  $ZnO/In_2O_3$  heteronano–struktura kao katalizatora. Pri tome je najpre eliminisan uticaj adsorpcije na razgradnju naproksena, merenjem promene njegove koncentracije i efikasnosti dekompozicije u zavisnosti od vremena adsorpcije (mešanja) pri uslovima optimalne osvetljenosti i na sobnoj temperaturi. Potom je eksperiment ponovljen u mraku i pod dejstvom ultraljubičastog zračenja, pri čemu je konstatovano da  $ZnO/In_2O_3$  poseduje izrazite fotokatalitičke sposobnosti: već nakon pet minuta od početka eksperimenta koncentracija naproksena smanjila se gotovo na polovinu, da bi nakon jednog časa efikasnost degradacije iznosila čitavih 98%. Ovi rezultati ukazuju na opravdanost kombinovanja cink oksida sa indijum (III) oksidom u cilju povećanja efikasnosti fotokatalitičkog procesa razgradnje naproksena i otvaraju perspektivu da se nekim drugim mešavinama ovi rezultati mogu i poboljšati.

Ono što ostaje kao glavni cilj u narednim istraživanjima procesa heterogene fotokatalize jeste pronalaženje materijala ili kombinacije materijala koji bi ispoljavali fotokatalitičku aktivnost i pri uslovima optimalne osvetljenosti (vidljiva svetlost, Sunčeva ili veštačka), jer se ispostavilo da  $ZnO/In_2O_3$  ne poseduje tu sposobnost. Nedavno je objavljeno [4] da pojedine poluprovodničke nanostrukture sa širokim energijskim procepom ( $> 3,1\text{eV}$ ) nasuprot očekivanjima iskazuju izvanredne mogućnosti fotokatalitičke dekompozicije organskih boja. To se prvenstveno odnosi na nanokocke od  $ZnSnO_3$  i mešavinu  $Zn_2SnO_4 - SnO_2$  nanokristala koji poseduju visoku aktivnost, nisku cenu, netoksičnost i jednostavnost sinteze.

## 6. LITERATURA

- [1] Cleuvers, M. 2003. "Mixture toxicity of the anti-inflammatory drugs diclofenac, ibuprofen, naproxen, and acetylsalicylic acid". *Ecotoxicol Environ Saf.* 59(3): 309-15.
- [2] Štrbac D, Aggelopoulos C, Štrbac G, Dimitropoulos M, Novaković M, Ivetić T, Yannopoulos S. N. 2016. "Photocatalytic degradation of naproxen and methylene blue: Comparison between  $ZnO$ ,  $TiO_2$  and their mixture". *Process Safety and Environmental Protection*, Article in Press.
- [3] Liu C, Röder R, Zhang L, Ren Z, Chen H, Zhang Z, Ronning C, and Gao P-X. 2014. "Highly efficient visible-light driven photocatalysts: a case of zinc stannate based nanocrystal assemblies". *Journal of Materials Chemistry A.* 2: 4157-4167.
- [4] Daughton C.G, Ternes T.A. 1999. "Pharmaceuticals and personal care products in the environment: agents of subtle change?" *Environ. Health Perspect.* 107(6): 907-38.
- [5] Boxall A.B.A, Kay P, Blackwell P.A, Fogg L.A. 2004. "Fate of veterinary medicines applied to soils". In *Pharmaceuticals in the Environment* Kümmerer K. (ed), pp 165–180. Heidelberg, Germany: Springer
- [6] Wrighton M.S, Ginley D.S, Wolczanski P.T, Ellis A.B, Morse D.L. and Linz A. 1975. "Photoassisted Electrolysis of Water by Irradiation of a Titanium Dioxide Electrode". *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 72(4):1518–1522.

### Kratka biografija:



**Ivana Ilić** rođena je u Novom Sadu. Na Tehnološkom fakultetu diplomirala je 2000, a Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Inženjerstva zaštite životne sredine odbranila je 2017.god.



**Dr Dragana Štrbac**, vanredni profesor na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, na Katedri za Inženjerstvo zaštite životne sredine. Koautor je 18 radova sa SCI liste i 74 drugih radova i saopštenja.



ANALIZA POŽARNOG OPTEREĆENJA JAVNIH OBJEKATA – PRIMER DOMA  
ZDRAVLJA U RUMI

ANALYSIS OF FIRE PURPOSE OF PUBLIC FACILITIES - EXAMPLE OF THE  
HEALTH CENTRE IN RUMA

Jelka Đurđević, Slobodan Krnjetin, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – ZAŠTITA ŽIVOTNE SREDINE**

**Kratak sadržaj** – Rad se bavi analizom požarnog opterećenja javnih objekata na primeru doma zdravlja u Rumi. U radu su prikazane građevinske karakteristike objekta, požarno opterećenje i proračun evakuacije, nakon čega su predložene mere za unapređenje zaštite od požara.

**Abstract** – The paper analyzes the fire load of public buildings in the case of the health center in Ruma. The paper presents the construction characteristics of the building, fire load and budget evacuation, after which the proposed measures to improve fire protection.

**Ključne reči:** požar, požarno opterećenje, dom zdravlja, plan zaštite od požara

**1. UVOD**

Od nastanka ljudske civilizacije vatra je neizostavni činilac svakodnevnog života. Bez obzira na pogodnosti koje vatra pruža, posledice vatre su velike i imaju negativan uticaj na ljudske živote ali i na materijalni svet.

Osnivanje prvih organizovanih jedinica za borbu protiv požara i uopšte za zaštitu od požara koje su zabeležene u istoriji vezuju se za rimskog imperatora Avgusta (Augustus Caesar (63.god.p.n.e- 14.p.n.e.) - Usvojeni naslednik Julija Cezara, u početku poznat kao pod imenom Oktavijan. Pobedom nad Markom Antonijem i Kleopatrom proglašava sebe vladarem sveta. Vodio uspešnu spoljnu politiku i vršio reforme), (23 god. p.n.e). Car Avgust je u glavnom gradu, Rimu, koji je u to vreme imao oko dva miliona stanovnika, organizovao sedam jedinica (četa) čuvara kojima je, pored dužnosti obezbeđenja grada bila dužnost zaštite od požara. Njihova obaveza nije bila samo borba protiv požara već i nadzor, kontrola i kažnjavanje svih onih koji se ne pridržavaju preventivnih mera za zaštitu od požara.

Odsek za zaštitu od požara je u takvom obliku postojao sve do pada Rimskog carstva 476 god. n.e. Svaka jedinica imala jedno lice zaduženo za rukovanje šmrkom, tim vatrogasaca i jednog trubača u rog.

Počeci organizovane zaštite od požara u Srbiji vezuju se za vreme vladavine kneza Miloša Obrenovića, odnosno za donošenje Uredbe protiv požara 1834. godine. Od tog vremena zaštita od požara razvijala se u skladu sa različitim oblicima državnog uređenja i u kontinuitetu sve do danas.

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. Slobodan Krnjetin.

Jedini siguran način zaštite od požara jeste sprečavanje njegovog nastanka [1].ali bez obzira na velike napore koji se ulažu u prevenciju nastanka požara, i dalje su svakodnevno prisutni požari, kako na objektima tako i na otvorenom prostoru.

**2. POŽAR**

Požar predstavlja nekontrolisano širenje vatre i može biti uzrokovano različitim faktorima. Uzroci mogu biti ljudski faktor, neispravne električne instalacije, nepoštovanje tehničkih propisa, neispravna grejna tela, a na otvorenom prostoru visoke temperature, udar groma, erupcije vulkana i dr.

**2.1. Klasifikacija požara**

Radi lakšeg izučavanja u praksi zastupljena je sledeća klasifikacija požara i to:

- prema mestu nastajanja;
- prema prirodi goriva;
- prema fazi razvoja;
- prema brzini oslobađanja toplote;
- prema obimu i veličini

Prema mestu nastanka požari se dele na:

- unutrašnje
- spoljašnje

2011. godine donet je standard SRPS EN 2:2011 u kom je izvršena klasifikacija požara prema prirodi goriva:

- Klasa A: Požari koji obuhvataju čvrste materijalu uobičajeno organske prirode, pri čijem gorenju se obično formira žar
- Klasa B: Požari koji obuhvataju tečnosti ili topljive čvrste materije
- Klasa C: Požari koji obuhvataju gasove
- Klasa D: Požari koji obuhvataju metale
- Klasa F: Poži koji obuhvataju masnoće za kuvanje (biljne i životinjske masti) koje se koriste u kuhinjskim aparatima.

**3. ISTORIJA I GRAĐEVINSKE KARAKTERISTIKE OBJEKTA DOMA ZDRAVLJA RUMA**

Dom Zdravlja, kao centralna zdravstvena ustanova za opštinu Ruma, uključujući 4 zdravstvene stanice i 12 zdravstvenih ambulanti funkcioniše i radi od 27.11.1976 godine (osnovan je 1976. godine pod nazivom „Ruma“ i od tada se sedište nalazi u Rumi, Orlovićeva b.b.

Dom Zdravlja Ruma se nalazi u stambenoj zoni grada Ruma, a lociran je na prostoru nekadašnjeg fudbalskog igrališta „Sloven“, između Orlovićeve i ulice 27. Oktobar. Objekat Dom Zdravlja Ruma je površine 8000m<sup>2</sup>. Objekat je podeljen na četiri tehnološka dela zgrade, koji su međusobno povezani putnim komunikacijama. Centralni objekat je Su+Pr+1+Pk visine 15m i podrumskim prostorom koji je ukopan 3 metra ispod nivo prizemlja Mesta u domu Zdravlja Ruma rangirana po verovatnoći izbijanja i širenja požara:

- kuhinja od strane izvora energije na kome se sprema hrana;
- kotlarnica za grejanje, ali ta mogućnost je svedena na minimum iz razloga što kotlarnica na objektu dom Zdravlja Ruma zadovoljavaju sve kriterijume propisane zakonom;
- prostorija sa pomoćnim agregatom koja se nalazi van objekta na udaljenosti od 50m od samog objekta dom Zdravlja Ruma.
- objekti u kome se nalaze ili koriste butan boce;
- ostale prostorije u kojima se usled rada sa opasnim zapaljivim materijama ne pridržava mera koje su date u Planu zaštite od požara, kao i mera zaštite od požara i dr.

#### 4. MATERIJJE KOJE SE KORISTE U TEHNO-LOŠKOM PROCESU U POGLEDU OPASNOSTI ZA IZBIJANJE I ŠIRENJE POŽARA

Čvrste materije koje se koriste u objektu doma zdravlja u Rumi su:

- plastične mase
- polivinilhlorid
- polipropilen
- polistirol
- penaste plastične mase
- drvo
- papir i karton
- guma

Gasovite materije koje se koriste u objektu:

- butan

Tečne materije koje se koriste u objektu:

- etar
- etanol

#### 5. POŽARNI SEKTORI GRAĐEVINSKIH OBJEKATA

Na osnovu Plana zaštite od požara i na način izgrađenosti, s obzirom na vrstu radova i poslova koji se obavljaju u objektu, načina na koji se obavljaju, građevinskih elemenata od kojih je objekat napravljen, a radi preduzimanja određenih preventivnih mera, svaki od objekata doma Zdravlja Ruma će biti podeljeni na odgovarajuće požarne sektore:

I SEKTOR - IV faza doma zdravlja;

II SEKTOR – zubno-tehnička laboratorija + arhiva;

III SEKTOR – garaže

IV SEKTOR – kotlarnica za grejanje

V SEKTOR – prostorija agregata

#### 6. POŽARNO OPTEREĆENJE SVAKOG GRAĐEVINSKOG OBJEKTA

$$P_0 = \Sigma \frac{G \times H_u}{P} \text{ (kJ/m}^2\text{)}$$

**p<sub>0</sub>** – požarno opterećenje;

**g** - ukupna količina pojedine zapaljive materije u kg ili m<sup>2</sup>;

**H<sub>u</sub>** – kalorična moć pojedine gorive materije u kJ/kg ili KJ/m<sup>2</sup>;

**P** – površina prostorije u m<sup>2</sup>

##### 6.1 Pregled požarnih opterećenja sektora Doma Zdravlja Ruma

I požarni sektor (IV Faza) -usvojeno iz Euroalarma) p<sub>0</sub>= 335 [MJ/m<sup>2</sup>] –NISKO;

II požarni sektor (zubno-tehničarska radionica +arhiva – usvojeno iz Euroalarma) p<sub>0</sub> = 167 [MJ/m<sup>2</sup>] – NISKO;

III požarni sektor (garaže za vozila hitne medicinske pomoći– usvojeno iz Euroalarma) p<sub>0</sub>= 209 [MJ/m<sup>2</sup>] – NISKO;

IV požarni sektor (kotlarnica za grejanje – usvojeno iz Euroalarma) ) p<sub>0</sub>= 251 [MJ/m<sup>2</sup>] –NISKO;

V požarni sektor (prostorija za agregatom – usvojeno iz Euroalarma) p<sub>0</sub>= 293 [MJ/m<sup>2</sup>] –NISKO;

##### U SLUČAJU IZBIJANJA POŽARA U OBJEKTU SE OČEKUJE POŽARNO OPTEREĆENJE DO 1000 MJ/M<sup>2</sup> (NISKO)

Svi požarni sektori spadaju u klasu D po kojoj je u požarom sektoru potrebno obezbediti sistem za dojavu požara, ali ne i stabilne sisteme za dojavu požara

#### 6. PRORAČUN VREMENA EVAKUACIJE

U objektu se može formirati koridor evakuacije. Za proračun je uzet najduži koridor koji se formira od sobe na istočnom delu objekta u potkrovlju (naudaljenija tačka u objektu je soba 10 (soba za livenje) do glavnog ulaza-izlaza u prizemlju. Ovaj koridor vodi od sobe kroz vezni hodnik a potom niz stepenice do prizemlja, zatim kroz dvokrilna vrata do bezbednog mesta na otvorenom prostoru. Na spratovima se prosečno nalazi 30 osoba.

Usvojene veličine za analizu vremena evakuacije:

- v= 0,75m/s za horizontalno kretanje
- v= 0,4m/s za kretanje niz stepenice
- v= 0,2m/s za kretanje uz stepenice

Brzina kretanja ljudskog toka je funkcija zbijenosti (što je gustina toka veća, oscilacije u brzini su manje). Usvojene veličine za analizu vremena evakuacije, shodno tačkama od **11.1- 11.6 SRPS TP 21** su:

Usvajamo da je maksimum broj ljudi koji se mogu naći u objektu doma Zdravlja Ruma je 800 lica.

Na spratu potkrovlja zubne tehnike se prosečno nalazi 20 lica (uzima se kao referentni broj za proračun evakuacije).

Prosečno se na spratu nalazi oko 35 lica.

Usvaja se vreme pripreme od 5 minuta za poslovne objekte, a shodno **tački 3.4 SRPS TP 21:2003**.

## Etape evakuacije iz objekta doma Zdravlja Ruma

Usvajamo proračun za Etape evakuacije i vreme kretanja za najduži put evakuacije:

**etapa 1.- od PM do PI;** (od polaznog naudaljenijeg mesta iz prostorije na potkrovlje do prvog izlaza iz iste prostorije (PM=PI);

**etapa 2.- od PI do EI;** (od prvog izlaza iz prostorije do samog stepeništa koje vodi u prizemlje objekta (stepeništa);

**etapa 3.- od EI do KI;** (od stepeništa koja vode u prizemlje do krajnjeg izlaza iz objekta, kroz dvokrilna vrata;

**etapa 4.- od KI do BM;** (od krajnjeg izlaza iz zgrade objekta doma Zdravlja Ruma do bezbednog mesta okupljanja na otvorenom prostoru, preko puta objekta **najmanje 20m** od izlaza).

### Kretanje osobe u I etapi evakuacije:

Kretanje lica od najnepovoljnijeg i najudaljenijeg mesta iz prostorija na potkrovlju zubne tehnike do prvog izlaza iz iste prostorije (PM=PI).

$$\text{Vreme u prvoj etapi } T1 \text{ od PM do PI} = \frac{6,63m}{1,5m/s} = 4,42s$$

Ukupno vreme zadržavanja za I etapu iznosi:  $20 + 9,5 = 29,5s$ .

### Kretanje osobe u II etapi evakuacije:

Kretanje lica od prvog izlaza iz naudaljenijeg mesta iz prostorije na potkrovlju do etažnog nivoa (stepeniša)

$$\text{Vreme u drugoj etapi } T2 \text{ od PM do PI} = \frac{13,52m}{1,5m/s} = 9,01s$$

Ukupno vreme zadržavanja za II etapu iznosi:  $20 + 9,5 = 29,5s$ .

### Kretanje osobe u III etapi evakuacije:

Kretanje lica od etažnog nivoa stepeništa do krajnjeg izlaza iz doma Zdravlja Ruma EI=KI;

$$\text{Vreme u trećoj etapi } T3 \text{ od PM do PI} = \frac{68,5m / 1,5m/s}{0,2} = 22,8s$$

Ukupno vreme zadržavanja za III etapu iznosi:  $13,5 + 35 = 48,5s$

### Kretanje osobe u IV etapi evakuacije:

Kretanje lica od krajnjeg izlaza iz objekta doma Zdravlja Ruma do bezbednog mesta okupljanja KI=BM, najmanje 40m od izlaza.

Kako evakuisana lica ne bi ometala Vatrogasno-spasilačku jedinicu u vršenju posla gašenja požara, bezbedno mesto okupljanja je određeno je na **40m od glavnog ulaza-izlaza iz objekta.**

$$\text{Vreme u četvrtoj etapi } T4 \text{ od KI do BM} = \frac{40m}{1,5m/s} = 26,66s$$

Ukupno vreme zadržavanja za IV etapu iznosi:  $4 + 10 + 9,5 = 23,5s$

**Ukupno vreme evakuacije sa potkrovlja (usvojena referentna zona kao naudaljenija) je:**

$$TE = T1 + T2 + T3 + T4 + Tpe + Tz =$$

$$4,42s + 9,01s + 22,8s + 26,66s + 300s + 131s = 493,83s$$

**Usvajamo da je vreme evakuacije iz doma Zdravlja Ruma, na adresi Orlovićeva b.b. (potkrovlje –zubna**

**tehnika) TE=493,83s ~494s odnosno 8 minuta i 14 sekundi**

## 7. MERE U ORGANIZACIJI KOJE ZA SMANJENJE RIZIKA OD POŽARA I EKSPLOZIJA

U cilju umanjenja rizika u pogledu nastanka požara i eksplozije, otklanjanja uslova i pojava koje pogoduju nastanku i proširenju požara i eksplozije u preduzeću i u cilju bolje obučenosti i uvežbanosti zaposlenih radnika potrebno je preduzeti sledeće preventivne mere zaštite od požara i eksplozija:

- prilazne saobraćajnice kod ulaza na kompleks, kao i ulaze u kompleks, održavati prohodnim i na njima zabraniti zadržavanje i parkiranje vozila.
- Vatrogasnu jedinicu upoznati sa kompleksom i objektima na kompleksu, kao i sa Planom zaštite od požara.
- prostor oko svih objekata održavati čist i uredan, na njemu zabraniti odlaganje i skladištenje zapaljivog materijala i to bliže od 6 metara od objekata, a travu redovno kositi i uklanjati u zelenom stanju sa kompleksa.
- za sve objekte na kompleksu na osnovu Zakona o zaštiti od požara, pribaviti saglasnost od strane MUP-a Republike Srbije - Sektor za vanredne situacije da su u njima sprovedene mere zaštite od požara, utvrđene investiciono-tehničkom dokumentacijom, radi pribavljanja upotrebne dozvole (ako to nije urađeno).
- ni jedan posao rekonstrukcije ili dogradnje ne može se vršiti bez investiciono tehničke dokumentacije, na koju su prethodno pribavljene odgovarajuće saglasnosti od nadležnih organa.
- održavanje uređaja, opreme, postrojenja i instalacija na kompleksu vršiti po uputstvima proizvođača i u propisanim rokovima (u skladu sa tehničkim propisima i normativima)
- radnici u čiji delokrug poslova i zadataka spada održavanje pojedinih uređaja, opreme i instalacija dužni su da vrše kontrolu njihove ispravnosti i pravilnog funkcionisanja, tako da u slučaju eventualnog oštećenja ne izazovu požar u objektu.
- zavarivanje na privremenim mestima može se obavljati samo po predhodno pribavljenom odobrenju, izdatom od strane zaduženog lica za zaštitu od požara.
- u hidrantskoj mreži za gašenje požara, u svakom momentu obezbediti pritisak vode od minimum 2,50 bara uz odgovarajući protočni kapacitet.
- postavljenu opremu za gašenje požara, u ormarima za smeštaj opreme pored hidranata, svakodnevno vizuelno kontrolisati. Broj creva standardne dužine, u ormarima sa opremom, određuje se zavisno od udaljenosti hidranta od objekta i od potreba za intervencijom sa spoljne strane objekta.
- hidrantsku mrežu sa uređajima i armaturom kontrolisati najmanje jednom u šest meseci.
- Creva u hidrantskim ormarima se kontrolišu najmanje jedanput godišnje, pri čemu se moraju ispitati pritiskom vode od 7 bara.
- aparate za početno gašenje požara servisirati najmanje jednom u šest meseci.
- uređaji, oprema i sredstva za zaštitu od požara mogu se koristiti isključivo za gašenje požara, spasavanje i izvođenje vatrogasnih vežbi. Zabranjeno je nenamensko korišćenje uređaja, opreme i sredstava za gašenje požara.
- u slučaju pojave požara odmah izvršiti uzbunjivanje

zaposlenih radnika, a preduzeti i druge mere utvrđene Planom zaštite od požara.

#### **8. MERE ZAŠTITE OD POŽARA KOJE SE MORAJU REALIZOVATI, A KOJE ZAHTEVAJU ZNATNA FINANSIJSKA SREDSTVA KOJE SUBJEKAT ZAŠTITE OD POŽARA, PRAVNO LICE TREBA DA OBEZBEDI POSEBNIM PLANIRANJEM SREDSTAVA**

- Izvesti sistem za automatsku i ručnu dojavu požara u objektu Domu Zdravlja Ruma;
- Na mesta predviđena Planom zaštite od požara postaviti "panik" rasvetu, odnosno nužnu rasvetu koja se automatski uključuje nestankom električne energije i koja obezbeđuje osvetljavanje prostorija u slučaju požara u trajanju od najmanje 1 h.
- Sva vrata u objektu koja su od drveta zameniti metalnim ili drvo premazati nezapaljivim sredstvom u trajanju do 30 minuta;
- Sve razvodne ormane koji su od drveta, zameniti nezapaljivim materijalom tipa. Takođe i uraditi sa hidrantskim ormarićima – zameniti drvene sa metalnim ili nekim drugim nezapaljivim materijalom;
- Sve glavne ulaze-izlaze iz objekta koja se otvaraju ka unutra, zameniti i vrata za evakuaciju koja se otvaraju u smeru evakuacije, napuštanju objekta;
- silazno stepenište izolovati od mogućeg prodora dima

#### **9. ZAKLJUČAK**

Ključna odrednica u oblasti zaštite od požara jeste preventiva. Ukoliko uzmemo u obzir broj požara koji se u jednom danu dogodi u svetu dolazimo do zaključka da bez obzira na napore koji se ulažu, preventiva nije dovoljna. Požar predstavlja nekontrolisano širenje vatre i može biti uzrokovano različitim faktorima, a samim tim što je nekontrolisano, neophodno je detaljno proceniti požarno opterećenje svakog objekta da bi u slučaju požara znali kako treba pravilno reagovati i delovati.

Opasnosti od nastanka požara u objektima ne mogu se potpuno izbeći, ali odgovarajuće preventivne mere imaju za cilj, sa jedne strane da spreče pojavu požara, a sa druge strane ako do požara dođe, obezbede i omoguće brzu intervenciju evakuacije i gašenja Vatrogasno – spasilačke jedinice.

Ipak na kraju svake havarije ili katastrofe, ukoliko do nje dođe cilj je da se spasi što više ljudskih života, uz što manju materijalnu štetu. Svakodnevno se u svetu dešava veliki broj požara kako na poslovnim tako i na stambenim jedinicama, zbog čega je neophodna edukacija ljudi da bi omogućilo pravovremeno reagovanje i time sprečili nastanak ljudskih žrtava, i velike materijalne štete.

#### **10. LITERATURA**

- [1] Friendman R. 1996, Fire Safety in Spacecraft, ISI Journal Citation Reports;

#### **Kratka biografija:**



**Jelka Đurđević**, rođena je u Novom Sadu, 01.09.1992. god. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Inženjerstva zaštite životne sredine, odbranila je 2015. god. Master akademske studije upisala je 2015. godine na Fakultetu tehničkih nauka na istom studijskom programu.

**IZBOR OPTIMALNOG MODELA SEPARACIJE I REIKLAŽE PLASTIČNOG OTPADA  
CHOOSING AN OPTIMAL MODEL FOR SEPARATING AND RECYCLING PLASTIC  
WASTE**

Milana Kešelj, Dejan Ubavin, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – INŽENJERSTVO ZAŠTITE ŽIVOTNE  
SREDINE**

**Kratak sadržaj** – Rad se bavi analizom tehnika separacije plastičnog otpada i izborom najbolje dostupne tehnike. Cilj rada je da se ukaže na važnost adekvatnog upravljanja plastičnim otpadom koji je jedan od najbrže rastućih otpada u svetu. Poglavlja rada su izdefinisina kroz Zakonsku regulativu Republike Srbije i ukazuju na neophodnost njene primene na svakom nivou upravljanja otpadom.

**Abstract** – The paper deals with the analysis of plastic waste separation techniques and the selection of the best available technique. The aim of the paper is to point out the importance of adequate management of plastic waste, which is one of the fastest growing waste in the world. The chapters of the paper are the definitions through the Law of the Republic of Serbia and point to the necessity of its application at every level of waste management..

**Ključne reči:** upravljanje otpadom, plastičan otpad, najbolje dostupna tehnika

**1. UVOD**

Plastičan otpad predstavlja najbrže rastući otpad u svetu i kao takav zahteva posebnu pažnju na svakom nivou upravljanja otpadom. Velike količine plastičnog otpada, bez adekvatnog tretiranja, negativno utiču na životnu sredinu i uzročnik su niza drugih negativnih posledica. Važno je uspostaviti dobar sistem upravljanja ovom vrstom otpada, što podrazumeva stalan monitoring, prevenciju nastanka otpada, separaciju i na kraju reciklažu ukoliko je moguća.

U Republici Srbiji sistem upravljanja otpadom predstavlja nacionalni problem za čije otklanjanje moraju da budu uključene lokalne samouprave, pokrajine i svaki pojedinac. Reciklažom i separacijom plastične ambalaže se značajno smanjuje potreban deponijski prostor, štiti životna sredina i ljudi.

**2. MATERIJALI I METODE****2.1 Materijali**

U radu se razmatra značaj separacije otpada i najbolje dostupne tehnologije za separaciju otpada. Ključna dokumentacija, koja prati poglavlja ovog rada je Zakonska regulativa iz oblasti upravljanja otpadom.

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Dejan Ubavin.

Kako bi se adekvatno analizirala problematika separacije otpadnih materijala, za potrebe ovog rada, bilo je potrebno da se sagledaju osnovni aspekti koji utiču na razvoj sistema separacije u nekoj zajednici, teritoriji jedne države i naposljetku na globalnom nivou. U ovom slučaju izdvojen je aspekt zaštite životne sredine, upavljanje otpadom i reciklaža otpadnih materijala.

**2.2. Metodi**

Metodi koji su se koristili odnose se na primenu metoda kvalitativne i deskriptivne analize. Analizirani su brojni propisi, procedure, pravila, problemi, savremena rešenja i slično kako bi se stekao sveobuhvatan uvid u mogućnosti separacije otpadnih plastičnih materijala i izabralo najbolje dostupno tehnološko rešenje. Pored toga za potrebe izrade ovog rada primenjene su i statističke metode za statističku analizu podataka koji su relevantni za problematiku rada.

**3. PRINCIPI SEPARACIJE OTPADA**

Separacija otpada predstavlja postupak razdvajanja otpada na određene kategorije otpada koje se razdvajaju na reciklabilne i nereciklabilne delove. Reciklabilne materije su pogodne za dalji postupak dobijanja korisnih sirovina, dok su nereciklabilne materije deo otpada koji se usled nedostatka načina izvlačenja korisnih komponenti šalje na neki od drugih postupaka obrade (deponovanje, termički tretman i dr).

**3.1 Primarna separacija**

U zavisnosti od zainteresovanosti i spremnosti generatora otpada da se posvete primarnoj separaciji postoje četiri osnovna tipa prikupljanja otpada [1]:

1. komunalno,
2. blokovsko,
3. sakupljanje na ulici i
4. sakupljanje od vrata do vrata.

**3.2 Sekundarna separacija**

Sekundarna separacija otpada se može obavljati na postrojenjima za separaciju otpada. Izdvajanje korisnih sirovina iz otpada može se vršiti ručno, mehanički (automatski) ili kombinovano. Jedan od preduslova za uspešnost celog principa izdvajanja korisnih komponenti iz otpada sekundarnim sortiranjem otpada je pravilno i optimalno sakupljanje i transport otpada s obzirom da veliki udeo troškova ove aktivnosti utiče na ukupnu cenu.



### 3.3 Separacija plastičnog otpada

Plastični otpad pripada vrsti ambalažnog otpada. Ambalažni otpad jeste svaka ambalaža ili ambalažni materijal koji ne može da se iskoristi u prvobitne svrhe, izuzev ostataka nastalih u procesu proizvodnje. Ambalažni otpad je prema Katalogu otpada definisan pod indeksnim brojem 15 00 00. Ambalaža je proizvod napravljen od materijala različitih svojstava, koji služi za smeštaj, čuvanje, rukovanje, isporuku, predstavljanje robe i zaštitu njene sadržine, a uključuje i predmete koji se koriste kao pomodna sredstva za pakovanje, umotavanje, vezivanje, nepropusno zatvaranje, pripremu za otpremu i označavanje robe.

## 4. TEHNIKE SEPARACIJAE PLASTIKE

Najčešća tehnika soriranja plastike je ručno sortiranje plastike, i pored ubrzanog tehnološkog procesa. Ručno sortiranje predstavlja jednostavan proces koji zahteva upotrebu malo tehnologije. To je radno intenzivna, skupa i neefikasna metoda za sortiranje materijala, a posebno plastike.

### 4.1 Makro sortiranje

Makro sortiranje plastike se odnosi na separaciju proizvodnih dobara od plastike nakon njihove upotrebe. Strategije moraju da se postave na taj način da prepoznaju zadate ciljeve. U poslednjih nekoliko godina istraživane su različite tehnike i trenutno se koriste neke od dole navedenih:

#### *Infracrvena Spektroskopija*

(NIR - Near Infrared Spectroscopy)

Ova tehnika je jedna od najviše korišćenih za izvršavanje automatizovanog sortiranja upotrebljenih plastičnih posuda. Prednost NIR-a je što nije potreban direktan ili bliski kontakt između detektora i uzorka. Takođe, NIR instrumenti su kompatibilni sa fleksibilnim optičkim sondama. Ovu tehniku karakterišu mnoge prednosti. Najznačajnija je brzina detekcije/identifikacije. Zbog mogućnosti spektroskopskih uređaja da skeniraju velikom brzinom, može se u kratkim vremenskim intervalima izvršiti veliki broj očitavanja jednog uzorka, što omogućava višestruku proveru istog objekta i postavljanje pravih i pouzdanih identifikacionih strategija.

#### *Rentgenska Analiza (X-Rays analysis)*

Ova tehnika sortiranja je zasnovana na proučavanju prenosa ili refleksije talasnih dužina X zračenja. Rentgenska Analiza (X-Rays analysis) se uglavnom primenjuje za sortiranje plastike - PVC-a. Atom hlora u PVC-u daje jedinstven pik u rentgenskom spektru koji je lako otkriti. Rentgenska fluorescencija (XRF), zasnovana na promeni energetskih nivoa elektrona jezgra atoma, može da se koristi za otkrivanje elemenata u plastici, osim za H, C, N i O, koji su obično detektovani korišćenjem infracrvene spektroskopije. XRF ima mnoge prednosti: jednostavnost korišćenja, brza izrada i analiza uzorka, mogućnost detektovanja velikog broja elemenata, itd.

Identifikacija uz pomoć lasera

Način detekcije i identifikacije materijala zasnovan je na emitovanju laserskog zraka na površinu materijala a zatim se identifikuje i analizira odgovor. Korišćenjem infracrve-

nog termografičkog sistema, mogu se utvrditi različite osobine materijala, uključujući koeficijent apsorpcije, toplotna provodljivost, toplotni kapacitet i distribucija površinske temperature. Analizom detektovanih osobina može se identifikovati tip plastike. Sistem je pogodan za brzu analizu i identifikaciju različitih vrsta plastike.

#### *Sistem markiranja (označavanja)*

Ovaj pristup podrazumeva obeležavanje bilo koje posude ili samog polimera sa nečim lako vidljivim. Ne postoje prepreke koje stoje na putu automatizovanom sistemu za sortiranje koji bi pročitao skriven marker i identifikovao tip polimera. Sprovedene su mnoge studije i pokušaji u 1990, ali sa slabim uspehom, uglavnom zbog problema koji nastaju kako na proizvodnim tako i na reciklažnim nivoima.

### 4.2 Mikro sortiranje

Mikro-sortiranje plastike nastupa posle kombinacije procesa usitnjavanja i separacije. Primarni proces usitnjavanja i separacije je usmeren ka uklanjanju nečistoća (npr. ne plastični materijal), kao i povećanju nasipne mase, poboljšanju uslova skladištenja i smanjenju troškova isporuke i transporta, lakoći rukovanja materijalom i prenošenju i oslobađanju materijala. Da bi se ispunili prethodno pomenuti ciljevi trenutno se u svetu koriste sledeći procesi: Vazдушna klasifikacija i Magnetna separacija i separacija u vrtložnim strujama (EDDY current).

### 4.3 Separacija na bazi razlike u gustinama

Odvajanje po gustinama je najčešće primenjivana tehnika kod separacije plastike iz mešavine različitih vrsta plastike. Ovaj pristup može biti rentabilan ako se koristi za separaciju polimera koji pripadaju istoj vrsti, ali imaju različite sadržaje aditiva. Procesi separacije na bazi gustina su pouzdani od procesa koji se zasnivaju samo na osnovu razlike površinskih karakteristika plastike.

### 4.4 Pliva-tone separacija

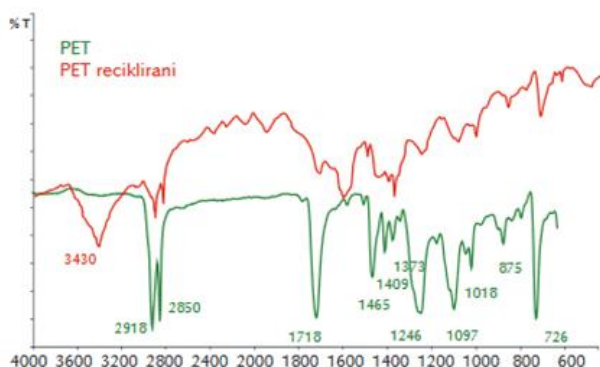
Pliva tone separacija se često primenjuje i predstavlja jednostavan i snažan pristup posebnim materijalima koje karakterišu različite gustine. Metod obuhvata deponovanje materijala u rezervoar ispunjen vodom ili drugom tečnošću određene gustine. Lakši materijali isplivaju na površinu dok teži potonu. Da bi separacija po principu pliva tone bila efikasna neophodno je da se gustine materijala koje se razdvajaju znatno razlikuju (npr., polipropilen, PP: 0.96 g/cm<sup>3</sup>, polietilen visoke gustine, HDPE: 0.94 g/cm<sup>3</sup>, polietilen srednje gustine, MDPE: 0.926-0.940 g/cm<sup>3</sup>, polietilen niske gustine, LDPE: 0.915-0.925 g/cm<sup>3</sup>, linearni polietilen niske gustine, LLDPE: 0.91-0.94 g/cm<sup>3</sup>).

## 5. POSTUPCI RECIKLAŽE PLASTIKE

Zbog intenzivne upotrebe polimernih materijala za pakiranje prehrambenih i neprehrambenih proizvoda, najveća količina plastičnog otpada potiče upravo od ambalaže. Jedan od najčešće upotrebljivanih ambalažnih polimernih materijala svakako je poli(etilen-tereftalat), PET, koji ima dobra fizička, mehanička, električna i toplotna svojstva kao što su: žilavost, niski stepen apsorpcije vode, dobru čvrstoću, tvrdoću i postojanost na udarce.

## 5.1 Mehaničko recikliranje PET-a

Prednosti postupka mehaničkog recikliranja PET-a niski su troškovi i mali negativan uticaj na okolinu dok su nedostaci toplotna i hidrolitička degradacija PET-a tokom prerade zbog visokih temperatura i mehaničkih naprezanja što može uzrokovati slabljenje svojstava recikliranog materijala. Postupak prerade PET-a pri visokim temperaturama može uzrokovati promene u njegovoj strukturi i depolimerizaciju. Recikliranjem se gubi karakterističan izgled spektra PET-a, dolazi do pada intenziteta vrpce karakterističnih za polimer PET (posebno za  $-CO$  grupe na  $1718\text{ cm}^{-1}$  i za  $-COO$  grupe na  $1246\text{ cm}^{-1}$ ). Taj pad intenziteta karakterističnih vrpca za PET uzrokovan je depolimerizacijom polimera PET-a i nastankom kraćih lanaca, tj. oligomera. Takođe se javlja vibracijska vrpca na  $3400\text{ cm}^{-1}$  za hidroksilne grupe koje nastaju kao posledica degradacije [2].



Slika 1. FTIR-spektar čistog polimera PET-a i PET-a nakon postupka recikliranja [2]

## 5.2 Hemijska reciklaža plastike

Hemijska (tercijarna) reciklaža je termin koji se koristi za označavanje naprednih tehnologija i procesa, kojima se plastični materijali razlažu u polimere manjih molekulskih masa (obično tečnosti ili gasovi), koji se koriste kao sirovina za proizvodnju novih petrohemijskih proizvoda ili plastike. Hemijska reciklaža, u stvari, predstavlja, veliku prednost sa mogućnošću tretiranja heterogenih i kontaminiranih polimera sa ograničenim korišćenjem predtretmana. Uređaj za predtretman – separaciju heterogene plasike se nalazi na slici 2.



Slika 2: Uređaj za separaciju heterogene plastike

## 5.3 Recikliranje polietilena

Primer recikliranja LDPE-a jeste recikliranje polietilenskih folija koje se upotrebljavaju za prekrivanje plastenika. Kako se one upotrebljavaju u spoljašnim uslovima, izložene su delovanju UV zračenja, promenama temperature i uticaju vlage. Vrlo dobar pokazatelj uticaja UV zračenja i toplote na polietilenske filmove svakako su njihova mehanička svojstva [2].

## 5.4 Separacija i reciklaža PET ambalaže

PET ambalaža može se u potpunosti reciklirati, stoga je neophodno njeno odvojeno sakupljanje. Upravo zato izdvajanje ambalažnog otpada iz komunalnog predstavlja veliki doprinos rešavanju aktuelnog problema odlaganja otpada. U procesu sortiranja, identifikacija PET ambalaže je od velike važnosti. Iako se danas sistemi sortiranja sve više oslanjaju na prepoznavanje x-zracima, ručno sortiranje je osnovni način sortiranja u početnoj fazi. Sakupljene boce prvo se sortiraju prema vrsti materijala (PET, HDBE, PVC). Nakon sortiranja, boce se presuju u bale, čime im se redukuje zapremina od 30 do 50%, pa se istovremeno smanjuju troškove transporta. Na kraju se prodaju fabrici za recikliranje.

## 5.5 Energetsko iskorišćenje plastike

Energetsko iskorišćenje plastike se zasniva na upotrebi otpadne plastike za proizvodnju energije u obliku toplote, pare ili električne energije. S obzirom da je otpadna plastika produkt sirove nafte, spaljivanjem generiše visoku kalorijsku vrednost. Pored toga, kontrolisanim spaljivanjem plastike, dobijaju se isti produkti sagorevanja kao kod drugih naftnih derivata: voda i ugljen dioksida. Takvo rešenje se može smatrati tehnički i ekonomski ispravnim kada se ne mogu profitabilno primeniti druge strategije reciklaže (npr. sortiranje, mehanička, hemijska, itd).

## 6. IZBOR NAJBOLJE DOSTUPNE TEHNIKE

### 6.1 Elektrostatička separacija

Ovom tehnikom mogu da se odvoje različite vrste plastičnih materijala: ABS (Acrylonitrile Butadiene Stiren) plastika i HIPS (High Impact Polystyrene) stiropor iz otpadnih električnih uređaja, zatim ABS i PMMA (polimethyl metakrilat) iz automobilske otpada, PE (polietilen) i PP (polipropilen); PET (polietilen terephthalate) i najlon; PVC (polivinil hlorid) i PE iz otpadnih kablova; PVC i PC (polikarbonat) od flaša, itd.

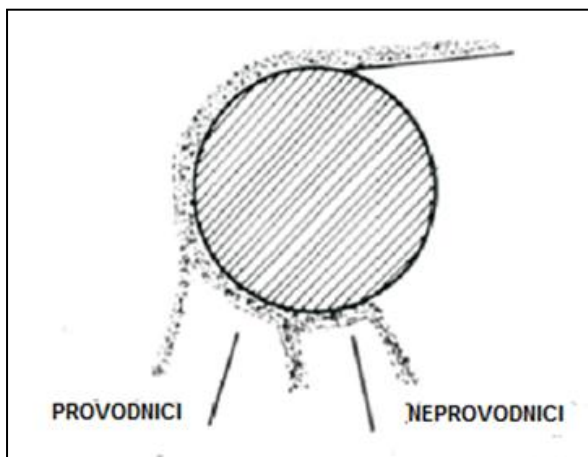
### 6.2 Metode električne koncentracije

Elektrostatička koncentracija se sastoji se u dovođenju sirovine određene klase krupnoće u električno polje koje se formira između dve elektrode, jedne pod visokim naponom 3-4 kV/cm i druge otklanjajuće u obliku cevi (Antić, 2011). Sirovina se dodaje preko vibrohranilice iznad koje su postavljeni grejači za sušenje sirovine.

### 6.3 Postupak razdvajanja plastike korona-elektrostatičkom separacijom

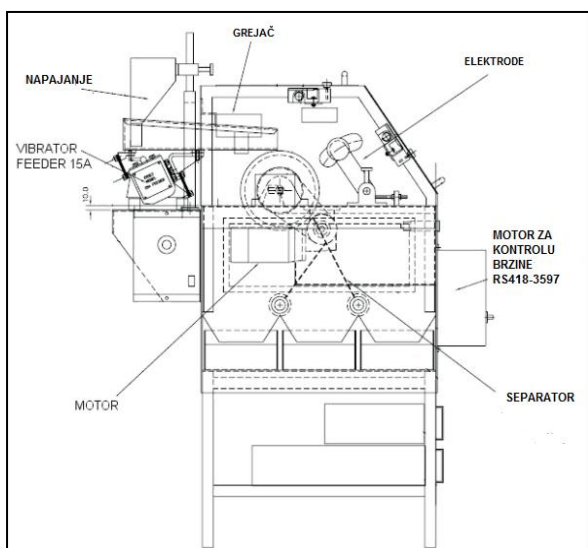
Uzorci PVC/PET su razdvojeni na bazi razlike u površinskoj provodljivosti, koristeći visoku napetost elektrostatičkog separatora. Materijal koji treba odvojiti se napaja na uzemljenu rotirajuću rolnu podvrgnutu pražnjenju korona od fine žice elektrode (elektrode visoke napetosti).

Grejač je montiran iznad ležišta za podmazivanje kako bi se uklonila vlaga iz materijala. Kada se primeni visoki napon elektroda, vazduh u blizini žice elektrode jonizovane i napunjene molekule vazduha (pozitivno ako je žica negativna, negativno ako je žica pozitivna) putuje do rotora, gde se sudaraju čestice. Čestice, krećući se površinom provodnika, gube prikupljenu naknadu iz molekula vazduha u milisekundama i "bacaju" od rotora centrifugalnom silom [3]. Čestice sa siromašnim karakteristikama površinskog provođenja ("ne-provodnici") zadržavaju naboj dobijen od molekula vazduha. (slika 3).



Slika 3: Laboratorijski HT 150: princip rada [3]

Varijacija napona, brzina rotora, položaj splitera, položaj elektrode i polaritet utiču na stepen razdvajanja. Na slici 4 prikazan je pregled laboratorijski visokotlačni elektrostatički separator (tip HT150) [3].



Slika 4: Laboratorijski HT 150: šematski prikaz

Navedene prednosti ovakav postupak čine prihvatljivim i primenljivim, ali ova tehnika sadrži i osnovne nedostatke koji se odnose se na oblik čestica, zbog uticaja na njihovo površinsko naelektrisanje i efekat razdvajanja.

Osim toga, kod primene elektrostatičke separacije strogo mora da se kontroliše sadržaj vlage u uzorku. Međutim, uprkos tome elektrostatička separacija spada među najbolje dostupne tehnike separacije plastike i kao takvoj je potrebo obezbediti širu primenu.

## 7. ZAKLJUČAK

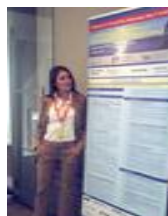
Uprkos ubrzanom tehnološkom razvoju, i dalje je najčešće ručno sortiranje plastike. Ručno sortiranje je jednostavan proces koji zahteva vrlo malo tehnologije. To je radno intenzivna, skupa i neefikasna metoda za sortiranje materijala a posebno plastike. Iz tog razloga, kao što je u prethodnom tekstu navedeno, uveden je sistem označavanja sa kodovima za šest najčešće korišćenih tipova plastike. Čak i sa ovim sistemom označavanja, još uvek je teško ručno odvajati različite tipove polimera zbog stanja plastike koja dođe u pogon na razdvajanje.

Prema tome u radu se predlaže tehnika elektrostatičke separacije plastičnog otpada – PVC/PET. Elektrostatička separacija predstavlja proces razdvajanja zrna mineralnih komponenata različitih elektrofizičkih osobina u električnom polju u kome se pod uticajem sila električnog polja i suprotnodejstvujućih mehaničkih sila, kreću različitim putanjama. Zasnovana je na razlici u električnim osobinama minerala: električna provodnost, dielektrična propusljivost, kontaktni potencijal, naelektrisanje trenjem, piroelektrični efekat i drugo.

## 8. LITERATURA

- [1] Bulgaria-Serbia IPA Cross-Border, Programme Waste management systems –shared experience and good practices in BG-SR cross-border region, Analiza usluge sakupljanja i transporta otpada u gradu Nišu, 2014. Niš.
- [2] Ljerka Kratofil Krehula. 2015, Recikliranje plastičnog otpada, Zaštita okoliša, Kem. Ind. 64 (7-8) (2015) 417–420.
- [3] Bedeković, G., Salopek, B., Sobota, I.2016. Electrostatic separation of PET/PVC mixture, UDC/UDK 621.928:678.5.028.6..

### Kratka biografija:



**Milana Kešelj**, rođena je u Novom Sadu, 1992. god. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Inženjerstva zaštite životne sredine, odbranila je 2015. godine. Master akademske studije upisala je 2015. godine na Fakultetu tehničkih nauka na istom studijskom programu.

**FORMALDEHID U RADNOM OKRUŽENJU ZAPOSLENIH U MEDICINSKOJ  
LABORATORIJI****FORMALDEHYDE IN THE WORKING ENVIRONMENT OF THE EMPLOYEES IN  
MEDICAL LABORATORY**

Aleksandar Bojović, Dragan Adamović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – INŽENJERSTVO ZAŠTITE NA RADU**

**Kratak sadržaj** – Cilj istraživanja, sprovedenog u okviru rada, jeste dobijanje relevantnih podataka o koncentracijama formaldehida tokom sprovođenja standardnog procesa učenja u okviru predmeta Anatomija na Medicinskom fakultetu, radi procene rizika od nastanka oboljenja kod studenata, nastavnog i nenastavnog osoblja koji borave u prostorijama Departmana za anatomiju. Određivanje koncentracija formaldehida je sprovedeno uzorkovanjem vazduha u različitim prostorijama Departmana. Rezultati dobijeni tokom istraživanja ukazuju na konstantno prisustvo formaldehida sa koncentracionim nivoima koji prevazilaze vrednosti propisane zakonodavstvom Republike Srbije i preporukama međunarodnih stručnih organizacija. Dobijeni rezultati sprovedenih istraživanja predstavljaju dobru polaznu osnovu stručnjacima iz oblasti bezbednosti i zdravlja na radu u utvrđivanju mera za otklanjanje štetnih posledica uticaja formaldehida na zdravlje zaposlenih u medicinskim laboratorijama.

**Abstract** – The aim of the research, conducted within this work, is to obtain relevant data about formaldehyde concentration during the implementation of the standard teaching process within the Anatomy course at the Faculty of Medicine in order to assess the risk of developing a disease in students, teaching and non-teaching staff who are staying in the premises of the Department. Determination of formaldehyde concentrations was carried out by the sampling of air in various premises of the Department. Results obtained during the research indicate a constant presence of formaldehyde with concentration levels that exceed the values prescribed by the legislation of the Republic of Serbia and recommendations of international professional organisations. The results obtained in this research can serve as a good basis to occupational safety and health professionals for similar future studies in this field.

**Ključne reči:** Formaldehid, zagađenje vazduha radne sredine, monitoring

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dragan Adamović, docent.

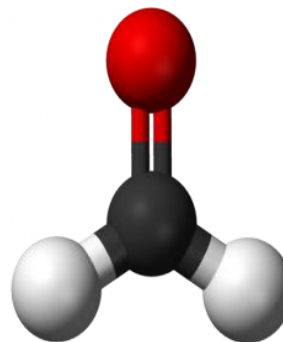
**1. UVOD**

Zagađenje vazduha podrazumeva prisustvo hemikalija, čestica ili bioloških materijala koji nanose štetu ili uzrokuju nelagodnost kod čoveka i drugih živih bića, odnosno koji ugrožavaju prirodnu sredinu u atmosferi. Za normalan i produktivan rad osoba koje obavljaju poslove u zatvorenim prostorima, neophodno je da vazduh ispunjava određene uslove u pogledu svog sastava. U zatvorenom radnom prostoru vazduh je najčešće zagađen fizičkim i hemijskim agensima, bakterijama i drugim štetnim materijama.

Posebno je značajno prisustvo FA (formaldehida) u vazduhu zatvorenih prostora, s obzirom da pripada grupi jedinjenja koja emituju građevinski materijali koji su u širokoj upotrebi za gradnju i opremanje prostora. Dodatnu težinu ovoj problematici daje činjenica da čovek gotovo 90% svog životnog veka provodi u zatvorenim prostorima

**2. FORMALDEHID**

Formaldehid je prvi član homologog niza acikličnih aldehida, organskih jedinjenja s kiseonikom, koja sadrže karbonilnu grupu kao funkcionalnu. FA je najjednostavniji aldehid. Struktura FA je specifična jer je karboksilna grupa vezana na dva atoma vodonika (prikazano na sl. 1.)



Slika 1. Struktura FA

Na sobnoj temperaturi, FA je bezbojan gas oštrog, iritantnog mirisa. Veoma je reaktivan, lako se podvrgava polimerizaciji, veoma je zapaljiv i može formirati eksplozivne smeše sa vazduhom [2].

Ovo jedinjenje utiče na zagađenje vazduha, životne sredine i na zdravlje ljudi. Izvori emisije i nastanka formaldehida u životnoj sredini su mnogobrojni, a neki od njih su oksidacija ugljovodonika (posebno metana), procesi sagorevanja organskih materijala, sredstva za čišćenje i dezinfekciju, boje i lakovi, itd.

U tabeli 1. prikazane su fizičko hemijske osobine formaldehida.

Tabela 1. *Fizičko hemijske osobine formaldehida* [3]

FIZIČKO HEMIJSKE OSOBINE FORMALDEHIDA	
Molekulska masa	30,03 g/mol
Temperatura ključanja	96°C rastvor, 19°C gas
Relativna gustina	0,82 gas,
Temperatura mržnjenja gas	-118 °C gas
Temperatura samopaljenja	730 °C
Granice eksplozivnosti u vazduhu	7-73 %
Indeks refleksije	1,3746
pH vodenog rastvora	2,8-4
Napon pare	90-120 Pa
Viskozitet	2,1-2,8 Pa·s
Temperatura mržnjenja rastvora	-16 °C
Rastvorljivost FA	Rastvorljiv u vodi, alkoholu

Veliki broj ljudi je izložen malim količinama FA. Uočljivi zdravstveni problemi nastaju usled izloženosti višim koncentracionim nivoima FA u vazduhu. Indikacije se pojavljuju u vidu iritacije sluzokože, nosa, usta, ždrela i uopšte gornjih disajnih puteva, kao i iritacije kože.

FA predstavlja veliku opasnost po zdravlje. Do toksičnih efekata dolazi uglavnom nakon inhalacije, zatim direktnog kontakta sa kožom ili očima i nakon ingestije.

U tabeli 2. su prikazani zdravstveni efekti izloženosti različitim koncentracionim nivoima FA.

Tabela 2. *Zdravstveni efekti usled izloženosti različitim koncentracionim nivoima FA u vazduhu* [1]

Zdravstveni efekti	Prosečna koncentracija FA u vazduhu u mg/m <sup>3</sup>
Nema	0 - 0,06
Prag mirisa	0,06 – 0,22
Neuropsihološki efekti	0,06 – 1,8
Iritacija očiju	0,1 – 2,4
Iritacija gornjih respiratornih puteva	6 – 36
Edem pluća	60 – 120
Smrt	preko 120

Maksimalno dozvoljena koncentracija formaldehida u radnim prostorijama i prostorima prema domaćem zakonodavstvu iznosi 0,08 ppm [4].

FA može da deluje na čoveka: akutno (kratkotrajnom izloženosti visokim nivoima koncentracije FA) i hronično (dugotrajnom izloženosti niskim koncentracionim nivoima FA).

FA se nalazi u velikom broju prirodnih proizvoda i u većini živih sistema. Nalazi se prirodno u voćnim plodovima i raznim vrstama hrane. FA se nalazi u raznim sirovim namirnicama, ali i u namirnicama sa dodatkom aditiva koje u sebi sadrže isti. Pored prirodnih izvora u radnom i životnom okruženju izvori ekspozicije FA mogu

biti različiti procesi sagorevanja, kao na primer emisije: sagorevanja fosilnih goriva u motornim vozilima, elektrana, rafinerija, nafte, visokih peći, peći na drva i kerozin [5]. Moguće izvore FA u domaćinstvima predstavlja: duvanski dim, nameštaj od iverice, urea formaldehidna pena, razni lakovi i boje, tepisi, zavese, sredstva za dezinfekciju, sredstva za sterilizaciju. Zbog svoje rastvorljivosti u vodi, FA se može naći i u padavinama, vodnim telima mora i okeana, površinskim i podzemnim vodama. FA je prisutan u zemljištu u malim količinama

### 3. MATERIJAL I METODE

Eksperimentalna istraživanja u ovom radu su sprovedena na Departmanu za anatomiju Medicinskog fakulteta. Časovi i praktična nastava Anatomije se održavaju u učionicama Departmana, koje se nalaze u blizini ulaza na Departman. Kabineti profesora, laboratorije i prostorija za čuvanje i prezervaciju anatomskih preparata se nalaze u drugom delu Departmana. Praktična nastava se sprovodi u dve učionice sa po deset stolova za disekciju anatomskih preparata u svakoj prostoriji. Departman zapošljava 13 profesora, 4 laboratorijska tehničara, 2 tehnička saradnika i 4 čistačice. Anatomske preparate se čuvaju u posebnoj prostoriji.

Kada se ne koriste, preparati se čuvaju u rastvoru koji se priprema mešanjem 1 litra formalina, 500g glicerina, 500 ml fenola i 8 litara vode. Tri dana pre svakog bloka vežbi, preparati se vade iz formalina i ispiraju u prostoriji za pripremu. Tehnički saradnik vadi preparate iz formalina i pritom nosi gas-masku da bi sprečio izlaganje visokim nivoima koncentracija FA. Za vreme trajanja obuke studenti rade sa suvim i vlažnim preparatima, noseći samo hiruršku masku i rukavice kao sredstva lične zaštite. Ova vrsta lične zaštite nije adekvatna za povišene nivoe koncentracije FA.

U okviru ovog istraživanja sproveden je tromesečni monitoring nivoa koncentracije FA u radnim prostorijama Departmana za anatomiju Medicinskog fakulteta. Period uzorkovanja je obuhvatio vežbe sa suvim i vlažnim anatomskim preparatima i predispitne vežbe tokom kojih studenti rade sa najvećim brojem različitih anatomskih preparata tokom cele godine. Merenja nivoa koncentracija FA su sprovedena na 5 lokacija u okviru Departmana da bi se odredio nivo izloženosti studenata i zaposlenih u ustanovi. Uzorkovanje vazduha je sprovedeno u dve učionice, skladišnom prostoru, prostoriji za pripremu preparata i prostoriji za pauzu u kojoj zaposleni, profesori i pomoćno tehničko osoblje boravi tokom pauza u procesu izvođenja nastave.

Departman poseduje ventilacioni sistem koji ne radi ispravno. Često se dešava da je jedini sistem ventilacije koji se koristi prirodno provetravanje prostorija. Tokom zimskih meseci, kada su niske spoljne temperature, prozori su najčešće zatvoreni. Zbog pomenute činjenice, da bi se smanjio efekat uticaja FA što je više moguće, u zimskom periodu se izvode vežbe sa suvim anatomskim preparatima. U uslovima viših spoljnih temperatura vazduha, prozori su uglavnom otvoreni. Da bi se odredila mogućnost disperzije FA van prostorija Departmana, vršena su kontrolna merenja u dvorištu i ispred ulaza na Departman. Tokom ovih merenja, prisutnost FA nije

detektovana u uzorcima vazduha. Iz tog razloga, fokus u analizi dobijenih rezultata je usmeren na 5 lokacija unutar Departmana gde je detektovano konstantno prisustvo FA tokom sve tri kampanje uzorkovanja.

Tokom eksperimentalnih određivanja korišćena je sledeća oprema i pribor: aktivni uzorkivač vazduha sa ispiralicama od borsilikatnog stakla, spektrofotometar DR 5000, HACH, optičke kivete, pipete sa jednom crtom, normalni sudovi, menzure i analitička vaga. Od hemikalija i reagensa korišćeni su: rastvor hromotropne kiseline, koncentrovana sumporna kiselina, standardni rastvor formaldehida, radni rastvor formaldehida i apsorpcioni rastvor.

Tokom procesa uzorkovanja vazduh se provlači kroz staklenu ispiralicu u kojoj se nalazi 10 ml apsorpcionog rastvora koji čine 9,5 ml koncentrovane sumporne kiseline i 0,5 ml hromotropne kiseline. Brzina provlačenja vazduha kroz ispiralicu treba da bude 0,5 l/minuti. Nakon završenog uzorkovanja očitava se apsorbancija uzorka u odnosu na slepu probu, na spektrofotometru, na talasnoj dužini od 580 nm sa kivetama od 2 cm. Slepa proba je napravljena dodavanjem u 9,5 ml koncentrovane sumporne kiseline 0,5 ml 1% hromotropne kiseline.

Kalibracioni standardni rastvori se pripremaju tako što se pipetom uzima po 0,0 $\mu$ l, 10 $\mu$ l, 20 $\mu$ l, 30 $\mu$ l, 50 $\mu$ l i 100 $\mu$ l radnog rastvora formaldehida i sipa u 10 ml apsorpcioni rastvor. Koncentracija formaldehida u napravljenim standardima iznosi: 1 $\mu$ g, 2  $\mu$ g, 3 $\mu$ g, 5 $\mu$ g i 10 $\mu$ g u 10 ml apsorpcionog rastvora. Koncentracija FA u napravljenim standardima iznosi: 1 $\mu$ g, 2  $\mu$ g, 3 $\mu$ g, 5 $\mu$ g i 10 $\mu$ g u 10 ml apsorpcionog rastvora. Nakon izmerene apsorpcije crta se grafik zavisnosti apsorpcije od koncentracije FA i računa nagib kalibracione krive.

$$\mu\text{g} / \text{m}^3 \text{ HCHO} = \frac{A \cdot f}{V} \quad (1)$$

Gde je :

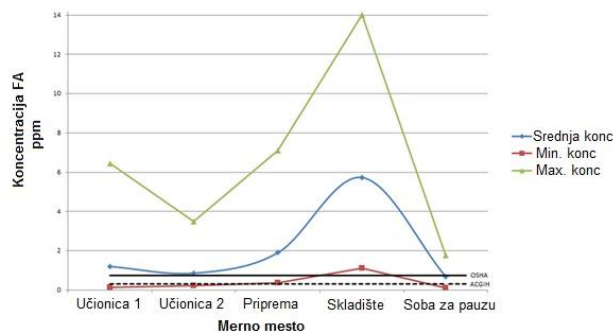
V - zapremina propuštenog zvezduha u m<sup>3</sup>

A - apsorbancija uzorka

f – nagib apsorpcione krive

#### 4. REZULTATI I DISKUSIJA

Prva kampanja uzorkovanja je sprovedena tokom meseca februara. Prilikom sprovođenja kampanje monitoringa FA održavane su vežbe sa suvim anatomskim preparatima. Tokom rada sa suvim anatomskim preparatima detektovane su najniže srednje vrednosti FA za sve tri kampanje. Bez obzira na to, koncentracije FA su premašile preporučene vrednosti za 8-časovni radni dan od strane OSHA (Occupational Safety and Health Administration) (0,75 ppm) na svim uzorkovanim lokacijama osim u prostoriji za pauzu, gde je detektovana najniža srednja vrednost koncentracije u kampanji od 0,67 ppm. Najviše prosečne vrednosti koncentracija FA tokom kampanje su pronađene u skladišnom prostoru, koja je identifikovana kao dominantan izvor emisije, tokom prve kampanje, koji je imao jak uticaj na koncentracije u ostalim prostorijama. Osim visoke srednje vrednosti, najviša srednja 8-časovna vrednost od 14,02 ppm u celoj kampanji je detektovana u skladištu. Rezultati merenja prve kampanje uzorkovanja su prikazani na slici 1.

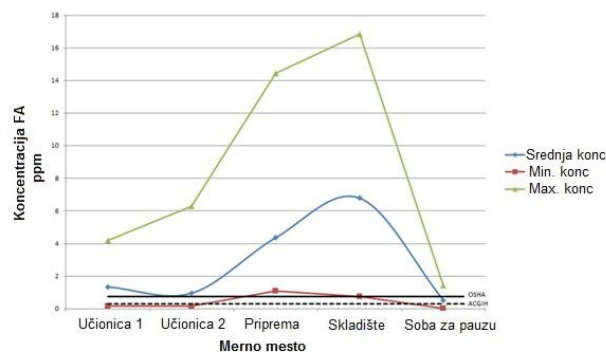


Slika 1. Rezultati prve kampanje uzorkovanja FA

Druga kampanja uzorkovanja je sprovedena tokom meseca marta. Tokom sprovođenja drugog niza merenja, izvođene su vežbe sa 20 vlažnih preparata, koji su vađeni iz formalina tri dana pre prvog časa vežbi.

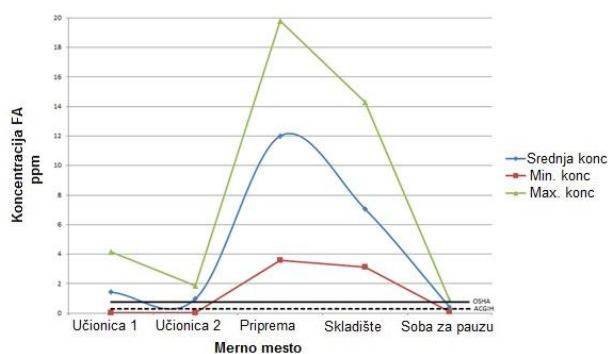
Tokom druge kampanje primećene su više srednje vrednosti koncentracija FA na svim mernim mestima u odnosu na prethodnu kampanju, sa izuzetkom srednje vrednosti koncentracije FA u prostoriji za pauzu, verovatno zbog efikasnijeg provetranja. I pored efikasnijeg i češćeg provetranja prostorija, detektovane srednje vrednosti koncentracije FA premašile su srednje vrednosti propisane od strane OSHA u svim prostorijama osim u prostoriji za pauzu.

Glavni razlog je upotreba vlažnih anatomskih preparata. Najveća vrednost koncentracije FA (16,84 ppm) je zabeležena u skladištu, kao i u prethodnoj kampanji. Rezultati merenja koncentracionih nivoa FA dobijeni tokom druge kampanje uzorkovanja su prikazani na sl. 2.



Slika 2. Rezultati druge kampanje uzorkovanja FA

Treća kampanja je organizovana u maju, u vreme kada je vađen najveći broj anatomskih preparata iz formalina, u okviru predispitne praktične obuke. Tokom treće kampanje ekstremno visoke prosečne koncentracije FA su zabeležene u prostoriji za pripremu i skladištu, 12,01 ppm i 7,07 ppm, tim redom. Prostorija za pripremu je identifikovana kao najveći izvor emisija u trećoj kampanji zbog intenzivne pripreme velikog broja anatomskih preparata. Rezultati merenja koncentracionih nivoa FA dobijeni tokom treće kampanje uzorkovanja su prikazani na slici 3.



Slika 3. Rezultati druge kampanje uzorkovanja FA

## 5. ZAKLJUČAK

Disekcija humanih preparata predstavlja nezamenljivu praksu u procesu obrazovanja studenata na Medicinskim fakultetima. Preparati se čuvaju u rastvoru za balsamovanje u kojem formaldehid predstavlja dominantnu komponentu. Usled velike isparljivosti inhalacija se smatra dominantnim putem unosa formaldehida u ljudski organizam, mada ne treba zanemariti mogućnost kontakta putem očiju i percutanu absorpciju.

U okviru istraživanja sprovedenih u okviru rada sprovedena su određivanja koncentracionih nivoa formaldehida na pet lokacija Departmana za anatomiju Medicinskog fakulteta u okviru tri kampanje uzorkovanja. Analize uzoraka su sprovedene u akreditovanoj laboratoriji Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu.

Rezultati dobijenih analiza ukazuju na konstantno prisustvo formaldehida sa koncentracionim nivoima koji često prevazilaze vrednosti propisane zakonodavstvom Republike Srbije i preporukama međunarodnih stručnih organizacija (OSHA, ACGIH).

Najniža vrednost koncentracije formaldehida od 0,02 ppm detektovana je učionici 1 tokom sprovođenja nastave vežbi sa suvim anatomskim preparatima, dok je najviša vrednost koncentracije od 19,80 ppm detektovana u pripremljenoj prostoriji prilikom vađenja anatomskih preparata iz formalina.

Ekspozicija studenata, nastavnog i nenastavnog osoblja Departmana za Anatomiju Medicinskog fakulteta štetnom uticaju formaldehida tokom izvršenog ispitivanja ukazuje na neophodnost primene mera bezbednosti i zaštite zdravlja na radu. Na osnovu dobijenih rezultata sve tri kampanje je utvrđeno da su studenti, nastavno i nenastavno osoblje Departmana tokom časova praktične nastave Anatomije, konstantno izloženi povišenim nivoima koncentracije formaldehida i da su mere za otklanjanje, odnosno ublažavanje uticaja formaldehida koje primenjuje ova naučna ustanova neadekvatne.

Usled visoke toksičnosti i kancerogenosti formaldehida, pronalaženje adekvatne zamenske hemikalije u procesu balsamovanja treba da bude imperativ u cilju zaštite zdravlja studenata i nastavnika koji su izloženi ekstremno visokim koncentracijama ovog kontaminanta. Jednu od mogućih alternativa predstavlja proces plastinacije. Plastinacija je postupak koji podrazumeva tretman anatomskih preparata u određenim hemikalijama i isušivačima, a potom punjenje silikonom, što omogućava neograničenu trajnost. Plastinacijski materijali nemaju miris, nisu toksični, a istovremeno pružaju kvalitet uvida poput anatomskih preparata koji se čuju u formalinu.

Rezultati istraživanja, sprovedenih u okviru rada, u budućnosti mogu da budu dobar polazni osnov za procenu rizika od pojave karcinoma kod studenata, nastavnog i nenastavnog osoblja koji borave u prostorijama Departmana uzimajući u obzir nivo i dužinu ekspozicije povišenim nivoima formaldehida.

## 6. LITERATURA

- [1] N. Kalinić, Arhiv za higijenu rada i toksikologiju 46 (1995), 259-273.
- [2] Walker J. F. Formaldehyde; Reinhold Publishing Corporation: New York, 1975
- [3] Vitorović, S. Lj., Skrlj, M., Mitić, N. V., Levata, S.: "Otrovne hemikalije u Jugoslaviji", poslovni sistem „Grmeč“-„Privredni pregled“, Beograd, 1996.
- [4] Anonim 2006. Pravilnik o graničnim vrednostima, metodama merenja imisije, kriterijumima za uspostavljanje menrnih mesta i evidenciji podataka. Serbia: 2006.
- [5] T. Salthammer, S. Mentese, R. Marutzky, Chem. Rev. 110 (2010), 2536-2572.

### Kratka Biografija:



**Aleksandar Bojović** rođen je u Novom Sadu 20.06.1992. Diplomirao je 2015. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu i stekao zvanje Diplomirani inženjer zaštite na radu.



**Dragan Adamović** rođen je 1976. godine u Subotici. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka i izabran u zvanje docenta 2015. godine.

**SOFTVERSKO REŠENJE ZA REGISTRACIJU TAKMIČARA ZA SPORTSKA TAKMIČENJA NA FTN-u****SOFTWARE SOLUTION FOR REGISTRATION OF ATHLETES FOR SPORTS COMPETITION ON FTN**Milan Sredojević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast - INFORMACIONE TEHNOLOGIJE**

**Kratak sadržaj** - U okviru ovog rada izvršeno je projektovanje i razvoj web aplikacije koja će olakšati registraciju takmičara za sportska takmičenja koja se održavaju na Fakultetu Tehničkih nauka u Novom Sadu. Aplikacija je predstavljena preko sajta korištenjem MVC arhitekture koja posetiocima sajta omogućava laku pretragu i čitanje podataka.

**Abstract** - The present work describes development of web application that makes players to register to sport competitions at Faculty of Technical Sciences easier. Application has been presented through the site using the MVC architecture that allows visitors of the site to search and read data easily.

**Cljučne reči:** informacioni sistem, baza podataka, .NET, web aplikacija, takmičenje

**1. UVOD**

Informacioni sistemi su postali kičma većine organizacija. Banke ne bi mogle da procesuiraju uplate, vlade ne bi mogle da prikupljaju poreze, bolnice ne bi mogle lečiti svoje pacijente, a supermarketi ne bi mogli da pune svoje police bez podrške informacionog sistema. U skoro svakoj grani privrede, pa i života - obrazovanju, finansijama, zdravstvu, proizvodnji i malim i velikim poslovanjima - informacioni sistemi igraju istaknutu ulogu. Svakodnevni posao, komunikacija, sakupljanje informacija i donošenje odluka, svi se oslanjaju na informacione tehnologije (IT). Mnoge kompanije i institucije se jako oslanjaju na svoje informacione sisteme te se samim tim mogu posmatrati kao IT kompanije s obzirom na centralnu ulogu koju imaju njihovi informacioni sistemi.

**2. TEHNOLOGIJE**

U ovom radu je korišteno više tehnologija za razvoj baze podataka i web aplikacije. To su Baza podataka, .NET Framework, C# programski jezik i ASP.NET MVC. Predmetno rešenje koristi Microsoft SQL Server 2012 kao bazu podataka. SQL Server je Microsoft-ov proizvod koji se koristi za upravljanje i čuvanje informacija.

SQL označava "strukturni upitni jezik" (eng. Structured Query Language) [1].

Baza podataka koja se koristi, sadrži sledeće tabele:

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Darko Stefanović.**

- tblCompetitions,
- tblSchedules,
- tblHistories,
- tblSports,
- tblTeams,
- tblDepartments,
- tblCompetitionSeasons,
- tblSeasons,
- tblRegistrations,
- tblPlayers,
- tblRounds,
- tblResults.

Microsoft .NET Framework je zvanično predstavljen početkom 21. veka i brzo je postao jedna od glavnih platformi za razvoj modernog softvera. Neke od glavnih prednosti .NET Framework-a su:

- Kompatibilnost sa postojećim kodom,
- Podrška za brojne programske jezike,
- CLR (eng. *Common Language Runtime*) kojeg koriste svi .NET jezici,
- Integracija više programskih jezika,
- Ogromna biblioteka klasa,
- Pojednostavljen model za *deploy* aplikacija [2].

C# je objektno-orijentisani programski jezik opšte namene. C# je platformski neutralan jezik, ali je pisan tako da najbolje radi sa Microsoft .NET framework-om. C# je bogata implementacija objektno-orijentisane paradigme koja uključuje pojmove kao što su enkapsulacija, nasleđivanje i polimorfizam. Prepoznatljive karakteristike C# iz objektno-orijentisane perspektive su:

- Jedinstven sistem tipova,
- Klase i interfejsi,
- *Property*-ji, metode i *event*-i [3].

ASP.NET MVC je Microsoft-ov web framework koji kombinuje efektivnost i uređenje *model-view-controller* (MVC) arhitekture, te najnovije ideje i tehnike agilnog razvoja i najbolje delove postojeće ASP.NET platforme. On je potpuno nova alternativa tradicionalnim ASP.NET Web formama, sa prednostima u skoro svim aspektima web razvoja. Ono po čemu je ASP.NET MVC poznat i toliko bolji od svojih prethodnika je njegova *model-view-controller* ili MVC arhitektura. Popularnost je stekao u novije vreme kao patern za web aplikacije i to iz sledećih razloga:

- Korisnikova interakcija sa MVC aplikacijom prati prirodni ciklus: korisnik radi neku akciju, a kao odgovor, aplikacija promeni svoj model podataka i dostavi *update*-ovan *view* korisniku. Zatim se ciklus ponavlja,



- *Web* aplikacije moraju da kombinuju nekoliko tehnologija, koje treba da budu odvojene u set nivoa ili slojeva. *MVC* odvaja aplikaciju na odgovornosti: *View* - korisnički interfejs, *Model* - poslovna logika aplikacije i *Controller* - koji spaja *View* i *Model* [4].

### 3. PREDMETNA ASP.NET MVC APLIKACIJA

U ovom poglavlju biće opisane sve funkcionalnosti *web* aplikacije, i koje su njihove specifičnosti. *Web* aplikacija namenjena je svim posetiocima sajta, dok samo korisnici koji imaju kreiran nalog mogu da koriste njene napredne funkcionalnosti kao što su prijava ekipe za određeno takmičenje.

Na osnovu tipa korisnika, da li je on obični posetilac sajta ili ulogovani korisnik sa određenim korisničkim rolama, prikazuje se određeni sadržaj aplikacije.

Svim korisnicima, bez obzira da li imaju nalog ili ne, dostupne su sledeće stranice:

- Home,
- Competition History,
- Season Schedule,
- About,
- Contact,
- Register,
- Login.

U gornjem delu *Home* stranice nalazi se zaglavlje sa menijem, odnosno linkovima do stranica koje su vidljive svim korisnicima aplikacije. *Home* stranica je prva stranica koja se prezentuje svim posetiocima sajta. Na njoj se nalazi zaglavlje sa glavnim menijem, pozdravne reči administratora, galerija slika i par informacija o studentskim organizacijama pod čijim se pokroviteljstvom održavaju sportska takmičenja na Fakultetu Tehničkih Nauka.

*Competition History* je stranica koja omogućava svim posetiocima sajta da pogledaju kratku istoriju svih sportskih takmičenja na Fakultetu Tehničkih Nauka. Odabirom sezone u *Seasons* padajućoj listi i klikom na *Search* dugme, korisniku se prikazuje tabela sa informacijama o takmičenjima koja su se igrala te sezone (o kom takmičenju je reč, ko je pobednik, ko je drugoplasirani, a ko je osvojio treće mesto). Ova stranica je poprilično jednostavna i *read-only* je karaktera, što znači da se nikakvi podaci ne mogu modifikovati na njoj, već služi isključivo za ispis kratke istorije takmičenja u odabranoj godini.

*Season Schedule* stranica je, kao i *Competition History* stranica, *read-only* karaktera i služi za prikaz informacija o takmičenjima u trenutnoj sezoni, a to su datum i vreme održavanja određene runde takmičenja, utakmice i događaji, te njihovi rezultati. Odabirom runde takmičenja u *Round* padajućoj listi i klikom na *Search* dugme, korisniku se prikazuje tabela sa svim utakmicama i drugim sportskim dešavanjima u toj rundi, za sva takmičenja.

*About* stranica daje korisniku osnovne informacije o Fakultetu Tehničkih Nauka, kada je fakultet osnovan, gde mu je sedište, te najbitnije datume u njegovoj istoriji.

*Contact* stranica daje korisniku osnovne informacije o kreatoru aplikacije, zajedno sa sekcijom za postavljanje pitanja administratorima aplikacije o bilo čemu što nekog korisnika može zanimati. Bilo da su to informacije o

takmičenjima, samom radu studentskih organizacija, fakulteta i slično. Sve što korisnik treba je da unese podatke kao kada šalje običan *email*, a to su *Subject* ili naslov poruke, svoju *email* adresu, te sadržaj same poruke, odnosno pitanja, sugestije, primedbe, na koje će administrator aplikacije da odgovori.

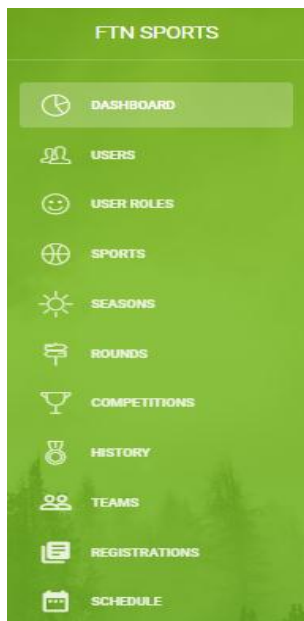
*Register* stranica je deo aplikacije koji služi za registrovanje novih korisnika. Od novog korisnika se traži da unese obavezna polja kao što su ime, *email* adresa, šifra i potvrda šifre, te i ne obavezna polja datum rođenja i broj telefona. Nakon unosa podataka u odgovarajuća polja, klikom na *Get Started* dugme korisnikovi podaci se upisuju u bazu podataka, i dodeljuje mu se osnovna korisnička rola *Viewer*. *Register* stranica ima implementirane *jQuery* klijentske validacije, ali i *server side* validacije kako bi se osiguralo da je korisnik uneo obavezna polja, te da šifra ispunjava zahteve aplikacije, te da korisnik sa istom *email* adresom ne postoji već u bazi. Ukoliko klijentske ili serverske validacije odbiju kreiranje novog korisnika, korisniku se ispisuje razlog neuspelog kreiranja kako bi ispravio greške i pokušao ponovo.

*Login* stranica omogućava postojećim korisnicima logovanje u aplikaciju pomoću svog korisničkog naloga koji su napravili putem *Register* stranice, ili direktnim kreiranjem naloga od strane administratora. Korisnik unosi *email* adresu i šifru i klikom na *Log In* dugme loguje se u aplikaciju kako bi imao pristup stranicama za ulogovane korisnike. Kao i u *Register* stranici, i *Login* stranica poseduje klijentske i serverske validacije kako bi se osiguralo da su oba polja uneta i da je *email* adresa u pravom formatu. Ukoliko korisnik sa datim kredencijalima ne postoji u bazi, server će vratiti korisniku poruku da je logovanje neuspešno.

Aplikacija takođe poseduje i stranice vidljive samo ulogovanim korisnicima, i u ovaj tip stranica spadaju sledeće stranice u aplikaciji:

- **Change password** - stranica koja omogućava korisnicima da promene šifru koju koriste za logovanje u aplikaciju,
- **Change basic info** - stranica koja omogućava korisnicima da promene svoje osnovne informacije (ime, datum rođenja i broj telefona),
- **Admin dashboard** - stranica namenjena samo administratorima aplikacije. Služi za upravljanje korisničkim nalogima i ostalim podacima u aplikaciji (opisana u nastavku rada),
- **Team registration** - stranica koja omogućava korisnicima da registruju svoj tim za određeno takmičenje.

*Admin dashboard* je aplikacija unutar aplikacije. Omogućava administratorima da upravljaju podacima, unose nove, te menjaju i brišu postojeće podatke. *Dashboard* je način ažuriranja aplikacije sa najnovijim podacima, koje kasnije svi posetioci sajta mogu da vide. Ukoliko korisnik ima administratorsku rolu, unutar padajućeg menija biće mu vidljiva opcija za otvaranje *Admin Dashboard*-a. Klikom na ovu opciju, otvara se početna stranica *dashboard*-a, što je vidljivo na slici 1.



Slika 1. Prikaz Admin Dashboard-a

Svaka stranica na *dashboard*-u ima vidljiv glavni meni aplikacije koji se nalazi u *header*-u stranice, kao i meni samog *dashboard*-a koji se nalazi sa leve stranice svake stranice (Slika 1). Unutar *dashboard* menija nalaze se linkovi na stranice za upravljanje podacima u odgovarajućim tabelama u bazi. Pa tako imamo:

- **Users** - stranica za upravljanje podacima o svim korisnicima aplikacije. Ova stranica omogućava dodavanje novog korisnika, te modifikaciju i brisanje postojećih korisnika,
- **User roles** - stranica za upravljanje postojećim korisničkim rolama, kao i dodavanje novih rola i samim tim ograničavanje vidljivosti funkcionalnosti određenom korisniku,
- **Sports** - stranica za upravljanje podacima o sportovima koji se igraju na Fakultetu Tehničkih Nauka, te na grafikonu prikazuje koliko timova ima u kom sportu, kao i koliko sportova postoji,
- **Seasons** - stranica za upravljanje podacima o sezonima koje su se igrale. *Seasons* stranica omogućava administratorima da kreiraju novu sezonu za takmičenja. Nakon završetka jedne sezone, otvara se nova sezona za datu školsku godinu i registruju se sportska takmičenja za tu godinu na Fakultetu Tehničkih Nauka,
- **Rounds** - stranica za upravljanje podacima o rundama takmičenja. *Rounds* stranica je najjednostavnija stranica od svih u *Admin dashboard*-u, koja omogućava administratorima da kreiraju, modifikuju i brišu runde takmičenja,
- **Competitions** - stranica za upravljanje podacima o sportskim takmičenjima. *Competitions* stranica omogućava administratorima da kreiraju, modifikuju i brišu sportska takmičenja koja se održavaju na Fakultetu Tehničkih Nauka. To su takmičenja kao što su fudbalski, košarkaški, rukometni i odbojkaški turniri, te takmičenja za individualne sportove kao što su trke na 100 metara, šahovski turniri i slično,
- **History** - stranica za upravljanje podacima o istoriji prethodnih takmičenja. *History* stranica omogućava administratorima da vode istoriju takmičenja u prethodnim sezonama. Pomoću ove stranice omogućeno je vođenje evidencije ko je bio pobednik, drugoplasirani i trećeplasirani za određeno takmičenje u određenoj sezoni. Administratori mogu da dodaju novu istoriju takmičenja, te modifikuju i brišu postojeću,
- **Teams** - stranica za upravljanje podacima o timovima u prethodnim takmičenjima ili koji su se se registrovali za naredna takmičenja. *Teams* stranica omogućava administratorima da vide koji su sve timovi ikada registrovani za neko od takmičenja tokom sezone održavanja sportskih takmičenja na Fakultetu Tehničkih Nauka. Za razliku od ostalih stranica, ova stranica je *read-only* karaktera i omogućava samo pregled svih timova. Kreiranje i modifikacija timova, ostavljena je korisniku koji registruje dati tim za određeno takmičenje,
- **Registrations** - stranica za upravljanje podacima o registraciji timova za određena takmičenja. *Registrations* stranica omogućava administratorima pregled registracija timova za određena takmičenja i sezone, te koji korisnik je i kada prijavio koji tim za koje takmičenje. Registracije se ne mogu modifikovati ni kreirati kroz *Admin dashboard*. Registracija je ostavljena korisnicima kroz *Registrations* stranicu. Jedina razlika je što administratori registracije mogu da obrišu, ali ne i modifikuju ni kreiraju. Brisanje registracije je omogućeno administratorima ukoliko neki tim odluči da otkáže učestvovanje u nekom takmičenju u narednoj sezoni,
- **Schedule** - stranica za upravljanje podacima o rasporedu održavanja takmičenja. *Schedule* stranica omogućava administratorima da unose i menjaju raspored održavanja rundi sportskih takmičenja. Na primer, administrator može zakazati održavanje polufinala fudbalskog takmičenja u aktivnoj sezoni za određeni datum, a nakon završetka runde, može da *update*-uje raspored sa rezultatima kako bi korisnici kasnije videli u stranici *Season Schedule* rezultate sportskih takmičenja u određenim rundama.

#### 4. ZAKLJUČAK

Informacioni sistemi ušli su u svaku sferu života, olakšavajući ne samo rad organizacija već i načine na koji klijenti, odnosno korisnici, komuniciraju sa organizacijama. Benefiti jednog informacionog sistema za organizovanje sportskih takmičenja su mnogi, od smanjenja papirologije tokom prijave takmičara, gužvi i trajanja prijave timova za takmičenje, te do vođenja statistike utakmica i boljeg organizovanja samih sportskih takmičenja. Predmetno rešenje nudi brz način registracije timova na sportska takmičenja na Fakultetu Tehničkih Nauka, a da nije usko vezano samo za jednu vrstu sporta, već je moguće registrovati timove kako za razne timske, tako i za individualne sportove, što ga razlikuje od mnogih rešenja koja se nalaze na tržištu i internetu. Smernice za budući rad uglavnom se odnose na proširenje funkcionalnosti aplikacije i poboljšanja korisničkog interfejsa.

## 5. LITERATURA

- [1] Ross Mistry, Stacia Misner (2012), "Introducing Microsoft SQL Server 2012", Microsoft Press, Redmond, Washington USA.
- [2] Svetlin Nakov, Veselin Kolev (2013), "Fundamentals of Computer Programming with CSharp", Svetlin Nakov & Co., Sofia, Bulgaria.
- [3] Joseph Albahari, Ben Albahari (2016), "C# 6.0 in a Nutshell", O'Reilly Media, Inc., Sebastopol, CA, USA.
- [4] Adam Freeman (2012), "Pro ASP.NET MVC 5", Apress Media LLC, New York, USA.

### Kratka biografija:



**Milan Sredojević** je rođen 14.07.1991. godine u Beogradu. Gimnaziju u Vukovaru završava 2010. godine i iste godine se upisuje na Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu. Osnovne akademske studije na studijskom programu „Industrijsko inženjerstvo“ završava 2014. godine. Trenutno je na master akademskim studijama, program „Inženjerstvo informacionih sistema“.

**IMPLEMENTACIJA INTEGRACIONOG REŠENJA UPOTREBOM  
PLATFORME OTVORENOG KODA****IMPLEMENTATION OF INTEGRATION SOLUTION USING  
THE OPEN SOURCE PLATFORM**Đorđe Gajišin, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – INŽENJERSTVO INFORMACIONIH  
SISTEMA**

**Kratak sadržaj** – U ovom radu ćemo objašnjavati istorijski razvoj EAI tehnologija. Nakon toga, u pregledu stanja u EAI oblasti ćemo predstaviti glavne igrače, koji nude svoje EAI tehnologije. MuleSoft integraciona platforma je odabrana pored mnogobrojnih prodavaca i predstavlja centralni deo ovog rada. Na samom kraju biće predstavljena implementacija integracionog rešenja upotrebom MuleSoft platforme.

**Abstract** – In this paper we will review the historical development of EAI technologies. Thereafter, in the status overview of EAI fields we will present the major players that are offering their own EAI technologies. The MuleSoft integrational platform has been selected from the variety of vendors and it represents the central part of this paper. At the very end we will describe the implementation of the case study using the MuleSoft platform.

**Ključne reči:** softverska integracija, EAI, SOA, EDA, ESB, MuleSoft

**1. UVOD**

Ubrzane promene u poslovnom okruženju su primorale organizacije da komuniciraju i dele informacije sa drugim organizacijama, što znači da je EAI (engl. Enterprise Application Integration) tekući izazov sa kojim će se svaka organizacija susreti. Implementacija EAI rešenja je kompleksan zadatak, koji uključuje tehnološke i poslovne izazove, kako bi se došlo do odgovarajuće EAI arhitekture. Sa tehnološkog gledišta, EAI uključuje integraciju nekompatibilnih i heterogenih tehnologija. Sa poslovnog gledišta, EAI podrazumeva integraciju različitih poslovnih procesa i funkcija. EAI obezbeđuje više funkcija i bolje servise, nego što je to slučaj u izolovanim sistemima, smanjujući redundantnost podataka i preklapanje funkcija, što dovodi do većeg stepena integriteta podataka i konzistentnosti.

Na samom početku rada, biće objašnjen istorijski razvoj EAI tehnologija. Nakon toga, u pregledu stanja u oblasti, biće predstavljeni najozbiljniji igrači u oblasti integracije informacionih sistema. Pored brojnih prodavaca, MuleSoft je izabran kao integraciona platforma za implementaciju studije slučaja. Biće reči o korišćenim alatima, tehnikama i tehnologijama sa fokusom na MuleSoft, koji će biti detaljnije objašnjen. Na kraju će biti predstavljena implementacija studije slučaja upotrebom MuleSoft platforme.

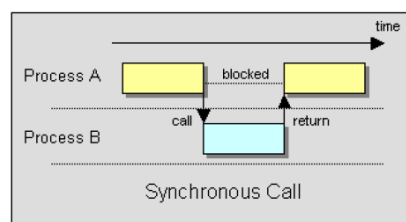
**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Srđan Sladojević, docent

**2. ISTORIJSKI RAZVOJ EAI TEHNOLOGIJA****2.1. Prva generacija middleware tehnologija**

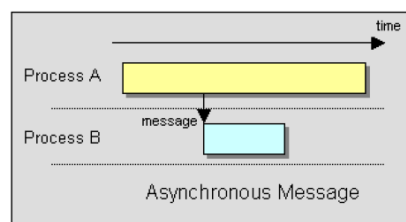
Prva generacija middleware tehnologija, koja je trebala da reši problem integracije informacionih sistema uključivala je RPC (engl. Remote Procedure Call) i MQ (engl. Message Queuing).

Upotrebom RPC tehnologije aplikacija može da pozove funkciju, koja je implementirana u drugoj aplikaciji na udaljenom sistemu. Komunikacija između aplikacija se odvija sinhrono, što podrazumeva da aplikacija koja poziva funkciju druge aplikacije čeka završetak izvršavanja funkcije, kako bi dalje nastavila sa radom, kao na slici 1.



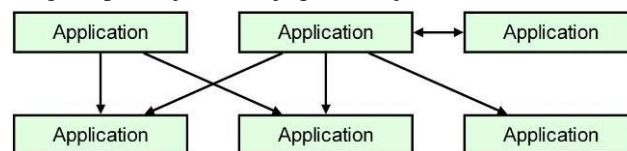
Slika 1: Sinhroni tok izvršavanja [1]

Kod MQ tehnologije informacije između aplikacija se razmenjuju upotrebom poruka. Komunikacija između aplikacija se odvija asinhrono, što podrazumeva da aplikacija koja poziva uslugu druge aplikacije ne mora da čeka odgovor od druge aplikacije, kako bi dalje nastavila sa radom. Kada odgovor stigne od druge aplikacije, aplikacija koja ju je pozvala će ga procesirati, kada za to bude vremena, kao na slici 2.



Slika 2: Asinhroni tok izvršavanja [1]

RPC i MQ organizacijama omogućava da integrišu svoje aplikacije na neformalan način. Ovaj način integracije je veoma jednostavan i često se naziva point-to-point integracija, jer se aplikacije po potrebi direktno povezuju sa drugim aplikacijama, što je predstavljeno na slici 3.



Slika 3: Point-to-point integracija

Kada je mali broj aplikacija, ovaj vid integracije može biti prihvatljiv. Problemi eksponencijalno rastu kako se povećava broj aplikacija, a sa njima troškovi održavanja i same integracije aplikacija.

## 2.2. Druga generacija middleware tehnologija

Druga generacija middleware tehnologija, koja je trebala da reši nedostatke integracije upotrebom RPC-a i MQ-a, uključuje aplikacione servere i message broker-e.

Na aplikacionim serverima je smeštena poslovna logika koja može da bude deljena između različitih sistema istovremeno. Pored obezbeđivanja poslovne logike, aplikacioni serveri takođe vode računa o deljenju zajedničkih resursa i konekcija. Većina aplikacionih servera opslužuju web aplikacije, stavljajući im na raspolaganje poslovnu logiku koja se na njima nalazi.

Message broker je vrhunsko rešenje u MOM (engl. Message Oriented Middleware) arhitekturi. MOM podrazumeva da aplikacije između sebe komuniciraju deljenjem informacija u vidu poruka. Sve aplikacije su povezane sa message broker-om koristeći ujedinjeni interfejs za slanje i prijem poruka. Message broker može da posreduje između velikog broja aplikacija, napisanim u različitim programskim jezicima, nezavisno od platforme i protokola.

Neki od problema MOM arhitekture su korišćenje specifičnih protokola i interfejsa. Ovim aplikacije zavisne od arhitekture informacionog sistema, što prouzrokuje probleme interoperabilnosti. Kako bi se rešili ovi i drugi prisutni problemi, koji su bili na nivou aplikacija, javila se servisno orijentisana arhitektura (SOA).

## 2.3. SOA

SOA se fokusira na razmenu informacija između softverskih komponenti (web servisa) i na njihovoj ponovnoj upotrebi, razdvajanjem interfejsa od same implementacije [2]. Web servis može da bude u interakciji sa drugim aplikacijama ili web servisima putem HTTP (engl. Hypertext Transfer Protocol) protokola. WSDL (engl. Web Services Description Language) se koristi za opis interfejsa web servisa, a poruka se prenosi upotrebom SOAP (engl. Simple Object Access Protocol) protokola kroz HTTP protokol [3].

Strana koja pruža usluge drugim aplikacijama ili web servisima naziva se service provider. S druge strane, service consumer je aplikacija ili web servis koji koristi usluge drugih web servisa. Svi web servisi, koji se stavljaju na raspolaganje drugim aplikacijama ili web servisima, registruju se u naming service registar. Service consumer na osnovu registra može pronaći opise servisa (engl. service description), koji su service provider-i dostupni i na koji način da pozove željene servise. Specifičan tok izvršavanja za web servise je sinhroni tok izvršavanja.

Usvajanjem SOA-e obezbeđuju se brojne prednosti, kao što su: smanjenje spregnosti između komponenti, modularnost, upravljanje kompleksnošću, fleksibilnost, ponovno korišćenje komponenti, apstrakcija poslovne logike i brži izlazak na tržište.

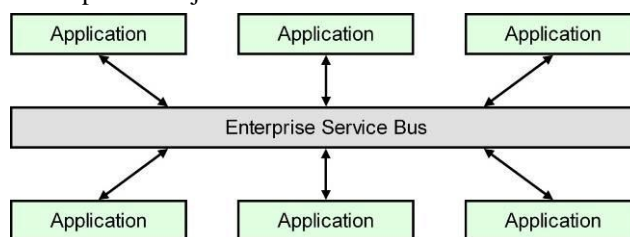
## 2.4. EDA

EDA (engl. Event Driven Architecture) ne zamenjuje već dopunjuje SOA-u. SOA je bolja za sinhronu tokove

izvršavanja, dok EDA uvodi dugoročne asinhronu tokove izvršavanja. EDA čvor (engl. node) postuje događaj i ne zavisi od dostupnosti ostalih EDA čvorova, koji treba da budu obavešteni o događaju. Ova razmena događaja naziva se publish-subscribe obaveštavanje. EDA koristi poruke prilikom komunikacije između dva ili više EDA čvorova, koji mogu biti aplikacije, web servisi ili drugi API-ji (engl. Application Programming Interface). Komunikaciju inicira određeni događaj, koji obično odgovara nekoj poslovnoj pojavi [4]. Svi pretplatnici (engl. subscribers) tog događaja će biti obavešteni i aktivirani.

## 2.5. ESB arhitektura

Jasno je da današnjim organizacijama trebaju besprekorna integraciona rešenja, bazirana na otvorenim standardima, koja podržavaju SOA-u i EDA-u. Ovako nešto nudi ESB (engl. Enterprise Service Bus) arhitektura, koja rešava probleme ranije pomenute point-to-point arhitekture. Na slici 4 prikazana je ESB arhitektura.



Slika 4: ESB arhitektura

ESB arhitektura uvodi integracionu aplikaciju, bus, koja se nalazi između svih ostalih integriranih aplikacija. Aplikacije su povezane sa ESB-om aplikacionim adapterima. Na ovaj način aplikacije nisu usko spregnute sa drugim aplikacijama. Ovo razdvajanje se postiže različitim protokolima i kanonskim (engl. canonical) formatom podataka [5]. ESB može da komunicira sa aplikacijama putem različitih protokola. Kanonski model podataka podrazumeva da će se podaci između aplikacija razmenjivati u istom formatu, posredstvom ESB-a. ESB omogućava centralizaciju kontrole, monitoringa, rutiranja i bezbednosti. Web servis ili neka druga aplikacija, koji su deo ESB-a, mogu biti pozvani od strane neke druge klijentske aplikacije ili događaja. Karakteristike ESB arhitekture su [6]: pouzdanost, pozivanje, rutiranje, medijacija, adapteri, bezbednost, menadžment, orkestracija servisa, kompleksno procesiranje događaja i integracioni alati.

## 3. PREGLED STANJA U OBLASTI

Veliki igrači u oblasti informacionih tehnologija, kao što su IBM, Dell, Oracle, Red Hat, i slični, imaju svoja ESB rešenja u proizvodnom katalogu. Svi prodavci su fokusirani na svoje middleware tehnologije, koje obuhvataju mnogo više od ESB-a. Njihov cilj je obezbeđenje infrastrukture i mehanizama za proširenje i integraciju starih i novih podataka, aplikacija, API-ja ili procesa [7]. EAI rešenja, koja nude brojni prodavci, se razlikuju u pristupima, terminologiji i konceptima.

Kao pomoć, prilikom izbora alata, tehnika i tehnologija, poslužilo je najnovije Gartnerovo iPaaS (engl. integration platform as a service) istraživanje za 2017. godinu [8]. Proizvođači su ocenjivani po kvalitetu svojih iPaaS servisa. iPaaS obezbeđuje svojim korisnicima da integrišu podatke, aplikacije, API-je i procese, bez obzira da li se

oni nalaze na cloud-u ili su izdati on-premises. U Gartnerovom iPaaS kvadrantu prodavci se dele na: lidere, izazivače, vizionare i igrače na tržišne niše.

### 3.1. Izbor alata, tehnika i tehnologija

Prilikom odabira integracionih alata, tehnika i tehnologija, za potrebe ovog rada, prodavac je morao da ispuni veoma stroge kriterijume: pokrivanje velikog broja integracionih scenarija, razumevanje potreba klijenata i jasna vizija budućeg razvoja, mogućnost integracije podataka i web servisa, postojanje savremenog grafičkog interfejsa za razvoj integracionih tokova, besplatnost korišćenja i izdavanja integracionih rešenja.

Za potrebe ovog rada izabran je MuleSoft, koji jedini ispunjava sve navedene kriterijume. Bitno je naglasiti da MuleSoft poseduje dve verzije: EE (engl. Enterprise Edition) i CE (engl. Community Edition).

EE verzija je komercijalna jer poseduje mnoštvo dodatnih funkcionalnosti, koje olakšavaju razvoj, testiranje i izdavanja MuleSoft integracionih rešenja. Skoro sve te funkcionalnosti mogu biti implementirane i u besplatnoj CE verziji, uz nešto više napora i znanja.

Integraciono rešenje je realizovano upotrebom MuleSoft CE-a. APS (engl. Anypoint Studio) je alat koji je korišćen za implementaciju MuleSoft (Mule) aplikacije. APS je razvojno okruženje, bazirano na Eclipse okruženju, čija osnovna namena jeste implementacija, debugovanje i testiranje Mule aplikacija.

Nakon preuzimanje APS-a, potrebno ga je instalirati. Posle instalacije APS-a, neophodno je preuzeti JDK 8 (engl. Java Development Kit) sa Oracle-ovog sajta, koji uključuje 1.8 verziju Jave i JRE 1.8 (engl. Java Runtime Environment). JDK treba da bude uključen u Path environment varijablu. Unutar APS-a potrebno je skinuti CE verzije jer APS inicijalno koristi EE verzije.

MuleSoft je namenjen za Javu platformu, pa samim tim, pri implementaciji Mule aplikacije korišćen je i programski jezik Java.

Alat koji je korišćen za testiranje Mule aplikacije je Postman klijent, proširenje Google Chrome-a. Postman omogućava slanje HTTP zahteva SOAP i REST web servisima.

### 3.2. MuleSoft

MuleSoft je vodeća besplatna ESB integraciona platforma, koja podržava SOA-u i EDA-u. Nakon razvoja, MuleSoft integraciona rešenja se mogu izdati na cloud ili on-premises. MuleSoft ESB se najčešće koristi radi [9]:

- integracije više web servisa i aplikacija,
- integracije više web servisa i aplikacija u budućnosti,
- korišćenja različitih komunikacionih protokola,
- objavljivanja web servisa namenjenih konzumiranju ili kompoziciji,
- transformisanja i rutiranja poruka.

Mule aplikacija prihvata i procesira poruke, upotrebom procesora poruka, povezanih u tok. Poruka Mule aplikaciji može da bude poslata od service consumer-a, koji šalje zahtev putem web pregledača ili mobilne aplikacije. Struktura toka uključuje:

- **Izvor poruke** (engl. message source) koji prima eksterne poruke i inicira izvršavanje toka.

- **Procesore poruka** (engl. message processors), kao što su filteri, transformacije formata i sadržaja poruka, ruteri, itd.
- **Endpoint konektor** (engl. endpoint connector) čiji je zadatak da negde pošalje poruku.

Mule aplikacija može da bude sačinjena od jednog ili više tokova, koji mogu da budu povezani. Razdvajanjem tokova na više manjih obezbeđuje se bolji grafički prikaz, XML kod je čitljiviji i omogućeno je ponovno korišćenje tokova, od strane drugih. Tokovi se dele u tri kategorije:

- **Obični tokovi** (engl. flows) koji imaju svoju strategiju procesiranja i strategiju rukovanja izuzecima,
- **Podtokovi** (engl. subflows) nemaju navedene strategije, a pozivaju se iz drugih tokova,
- **Privatni tokovi** (engl. private flows) nemaju izvor poruke, mogu se pozvati samo iz drugih tokova i imaju navedene strategije.

Kroz Mule tok prolaze Mule poruke, koje imaju sledeće delove:

- **Dolazna svojstva** (engl. inbound properties) koje postavlja izvor poruke. Unutar Mule aplikacije, ova svojstva je moguće samo čitati. Prilikom slanja HTTP zahteva Mule aplikaciji, svi header-i će postati dolazna svojstva Mule poruke.
- **Odlazna svojstva** (engl. outbound properties) postavljaju procesori poruka. Ova svojstva se mogu čitati, dodavati, menjati, brisati i kopirati. Prilikom slanja HTTP zahteva od strane Mule aplikacije, sva odlazna svojstva će predstavljati header-e.
- **Payload** predstavlja srž Mule poruke i on se prenosi sve do kraja toka. Na primeru slanja HTTP zahteva Mule aplikaciji, body će predstavljati payload. Kada se šalje HTTP zahtev izvan Mule aplikacije, payload će postati body zahteva.
- **Prilozi** (engl. attachments) su dodatne informacije o Mule poruci, koji se najčešće koriste prilikom slanja e-mail poruka, unutar i izvan Mule aplikacije.

Pored Mule poruke, Mule aplikacija može da sadrži i varijable, koje se dele u tri kategorije:

- **Varijble tokova** (engl. flow variables), koje su vidljive samo u toku u kojem su kreirane.
- **Globalne varijable** (engl. session variables), koje su vidljive u svim tokovima, nezavisno u kojem toku su kreirane.
- **Rekord varijable** (engl. record variables) se koriste kod batch processing funkcionalnosti MuleSoft-a, koja je dostupna samo u EE verziji.

**Konektori** (engl. connectors) predstavljaju izvore poruka i oni obezbeđuju konekciju sa eksternim resursima, kao što su: baze podataka, web servisi, standardni protokoli, API-ji i third-party API-ji.

U procesore poruka takođe spadaju konektori, ali samo u svojstvu slanja poruka izvan Mule aplikacije. Pored konektora u procesore poruka spadaju i:

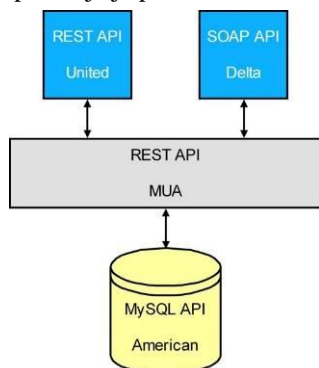
- **Scopes**, čiji je zadatak da oblože delove koda radi bolje preglednosti Mule aplikacije, ili izvršavanja neke funkcionalnosti.
- **Komponente** (engl. components), koje izvršavaju poslovnu logiku nad Mule porukom, mogu da budu napisane upotrebom sledećih jezika: Java, JavaScript, Groovy, Ruby i Python.

- **Transformeri** (engl. transformers), koji menjaju format ili sadržaj poruke. Mule nudi širok spektar transformera koji izvršavaju poznate transformacije podataka.
- **Filteri** (engl. filters) poruka određuju da li će Mule poruka nastaviti sa procesiranjem unutar toka. Inicijalno filteri odbacuju poruke koje ne zadovolje uslov filtriranja. Nekompletne i nerelevantne poruke je moguće isključiti na samom početku toka, obezbeđujući drugim ispravnim porukama da budu brže obrađene.
- **Kontrola toka** (engl. flow control) određuje u kom pravcu će se Mule aplikacija izvršavati. Tok kontrolišu ruteri, koji usmeravaju Mule poruke na određene destinacije u zavisnosti od uslova. Ruteri mogu konkurentno da pošalju jednu poruku na više destinacija i na kraju da agregiraju odgovore. Neki ruteri mogu da dele poruke, dok drugi mogu da ih spajaju, u zavisnosti od definisanog kriterijuma.
- **Rukovanje greškama** (engl. error handling) služi za obradu neočekivanih događaja prilikom izvršavanja Mule aplikacije.

MEL (engl. Mule Expression Language) je jezik specifičan samo za Mule aplikacije. MEL omogućava pristup i modifikaciju svih delova poruke: dolaznih i odlaznih svojstva, payload-a, priloga i varijabli. Svi procesori poruka mogu da koriste MEL, koji je osetljiv na mala i velika slova (engl. case-sensitive) i ima podršku autocomplete-a unutar APS-a.

#### 4. STUDIJA SLUČAJA

Implementirana je Mule aplikacija za imaginarni aerodrom Mule United Airport (MUA), kojeg koriste tri aviokompanije: United, Delta i American. MUA aplikacija koristi tri postojeća API-ja pomenutih aviokompanija: REST API, SOAP API i MySQL API, kako bi objedinila letove ste tri aviokompanije. Prilikom svog rada, Mule aplikacija svodi sve informacije o letovima na zajednički format i sadržaj, obezbeđuje mogućnost filtriranja letova po krajnjim destinacijama i aviokompanijama. Ova aplikacija podržava JSON i XML format podataka. Kreirana Mule aplikacija predstavlja REST API, koji objedinjuje funkcionalnosti više API-ja i implementira dodatne. Arhitektura MUA aplikacije je prikazana na slici 5.



Slika 5: Arhitektura MUA aplikacije

#### 5. ZAKLJUČAK

Point-to-point arhitektura se sve ređe primenjuje u savremenim organizacijama i polako postaje deo prošlosti. SOA je sve više u upotrebi zbog brojnih pogodnosti, kao što su: fleksibilnost, ponovno korišćenje komponenti,

lakše održavanje i integracija sa drugim sistemima. SOA je odlično rešenje za sinhrono tokove izvršavanja. Za asinhrono tokove izvršavanja koristi se EDA, u kojoj se događaji prenose između nezavisnih komponenti i web servisa. Pošto današnjim organizacijama trebaju besprekorna integraciona rešenja, koja podržavaju SOA-u i EDA-u, koristi se ESB arhitektura, koja rešava probleme prethodnih arhitekura softverske integracije.

Pored brojnih prodavaca, koji nude ESB u svom katalogu, MuleSoft je izabran kao integraciona platforma za implementaciju studije slučaja. MuleSoft omogućava i pojednostavljuje integraciju između heterogenih aplikacija, podržavajući SOA-u i EDA-u. ESB integraciono rešenje, implementirano upotrebom MuleSoft-a, ili neke druge EAI platforme, treba da omogući lako održavanje i testiranje, modularnost i slabo sprezanje komponenti.

#### 6. LITERATURA

- [1] Hohpe G., Woolf B., Enterprise Integration Patterns, Addison-Wesley, 2004.
- [2] Almonaies A.A., Cordy J.R., Dean T.R., Legacy System Evolution towards Service-Oriented Architecture, International Workshop on SOA Migration and Evolution, pp. 53-62, 2010.
- [3] Lewis G.A., Wraga L., Approaches to Constructive Interoperability, Pittsburgh, PA: Software Engineering Institute, 2005.
- [4] Maréchaux J.L., Combining Service-Oriented Architecture and Event-Driven Architecture using an Enterprise Service Bus, IBM developer works, 1269-1275, 2006.
- [5] Dossot D., D'Emic J., Romero V., Mule in Action, Second Edition, Manning Publications, 2014.
- [6] Menge F., Enterprise Service Bus, Free and open source software conference, pp. 1-6, 2007.
- [7] Al Mosawi A., Zhao L., Macaulay L.A., A M., A Model Driven Architecture for Enterprise Application Integration,
- [8] Magic Quadrant for Enterprise Integration Platform as a Service, <https://www.gartner.com/doc/reprints?id=1-3X0Y452&ct=170403&st=sb>, preuzeto u oktobru 2017.
- [9] Laliwala Z., Samad A., Desai A., Vyas U., Mule ESB Cookbook, Packt Publishing, 2013. HICSS, pp. 4-7, 2006.

#### Kratka biografija



**DORDE GAJIŠIN**, rođen je 27.03.1992. go-dine u Novom Sadu. Osnovnu školu „Miloš Crnjanski“ je završio u Žablju 2007. godine. Srednju školu „22 oktobar“ završio je 2011. godine u Žablju, smer Ekonomski tehničar. Nakon tri godine završava Visoku poslovnu školu strukovnih studija u Novom Sadu, smer Poslovna informatika. Nakon toga, 2014. godine prebacuje se na osnovne akademske studije na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu i upisuje smer Inženjerski menadžment. Nakon polaganja razlike predmeta bira smer Informacioni menadžment na IV godini studija. Diplomirao je 2016. godine na usmerenju Inženjerski menadžment. Iste godine upisuje master akademske studije, na istom fakultetu, smer Inženjerstvo informacionih sistema.

**U realizaciji Zbornika radova Fakulteta tehničkih nauka u toku 2017. godine učestvovali su sledeći recenzenti:**

Aco Antić	Dušan Gvozdenc	Milan Trifković	Slavko Đurić
Aleksandar	Dušan Kovačević	Milan Trivunić	Slobodan Dudić
Erdeljan	Dušan Uzelac	Milan Vidaković	Slobodan Krnjetin
Aleksandar Ristić	Duško Bekut	Milena Krklješ	Slobodan Morača
Bato Kamberović	Đorđe Ćosić	Milica Kostreš	Sonja Ristić
Biljana Njegovan	Đorđe Lađinović	Milica Miličić	Srđan Kolaković
Bogdan	Đorđe Obradović	Milinko Vasić	Srđan Popov
Kuzmanović	Đorđe Vukelić	Miloš Slankamenac	Srđan Vukmirović
Bojan Batinić	Đura Oros	Milovan Lazarević	Staniša Dautović
Bojan Lalić	Đurđica Stojanović	Miodrag	Stevan Milisavljević
Bojan Tepavčević	Filip Kulić	Hadžistević	Stevan Stankovski
Bojana Beronja	Goran Sladić	Miodrag Zuković	Strahil Gušavac
Branislav Atlagić	Goran Švenda	Mirjana	Svetlana Nikoličić
Branislav Nerandžić	Gordana	Damnjanović	Tanja Kočetov
Branislav Veselinov	Milosavljević	Mirjana Malešev	Tatjana Lončar
Branislava Kostić	Gordana Ostojić	Mirjana Radeka	Turukalo
Branislava	Igor Budak	Mirko Borisov	Todor Bačkalić
Novaković	Igor Dejanović	Miro Govedarica	Toša Ninkov
Branka Nakomčić	Igor Karlović	Miroslav	Uroš Nedeljkić
Branko	Ivan Beker	Hajduković	Valentina Basarić
Milosavljević	Ivana Katić	Miroslav Plančak	Velimir Čongradec
Branko Škorić	Ivana Kovačić	Miroslav Popović	Velimir Todić
Cvijan Krsmanović	Jasmina Dražić	Mitar Jocanović	Veran Vasić
Damir Đaković	Jelena Atanacković	Mladen Kovačević	Veselin Avdalović
Danijela Lalić	Jeličić	Mladen Radišić	Veselin Perović
Darko Čapko	Jelena Boročki	Momčilo Kujačić	Vladimir Katić
Darko Marčetić	Jelena Kiurski	Nađa Kurtović	Vladimir
Darko Reba	Jelena Radonić	Nebojša Pjevalica	Radenković
Dejan Ubavin	Jovan Petrović	Neda Pekarić Nađ	Vladimir Strezoski
Dragan Ivanović	Jovan Vladić	Nemanja	Vladimir Škiljajica
Dragan Ivetić	Jovanka Pantović	Stanisavljević	Vlado Delić
Dragan Jovanović	Karl Mičkei	Nenad Katić	Vlastimir
Dragan Kukolj	Katarina Gerić	Nikola Brkljač	Radonjanin
Dragan Mrkšić	Ksenija Hiel	Nikola Đurić	Vuk Bogdanović
Dragan Pejić	Laslo Nađ	Nikola	Zdravko Tešić
Dragan Šešlija	Leposava Grubić	Jorgovanović	Zoran Anišić
Dragana Bajić	Nešić	Nikola Radaković	Zoran Brujić
Dragana	Livija Cvetičanin	Ninoslav Zuber	Zoran Jeličić
Konstantinović	Ljiljana Vukajlov	Ognjen Lužanin	Zoran Mijatović
Dragana Šarac	Ljiljana Cvetković	Pavel Kovač	Zoran Milojević
Dragana Štrbac	Ljubica Duđak	Peđa Atanasković	Zoran Mitrović
Dragiša Vilotić	Maja Turk Sekulić	Petar Malešev	Zoran Papić
Dragoljub	Maša Bukurov	Predrag Šiđanin	Željko Trpovski
Novaković	Matija Stipić	Radivoje Dinulović	Željko Jakšić
Dragoljub Šević	Milan Rackov	Radovan Štulić	
Dubravka Bojanić	Milan Rapajić	Rastislav Šostakov	
Dušan Dobromirov	Milan Simeunović	Slavica Mitrović	