



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ  
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА



# **ЗБОРНИК РАДОВА ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА**

Едиција: Техничке науке - зборници

Година: XXXI

Број: 9/2016

Нови Сад

Едиција: „Техничке науке – Зборници“

Година: XXXI

Свеска: 9

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 Пинћур

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

CIP-Каталогизација у публикацији  
Библиотека Матице српске, Нови Сад

378.9(497.113)(082)

62

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

Двомесечно

ISSN 0350-428X

COBISS.SR-ID 58627591

## ПРЕДГОВОР

Поштовани читаоци,

Пред вама је девета 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 дипломских-мастер 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 дипломских-мастер радова студената ФТН-а у облику кратког рада у „Зборнику радова Факултета техничких наука“. Поред студената дипломских-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 више пута годишње у оквиру промоције дипломираних инжењера-мастера.

У овом броју штампани су радови студената мастер студија, сада већ мастера, који су радове бранили у периоду од 19.09.2016. до 30.09.2016. год., а који се промовишу 15.02.2017. 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.

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

У овој свесци, са редним бројем 9., објављени су радови из области:

- машинства,
- електротехнике и рачунарства,
- грађевинарства,
- саобраћаја и
- архитектуре.

У свесци са редним бројем 10. објављени су радови из области:

- графичког инжењерства и дизајна,
- инжењерског менаџмента,
- инжењерства заштите животне средине,
- мехатронике,
- математике у техници и
- геодезије и геоматике.

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 rame-уз-rame са водећим часописима и заслужи своје место на СЦИ листи, чиме ће значајно допринети да се оствари мото Факултета техничких наука:

**„Високо место у друштву најбољих“**

**Уредништво**

## SADRŽAJ

	STRANA
<b>Radovi iz oblasti: Mašinstvo</b>	
1. Igor Radić, TEHNOLOGIJE IZRADE KALUPA ZA OBLIKOVANJE PNEUMATIKA .....	1559-1562
2. Dragan Pilipović, OPIS RADA, PRORAČUN I MODELIRANJE KOFIČASTOG ELEVATORA .....	1563-1566
3. Pera Srbul, PROJEKTOVANJE PROIZVODA PRIMENOM PROGRAMSKOG SISTEMA CREO PARAMETRIC 2.0 .....	1567-1570
4. Марио Барлаков, ДВОФАЗНО СТРУЈАЊЕ У ФЛУИДИЗОВАНОМ СЛОЈУ СА CFD АНАЛИЗОМ .....	1571-1574
5. Sr đan Otržan, KONSTRUKCIJA NADZEMNOG SKLADIŠNOG REZERVOARA ZA SIRČETNU KISELINU ZAPREMINE 5000m <sup>3</sup> .....	1575-1577
6. Slobodan Vuković, OPTIMIZACIJA PARAMETARA OBRADE PRI GLODANJU VRETNASTIM LOPTASTIM GLODALIMA PRIMENOM TAGUČI METODE .....	1578-1581
7. Nikola Žutković, IZRADA ALATA ZA INJEKCIONO PRESOVANJE PLASTIKE .....	1582-1585
<b>Radovi iz oblasti: Elektrotehnika i računarstvo</b>	
1. Vladimir Horvat, Milan Vidaković, PODRŠKA LABOURHOOD SISTEMU ZA UPRAVLJANJE PROJEKTIMA UPOTREBOM MOBILNE TEHNOLOGIJE .....	1586-1589
2. Jan Križan, MERENJE MIKROMETARSKIH POMERAJA KORIŠĆENJEM OPTIČKIH VLAKANA .....	1590-1593
3. Zlata Milošević, MAKSEKESKUS SISTEM ZA ONLINE PLAĆANJE .....	1594-1597
4. Vlada Gorec, JEDNO REŠENJE SISTEMA ZA PRODAJU KARATA U VOZILIMA JAVNOG GRADSKOG PREVOZA U OKVIRU ELEKTRONSKOG SISTEMA NAPLATE .....	1598-1601
5. Darko Stevanović, Milan Vidaković, IMPLEMENTACIJA JSON-RPC PROGRAMSKE BIBLIOTEKE NA ANDROID PLATFORMI .....	1602-1605

	STRANA
6. Vojan Popović, KORIŠĆENJE OPENVIBE PROGRAMSKOG PAKETA U VCI EKSPERIMENTIMA .....	1606-1609
7. Дражен Пуповац, ПОДЕЛА ГРАФА УПОТРЕБОМ АЛГОРИТАМА ИНСПИРИСАНИМ ПОНАШАЊЕМ МРАВЉЕ КОЛОНИЈЕ .....	1610-1613
8. Vojan Vojnović, IMPLEMENTACIJA SISTEMA ZA KNJIGOVODSTVENU EVIDENCIJU UZ OSLOMAC NA ENTITYFRAMEWORK .....	1614-1617
9. Dragan Petković, UTICAJ UZEMLJENJA DISTRIBUTIVNIH MREŽA NA STRUJE JEDNOPOLNOG KRATKOG SPOJA .....	1618-1621
10. Andrea Rodić, MODELOVANJE DISTRIBUIRANIH IZVORA ENERGIJE ZA POTREBE OSNOVNIH PRORAČUNA DISTRIBUTIVNIH SISTEMA .....	1622-1625
11. Milan Stančić, ПОРЕЂЕЊЕ РАДНИХ ОКВИРА ЗА JAVASCRIPT JEZIK .....	1626-1629
12. Igor Krstin, МОБИЛНИ ПОДСИСТЕМ ЗА РУКОВАЊЕ ИСПАДИМА У ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТСКОМ DISTRIBUTIVNOM СИСТЕМУ .....	1630-1633
13. Nikola Latinović, FENNEC SOFTVER ZA UPRAVLJANJE VERZIJAMA ŠEME BAZE: ALGORITMI I PRIPADAJUĆI KORISNIČKI INTERFEJS .....	1634-1637
14. Miloš Vučinić, Milan Vidaković, РАЗВОЈ ВЕБ САЈТА ЗА ИНТЕРНО АНКЕТИРАЊЕ .....	1638-1641
15. Janko Simonović, Milan Vidaković, ОПТИМИЗАЦИЈА СИСТЕМА ЗА ИЗВРШАВАЊА ТОКОВА ПРОЦЕСА КОРИШЋЕЊЕМ COMMON WORKFLOW LANGUAGE СПЕЦИФИКАЦИЈЕ .....	1642-1645
16. Nenad Dragišić, ИНТЕГРАЦИЈА DNP3 ПРОТОКОЛА СА „AGMS FRONT END PROCESSOR“-ом .....	1646-1649
17. Ilija Lekić, KONTROLA BRZINE I RASTOJANJA AUTOMOBILA NA AUTOPUTU ZASNOVANA NA FUZZY LOGICI I FMCW RADARSKOM СИСТЕМУ .....	1650-1653

## Radovi iz oblasti: Građevinarstvo

1. Mladen Milutinović, PROJEKAT KONSTRUKCIJE ARMIRANOBETONSKE STAMBENE ZGRADE U NOVOM SADU .....	1654-1657
2. Slobodan Kočar, SNIMANJE PROCESA RADA PRI GRAĐENJU STAMBENO POSLOVNOG OBJEKTA ....	1658-1661
3. Borislav Bojić, PROJEKAT VIŠESPRATNE ARMIRANOBETONSKE ZGRADE I ANALIZA VRSTA I DIMENZIONISANJE ELEMENATA OPLATE .....	1662-1665
4. Dragana Marinković, ANALIZA VREMENA I TROŠKOVA REALIZACIJE RADOVA NA ŠKOLSKIM OBJEKTIMA U OKVIRU PROGRAMA MODERNIZACIJE ŠKOLA .....	1666-1669
5. Дарко Аџић, Небојша Радовић, АНАЛИЗА МЕТОДА ЗА МЕРЕЊЕ УГИБА КОЛОВОЗНИХ КОНСТРУКЦИЈА ПОМОЋУ УРЕЂАЈА СА ПАДАЈУЋИМ ТЕРЕТОМ .....	1670-1673
6. Дејан Весин, Небојша Радовић, ПРИМЕНА ЕЛЕКТРОФИЛТЕРСКОГ ПЕПЕЛА И ШЉАКЕ У ПУТОГРАДЊИ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ .....	1674-1677

	STRANA
7. Davor Ilić, PROJEKAT STAMBENO-POSLOVNOG OBJEKTA PREMA DOMAĆIM PROPISIMA I UPOREDNU ANALIZU RAMA PREMA EVROPSKIM I DOMAĆIM PROPISIMA .....	1678-1681
8. Slobodan Radojčić, PROJEKAT KONSTRUKCIJE VIŠESPATNE ARMIRANOBETONSKE STAMBENE ZGRADE U NOVOM SADU .....	1682-1685
9. Milan Grbović, PROJEKAT VIŠESPATNE ARMIRANOBETONSKE STAMBENE ZGRADE PO EVROKODU .....	1686-1689
10. Zoran Lazić, UPOREDNA ANALIZA SPREGNUTIH MEĐUSPATNIH KONSTRUKCIJA PREMA EC4 I NACIONALNIM STANDARDIMA .....	1690-1693

### Radovi iz oblasti: Saobraćaj

1. Igor Stevanović, Željko Trpovski, PRIMENA INFORMACIONOG SISTEMA SAP ERP U POŠTI .....	1694-1697
2. Eldin Junuzović, ANALIZA OPRAVDANOSTI INVESTICIONIH ULAGANJA U AUTOMATIZACIJU PROCESA SORTIRANJA – PRIMER PLC NOVI SAD .....	1698-1701
3. Стефан Анђелковић, АНАЛИЗА ОПРАВДАНОСТИ ИЗГРАДЊЕ ОБИЛАЗНИЦЕ У НАСЕЉУ ПРЕШЕВО ...	1702-1705
4. Nikola Đurišić, SAOBRAĆAJ I ZAŠTITA ŽIVOTNE SREDINE .....	1706-1709
5. Dragan Bajić, Milica Miličić, SAOBRAĆAJNA POLITIKA I TURIZAM .....	1710-1713

### Radovi iz oblasti: Arhitektura

1. Nebojša Zaklan, PRIMENA FOTOREALISTIČNE 3D VIZUELIZACIJE U SAVREMENOM ARHITEKTONSKOM PROJEKTOVANJU .....	1714-1717
2. Tijana Lukić, Milena Krklješ, ARHITEKTONSKA STUDIJA TRŽNOG CENTRA U KRAGUJEVCU .....	1718-1721
3. Jelena Ćustić, Karl Mičkei, Radivoje Dinulović, ARHITEKTONSKA STUDIJA KUĆE ZA PRIRODNI POROĐAJ .....	1722-1725
4. Marina Marinkov, Milica Kostreš, BEZBEDNOST BICIKLISTA U SAOBRAĆAJU U NOVOM SADU .....	1726-1729
5. Nataša Jovanović, VIZUALIZACIJA OSVETLJENJA ENTERIJERA - STUDIJA SLUČAJA DNEVNOG BORAVKA	1730-1733
6. Igor Nađ, RAZVIJANJE MODELA KOMPLEKSNE GEOMETRIJE – STUDIJA SLUČAJA MODELA FOTELE .....	1734-1737
7. Nikolina Stanišljević, Dragana Konstantinović, PROJEKTOVANJE PREDŠKOLSKE USTANOVE- INKLUZIVNO OBRAZOVANJE .....	1738-1741
8. Toni Trutanić, MULTIFUNKCIONALNI OBJEKAT .....	1742-1744
9. Игор Радовић, Милена Кркљеш, ИДЕЈНО РЈЕШЕЊЕ ВАЗДУШНЕ БАЊЕ .....	1745-1748

	STRANA
10. Marko Vučić, REŠENJE ADAPTIVNE FASADE PRIMENOM MECHANIZMA IRISA .....	1749-1752
11. Nebojša Vilotić, REVITALIZACIJA ZGRADE MAGISTRATA U RUMI .....	1753-1756
12. Danijela Vulović, Dragana Konstantinović, Karl Mičkei, DRUŠTVENI CENTAR ZA MLADE SA COWORKING PROSTOROM .....	1757-1760
13. Ivana Balović, ARHITEKTONSKO – URBANISTIČKA STUDIJA UNAPREĐENJA VIŠEPORODIČNOG STANOVANJA U NOVOM SADU .....	1761-1764
14. Biljana Bojanović, UPOREDNA ANALIZA VIZUALIZACIJE U ARHITEKTURI I GAMING INDUSTRIJI .....	1765-1767
15. Nataša Stepanović, Milena Krklješ, PLUTAJUĆI MUZEJ IGRAČAKA U AMSTERDAMU .....	1768-1771
16. Marija Jovanović, ARHITEKTONSKA STUDIJA CENTRA ZA SLEPE I SLABOVIDE U NOVOM SADU .....	1772-1775
17. Dušan Jovičić, VIŠEPORODIČNI STAMBENI OBJEKAT U BEOGRADU .....	1776-1778
18. Nela Koš, KONJIČKI CENTAR U ADI .....	1779-1782
19. Nataša Ljubojević, Milena Krklješ, OBDANIŠTE ZA NADARENU DECU .....	1783-1786
20. Aleksandra Gajić, Milena Krklješ, ARHITEKTONSKA STUDIJA PREDŠKOLSKE USTANOVE ZA NADARENU DJECU U NOVOM SADU .....	1787-1790



**TEHNOLOGIJE IZRADE KALUPA ZA OBLIKOVANJE PNEUMATIKA****TECHNOLOGY OF TYRE MOLD MANUFACTURING**Igor Radić, Pavel Kovač, Borislav Savković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast–PROIZVODNO MAŠINSTVO**

**Kratak sadržaj** – U radu je opisano rešenje za računarski podržano projektovanje pneumatika, kao i izradu kalupa sa pratećim priborom. Osnovni cilj rada je izrada kalupa za vulkanizaciju pneumatika iz kojeg će gotovi pneumatiki namontirani na felnu i naduvani, biti u granicama koje propisuje ETRTO standard. U skladu sa tim neophodno je da novi pristup u projektovanju pneumatika garantuje mogućnost simultanog odvijanja ostalih razvojnih poslova i shodno tome doprinese povećanju produktivnosti.

**Abstract** – The thesis describes a solution for a computer-aided design of tyres, as well as for making molds and associated utensils. The main aim of the thesis is the manufacture of molds for vulcanizing tyres from which the finished tire, assembled on the rim and inflated, will be within the limits prescribed by the ETRTO standard. Accordingly, it is necessary that new approach of tire design ensures the possibility of simultaneous performing all other development activities and therefore contributes to the increase of productivity.

**Ključne reči:** Obrada rezanjem, pneumatik, kalup za vulkanizaciju, ETRTO (European tyre and rim technical organisation).

**1. UVOD**

Današnji izgled i performanse pneumatika rezultat su dugotrajnog procesa razvoja. Prvi pneumatiki za vozila bili su glatki i uski. Brzo je uočena potreba za većom površinom koja treba da bude reljefna, kako bi se omogućilo odvođenje vode. Prvi proizvođač koji je primenio šare na pneumaticima bio je nemački Continental, 1904. godine. Ista firma je 1943. godine patentirala pneumatik bez unutrašnje gume tzv. "tubeless" pneumatik. Pravu revoluciju na polju pneumatika uneo je ponovo francuski Michelin, 1946. godine, patentom radijalnog pneumatika, što je ovoj firmi donelo veliku slavu i značajnu prednost u odnosu na konkurente. Ineteresantno je da je radijalni pneumatik vrlo brzo prihvaćen u Evropi, dok je Amerika u tom pogledu kasnila, forsirajući unapređenja dijagonalnih pneumatika, koji su do tada bili uobičajeno rešenje.

Guma spada u materijale koje nazivamo "elastomeri". Elastomeri su materijali koji pri opterećenju na istezanje mogu povećati svoju dužinu najmanje dva puta, i to bez zaostalih napona po prestanku delovanja sila.

**NAPOMENA:**

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

Da bi materijal bio viskoelastičan, međumolekulske veze ne smeju biti jake i ne smeju se formirati kristalna zrna. U prirodnom kaučuku molekule su formirane polimerizacijom izoprena. Prirodni kaučuk se dobija zasecanjem drveta kaučukovca (latinski Hevea brasiliensis, a domorodački naziv "ka hu či" što znači drvo koje plače) i prikupljanjem mlečnog soka – lateksa [1, 7].

**2. PROBLEM I CILJ RADA**

Da bi se mogla izraditi dokumentacija za izradu kalupa, prvo se konstruiše pneumatik koji će se izrađivati u ovom kalupu. Industrija pneumatika, kao i sve ostale industrije, sve se više okreće kompjuterskom modeliranju i simulaciji prilikom osvajanja novog proizvoda. Metodom konačnih elemenata i matematičkim modelom se opisuju svojstva pneumatika, pa se i prvi testovi obavljaju na računaru pre nego što je pneumatik napravljen. Na ovaj način se dobijaju informacije o mogućim kritičnim mestima i mogu se izvršiti korekcije na dezenu ili nekom drugom elementu pneumatika. Teži se optimizaciji svakog elementa kako bi se dobio što konkurentniji proizvod. Osim kvaliteta i performansi pneumatika koji se podrazumeva, sve veći uticaj na sam izbor pneumatika ima i njegov izgled.

Velike kompanije imaju stručne timove koji se bave dizajniranjem kako bi pneumatik privukao kupca i izgledom. Kalupi za izradu pneumatika su se, u prošlosti, uglavnom izrađivali tehnologijom livenja. Od livenog gvožđa se izlivalo telo kalupa, dok su se segmenti lili od aluminijumovih legura. Čist aluminijum ima specifičnu masu 2,7g/cm<sup>3</sup>, čvrstoću od 50 do 70 MPa u livenom stanju, tvrdoća mu je 24 do 32 MPa. Zbog niskih mehaničkih svojstava, čist aluminijum nije pogodan za livenje, već se on legira sa elementima koji povećavaju njegovu mehanička i druga svojstva[2]. Svaki segment je činio jedan krampon kalupa. Ovi segmenti su se vijcima pričvršćivali za telo. Vremenom segmenti počinju da ispadaju iz svojih ležišta ili se oštećuju po ivicama, te se kalupi dosta često moraju slati na popravku. Svaka dorada utiče i na geometriju profila kalupa, kao i gotovog pneumatika. Popravka oštećenih segmenata zavarivanjem je veoma teška, često nije ni moguća, zbog nečistoća u odlivku aluminijuma.

Zbog svega navedenog gumarske kompanije se opredeljuju za izradu kalupa metodom rezanja. Ova metoda je komplikovanija, zahteva posebne mašine, izrada kalupa je skuplja. Međutim, kalup izrađen metodom rezanja ima višestruko duži radni vek, daje estetski lepši proizvod, pogodniji je za održavanje i jednostavniji je za eventualnu modifikaciju.

### 3.0 KONCEPCIJA I METODOLOGIJA RADA

#### 3.1 Prikupljanje osnovnih podataka

U radu je predstavljen konkretan problem, napraviti kalup za pneumatik dimenzije 14.9-28 TZ19 tačno zacrtanih karakteristika i što je moguće kraćem roku a da pri tome cena gotovog proizvoda ne bude velika.

Prvo i osnovno, da bi se krenulo sa projektovanjem mora se konsultovati E.T.R.T.O. (The European Tyre and Rim Technical Organisation) i iz njega izvući osnovni podaci o pneumatiku.

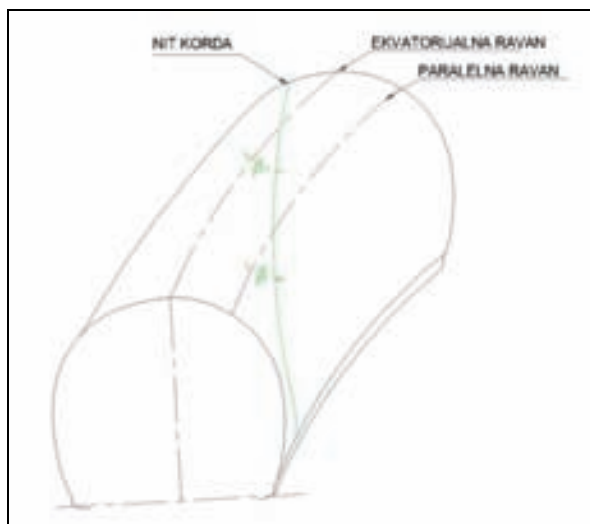
Pneumatik 14.9-28 TZ19 se nalazi u odeljku poljoprivrednih guma (Agricultural) sa sledećim karakteris-tikama [8]:

- prečnik gume 1365 mm;
- širina gume 378 mm;
- felna 13;
- maksimalna brzina 40 km/h;
- oznaka opterećenja 130;
- maksimalno opterećenje 1900 kg;
- pritisak pneumatika 1,8 bar

#### 3.2 Osnovna teorija pneumatika

Karkasa pneumatika se obrazuje nizom slojeva izgumiranog korda koji se ukrštaju. U procesu izrade gume, niti korda svakog sloja zauzimaju potpuno definisan položaj na površini obrtanja.

Taj položaj se karakteriše uglom  $\beta$ , koji čini nit korda sa meridijanom površine u svakoj tački (slika 1). Ugao  $\beta$  se naziva ugao niti korda, menja se od tačke do tačke po meridijanu, ali je jednak u svim tačkama koje leže na jednom paralelnom krugu [4].

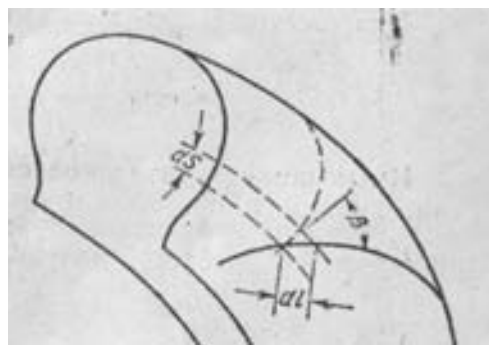


Slika 1. Položaj niti korda

Određivanje dužine niti korda u gumi, potrebne pri proračunu specifikacije i pri proračunu konfiguracije napumpane gume, vrši se bez teškoća, ako je poznat profil gume i ugao niti korda po ekvatoru.

Kao što se vidi is slike 2, dužina  $dl$  elementarnog dela niti u gumi povezana je sa projekcijom  $ds$  tog dela na meridijanski presek zavisnošću :

$$ds = dl \cdot \cos \beta$$



Slika 2. Određivanje dužine niti korda

Prema tome dužina niti  $l$ , koja odgovara proizvoljnom delu profila gume odeđuje se integralom :

$$i = \int_s \frac{ds}{\cos \beta}$$

### 4.0 RAZVOJ MODELA PNEUMATIKA

#### 4.1 Konstrukcija neutralne linije

Određivanje prve tačke neutralne linije:

- Spoljni prečnik  $D=1365$  mm
- Dubina krampona  $H=38$  mm
- Podkramponska debljina  $h_{pk} = 6$  mm
- Debljina karkase  $h_{kr} = 4,4$  mm

Krunski radius  $R$

$$R = \frac{D}{2} - H - h_{pk} - h_{kr} = 634,1 \text{ mm}$$

Određivanje druge tačke neutralne linije:

- Širina pneumatika  $S_w=378$  mm
- Bočna debljina  $h_{sg} = 4$  mm
- Debljina karkase  $h_{kr} = 4,4$  mm

Maksimalna širina neutralne linije  $S_{wn}$

$$S_{wn} = \frac{S_w}{2} - h_{sg} - \frac{h_{kr}}{2} = 182,8 \text{ mm}$$

Predpostavljeni krunski ugao  $38^\circ$

Određivanje treće tačke neutralne linije:

- Prečnik naplatka 28 inch
- Širina naplatka  $S_{np} = 279,4$  mm
- Visina flanže naplatka  $V_{fl} = 24$  mm

$$C/L = \frac{S_{np}}{2} - \frac{V_{fl}}{3} = 131,7 \text{ mm}$$

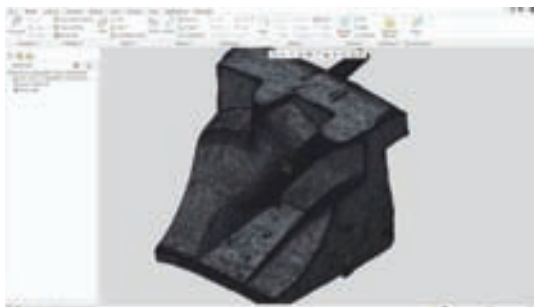
#### 4.2 Skeniranje postojećeg modela

Za skeniranje se koristi uređaj T-Scan cs-1, proizvođača „Steinbichler“. Kao beskontaktni postupak za digitalizaciju, 3D skener omogućava da se na osnovu fizičkog uzorka znatno brže dođe do CAD modela. Skeneri su opremljeni sistemom kamera i lasera koji omogućava merenje rastojanja na fizičkom modelu primenom metode triangulacije. Po završetku skeniranja slede korekcija

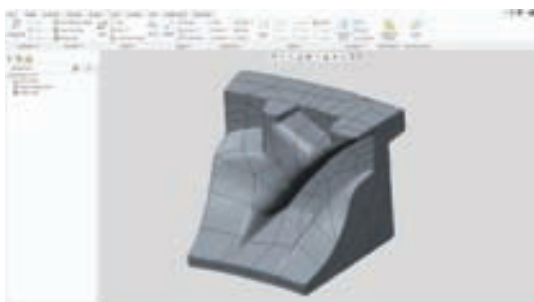
dobijenog oblaka tačaka, te redukcija ukupnog broja tačaka u cilju optimizacije veličine izlazne datoteke. Za uspješno funkcionisanje principa razmene podataka u neutralnom formatu, neophodno je da svaki CAD sistem sadrži dva specijalna softverska modula:

- Preprocessor, koji konvertuje podatke iz formata podataka koji je specifičan za CAD aplikaciju u neutralni format
- Postprocessor, koji konvertuje podatke iz neutralnog formata u specifični format koji koristi CAD aplikacija

Postoji mnoštvo neutralnih formata za razmenu podataka. Neki od njih su: VDAFS, IGES, STEP... [5]



Slika 3. STL model importovan u Creo Parametric



Slika 4. NURBS model importovan u Creo Parametric

#### 4.3 Izrada 3D modela

Za izradu 3D modela kalupa koristi se programski paket Pro/ENGINEER WildFire 4.0. [9] Nakon završenog proračuna pristupa se konstrukciji pneumatika 14.9-28 TZ19.

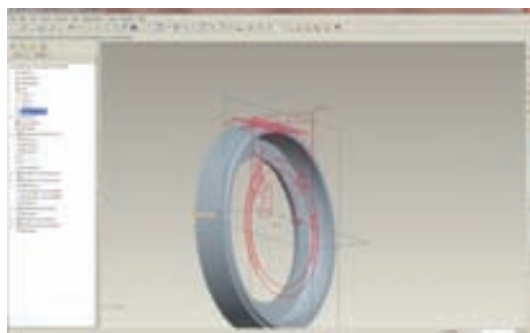
Prvo se u *Sketch*-u konstruiše izgled profila pneumatika na osnovu dobijenih podataka iz proračuna.

Zatim se konstruiše kalup traženih gabarita, kao i pribor za stezanje bledera.

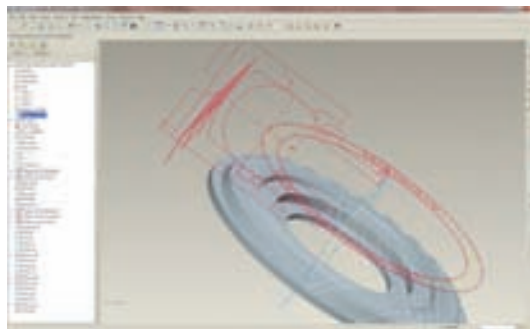
Gabariti kalupa i blederski pribor se konstruišu prema dimenzijama parnog doma prese za koju je namenjen kalup.



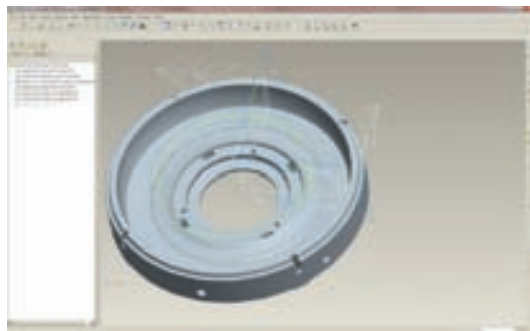
Slika 5. Postavka sistema za modeliranje kalupa



Slika 6. Izrada modela tela kalupa



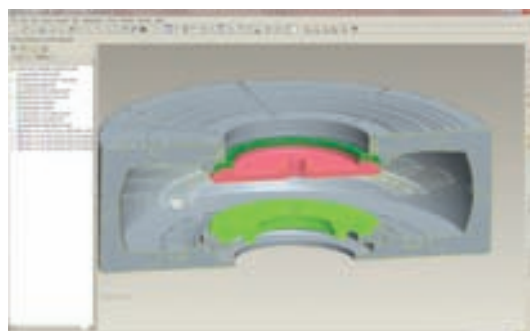
Slika 7. Izrada modela boka kalupa



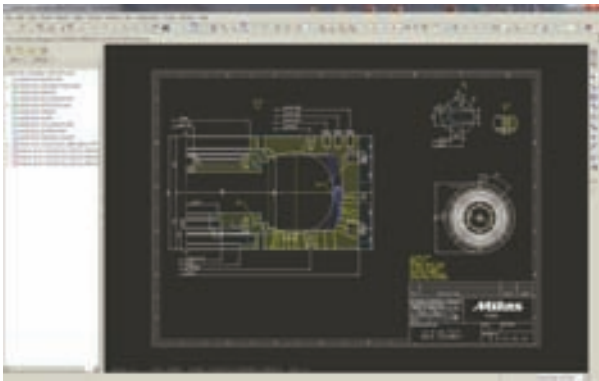
Slika 8. Assembly



Slika 9. Izgled polovine kalupa



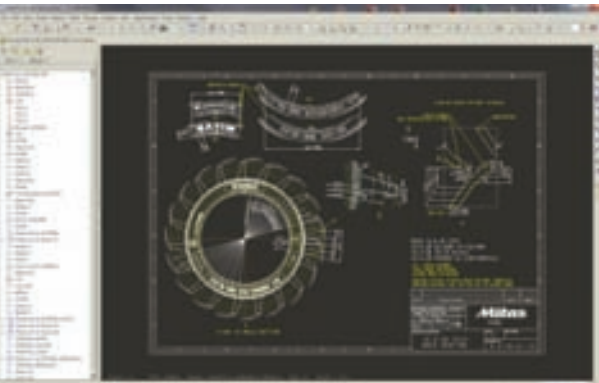
Slika 10. Poprečni presek kalupa



Slika 11. Sklopni crtež kalupa



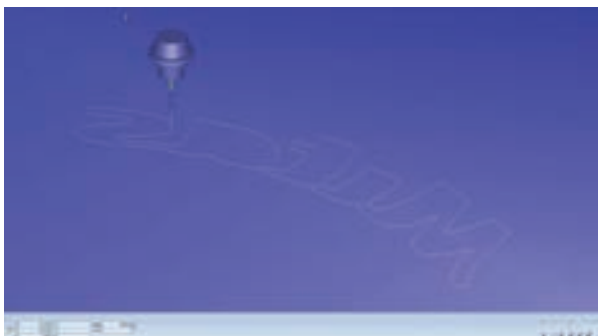
Slika 12. Radionički crtež donje polovine kalupa



Slika 13. Detalji boka kalupa

Nakon izrade tehničke dokumentacije, a pre samog procesa izrade delova na CNC mašinama, radi se simulacija obrade rezanjem.

Na slici 14 dat je primer simulacije graviranja brenda „MITAS“. Ceo G-kod za CNC mašinu dat je u prilogu diplomskog rada [10, 11].



Slika 14. Simulacija graviranja natpisa

## 5.0 ZAKLJUČAK

Ideja ovog rada je bila da se sveobuhvatnim pristupom pokaže kompleksnost jednog procesa izrade kalupa za vulkanizaciju pneumatika, uz istovremeni osvrt na prošlost i pogled u budućnost. Kako industrija motornih vozila i radnih mašina konstantno raste i razvija se tako pneumatici moraju pratiti taj razvoj. Razvoj se kreće u više različitih pravaca. Prednosti ovakvog načina projektovanja je brzina izrade dokumentacije jednog kalupa i brza korekcija istih. Moguć je bolji uvid u prednosti i nedostatke samog sklopa pre njegove izrade, što znatno umanjuje troškove razvoja jednog ovakvog proizvoda. Takođe je moguće na osnovu datih modela izraditi G-kod za dalju izradu kalupa i pribora tehnikom rezanja na CNC mašinama alatkama.

## 6.0 LITERATURA

- [1] T. Filetin, Suvremeni materijali i postupci, Zagreb 2005.
- [2] R. Kovač, Tehnologija izrade odlivaka, Novi Sad 2002.
- [3] D. Milikić, Tehnologija obrade rezanjem, Novi Sad 1999
- [4] V. L. Biderman, R. L. Guslicer, S. P. Zaharov, B. V. Nenahov, I. I. Selezhev, S. M. Cukerberg, Basic theory of pneumatic tires, Moskva 1963.
- [5] M. Plančak, O. Lužanin, Uvod u virtuelnu proizvodnju, Novi Sad 2005.
- [6] D. Ješić, Merna tehnika, Banja Luka 2004.
- [7] M. Milosavljević, Guma, Viša politehnička škola, Beograd, 2000.
- [8] E.T.R.T.O. (European tyre and rim technical organisation), 2016.
- [9] R. Toogood, Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 Advanced Tutorial, University of Alberta 2008.
- [10] Katalozi proizvođača pneumatika: Mitas, Continental, Cultor .
- [11] <http://www.igtt.cz/en/testing/>

### Kratka biografija:



**Igor Radić** rođen je u Rumi 1981. godine. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Proizvodnog Mašinstva - Tehnologije u proizvodnom mašinstvu, iz predmeta Tehnologija obrade rezanjem odbranio je 2016. godine.



**Dr Pavel Kovač** rođen je u Bačkom Petrovcu 1950. godine. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1987. god., a od 1998. je redovan profesor. Oblasti njegovog interesovanja su: procesi obrade skidanjem materijala, nekonvencionalni postupci obrade, teorija obrade rezanjem.



**Dr Borislav Savković** rođen je u Novom Sadu 1982. god. Diplomski-master rad odbranio je 2007.god., a doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2015. god. Autor je jednog univerzitetskog udžbenika i preko 100 naučnih radova. Oblast interesovanja su mu procesi obrade skidanjem materijala.

**OPIS RADA, PRORAČUN I MODELIRANJE KOFIČASTOG ELEVATORA****WORK DESCRIPTION, CALCULATION AND MODELING OF BUCKET ELEVATOR**

Dragan Pilipović, Dragan Živanić, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

**Oblast – MAŠINSTVO**

**Kratak sadržaj** – Rad se bazira na teorijskoj, računskoj i praktičnoj analizi rada kofičastih elevatora. U ovom radu definisan je način rada elevatora, analizirani su svi njegovi delovi, uz analizu prednosti i nedostataka u praktičnoj primeni. Sagledane su mogućnosti elektronske kontrole i preventivnog održavanja. Izvršen je osnovni proračun i dimenzionisanje za zadati primer. Kako su u radu obuhvaćeni svi standardi i preporuke u vezi sa ovim transporterom, ovaj rad može poslužiti kao vodič pri izboru i konstrukciji elevatora.

**Abstract** – This paper is based on theoretic, calculating and practic analysis of bucket elevators. Throw this paper is defined way of functioning of transporter, and analysed its parts, with their advantages and disadvantages in practical use. Here are overviewed possibilities of electronic controle and preventive maintenance. Basic calculation and dimensioning for particular transporter is made. As all standards and recomendations for transporters are included in this thesis, it can be used as a guide for choice and bucket elevator constuction.

**1. UVOD**

Stalnim razvojem industrije, proširenjem postojećih kapaciteta i stvaranjem novih grana, javila se potreba za sve većim transportom materijala. Najčešće korišćeni uređaj u transportu sa nižih na više nivoe rasutih, granulastih materijala je kofičasti elevator. Takvu ulogu elevator je postigao zahvaljujući svojim prednostima kao što su: mala potrošnja energije, veliki kapaciteti, visoka pouzdanost i mali troškovi održavanja.

**2. PODELA I OSNOVNE KARAKTERISTIKE**

U zavisnosti od vrste transportovanog materijala, elevatori se mogu podeliti na: elevatore za komadni teret i elevatore za rasute materijale (tzv. kofičasti elevator). U pogledu vrste vučnog elementa, dele se na elevatore sa trakom i elevatore sa lancem. Kako elevatori sa trakom imaju veću primenu, u ovom radu će oni biti detaljnije obrađeni sa primerom iz transporta poljoprivrednih proizvoda. Pored pomenutih podela, elevatori se po konstrukciji mogu podeliti na samoneseće, koji su robusniji i ne zahtevaju dodatne elemente za oslanjanje, i nošene, za čije je postavljanje neophodno obezbediti elemente za oslanjanje kao što je elevatorski stub [4].

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dragan Živanić, docent.**

**3. NAČIN RADA, DELOVI I KONTROLA RADA**

Vučni element elevatora predstavlja beskrajna gumena traka, na koju su specijalnim vijcima spojene elevatorske kofice. Traka se na gornjem delu savija preko pogonskog bubnja, dok se u donjem delu savija preko zateznog bubnja. Prilikom kretanja, traka u donjem delu (stopa elevatora) zahvata transportovani materijal i podiže ga do gornjeg dela (glava elevatora). U glavi elevatora se vrši praznjenje kofica, koje može biti centrifugalno, gravitaciono i kombinovano. Pogon se ostvaruje na glavi elevatora pomoću elektromotora sa reduktorom, koji posredstvom spojnice obrtno kretanje prenosi na pogonski bubanj. Na slici 1 je prikazan kofičasti elevator sa trakom kao vučnim elementom.



Slika 1. Izgled kofičastog elevatora

**3.1. Stopa elevatora**

U stopi elevatora se obavlja punjenje elevatorskih kofica koje se može izvršiti zahvatanjem materijala, nasipanjem ili kombinovano. Kako bi se obezbedilo dobro kretanje trake preko bubnjeva i izbeglo proklizavanje, traku je potrebno održavati zategnutom. To se obavlja pomoću zateznog bubnja koji se nalazi u stopi elevatora. Postoji nekoliko načina zatezanja, a najviše je u primeni zatezanje pomoću navojnog vretena ili pomoću tegova.

**3.2. Elevatorske cevi**

Između elevatorske glave i stope nalaze se dve paralelne elevatorske cevi, kroz koje prolazi elevatorska traka sa koficama. Cevi se izrađuju od limova različite debljine, sa

primenom cinkovane ili farbane površinske zaštite. Mogu biti izrađene zavarivanjem ili spojene vijčanim vezama iz delova. Kod cevi izrađenih zavarivanjem neophodno je izraditi vrata za kontrolu i održavanje. Danas, razvojem novih načina proizvodnje sve češća je i izrada cevi od pocinkovanih limova.

### 3.3. Elevatorska glava i pogon transportera

U glavi elevatora vrši se istovar transportovanog materijala, slika 2. Sastoji se od tri dela: tela glave, bubnja sa vratilom i pogonske grupe. Telo glave izrađeno je od debljeg materijala i robusnije je konstrukcije u odnosu na ostatak elevatora, jer se preko njega prenosi sva težina radnog dela uređaja. Bubanj transportera se izrađuje struganjem, a po potrebi, u cilju postizanja boljih frikcionih svojstava se gumira. Kako bi se obezbedilo dobro kretanje trake po bubnju, bubanj je potrebno obraditi. Pogon se može izvesti na nekoliko načina: direktnim kuplovanjem, posredstvom elastične spojnice, posredstvom lančanika ili remenih prenosnika. U radu su analizirane prednosti i mane iz prakse, te je detaljnije obrađena perifleks spojnica kao veza sa najviše prednosti. Na glavi je potrebno obezbediti element za sprečavanje povratnog hoda trake. To se može obaviti korišćenjem različitih tipova jednosmernih ležajeva ili elektromotora sa kočnicom [2].



Slika 2. Elevatorska glava

### 3.3. Izvršni elementi – traka sa koficama

Traka se sastoji od nosećih slojeva, odnosno karkase, i gumene obloge sa obe strane nosećih slojeva. Noseći slojevi su najčešće od platana (prirodnog materijala), kod elevatora srednjih visina od poliestera odnosno polamida (veštački materijali), dok se u ekstremnim slučajevima u gumu impregniraju metalna uzad.

Elevatorske kofice se za traku vezuju specijanim „peher“ vijcima. Ovaj tip vijaka ima široku glavu kako bi se sprečilo izvlačenje iz trake. Elevatorske kofice se izrađuju od plastike i metala, dubokim izvlačenjem ili zavarivanjem. Osnovna podela je po obliku i širini kofice. U praksi su se najbolje pokazale i danas se najviše upotrebljavane takozvane duboke kofice, obuhvaćene standardom DIN 15232. U poslednje vreme sve češću upotrebu nalaze kofice „Opti“, koje se mogu videti na slici 3. Njihova prednost je u tome što su podjednako

dobre i za transport zrnastog i praškastog materijala. Nedostaci primene ovih kofica su višestruki, kao što su: lom zrna, brzo trošenje kofica, oštećenje transportera, kraći vek trake.

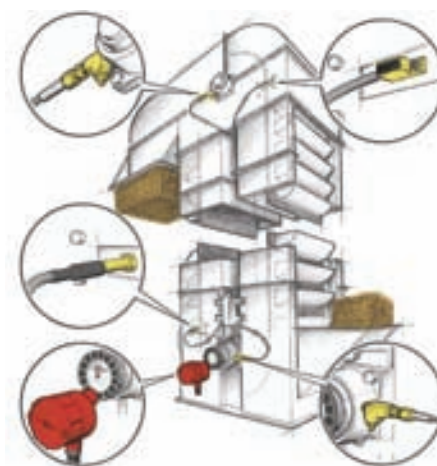


Slika 3. Elevatorske kofice tipa „Opti“

Pored nabrojanih tipova, u praksi se mogu naći kofice sa šupljim dnom. Ovaj sistem se primenjuje kada je na već postojećim elevatorima potrebno povećati kapacitet. Postavljanje se vrši tako što se nakon 4 do 5 kofica bez dna, postavljenih jedna za drugom, postavlja jedna sa dnom. Na taj način se praktično dobija stub materijala čime se i povećava količina pretransportovanog materijala, odnosno kapacitet.

### 3.4. Elektronska kontrola rada elevatora

U transportnim sistemima gde se zahteva visoka operativnost transportera sa stajanjem samo u predviđenom servisnom periodu, pribegava se elektro kontroli rada transportera. Na slici 4 su prikazani uređaji koji omogućavaju nadzor, odnosno kontrolu rada elevatora.



Slika 4. Elektro kontrola rada elevatora

Sa ciljem održavanja ležajeva na stopi i glavi elevatora, postavljaju se senzori za merenje temperature i vibracija, čime se može kontrolisati stanje ležajeva i blagovremeno podmazivanje ili zamena. U cilju zaštite od proklizavanja trake po pogonskom bubnju, postavljaju se senzori na gornji (pogonski) i donji (zatezni) bubanj. Ovi senzori imaju zadatak da vrše analizu i komparaciju broja obrtaja ova dva bubnja. Ukoliko se pojavi razlika u broju obrtaja ova dva bubnja znači da postoji proklizavanje na

pogonskom bubnju i elevator se mora zaustaviti. Pored pomenutih senzora široku primenu imaju senzori koji prate položaj trake, i u slučaju da traka počne da se pomera iz ose elevatora, odnosno da silazi sa bubnja, signal će biti poslat upravljačkoj jedinici i biće prekinut rad elevatora.

Manju primenu imaju senzori za merenje zategnutosti trake, jer je za njihovo korišćenje neophodna priprema, odnosno prilagođavanje elemenata elevatora još u fazi izrade.

#### 4. PRORAČUN KOFIČASTOG ELEVATORA

Polazni podaci u proračunu elevatora su zahtevani eksploatacioni kapacitet  $Q$  (t/h), visina dizanja  $H$  (m) i vrsta transportovanog materijala. U radu je izvršen proračun elevatora za transport pšenice (specifična težina  $\rho=0,75$  t/m<sup>3</sup>) kapaciteta  $Q=60$  t/h i visine  $H=30$  m.

Na osnovu pre svega vrste transportovanog materijala, usvaja se brzina i vrsta vučnog elementa (traka ili lanac). U razmatranom primeru usvojena je brzina  $v=2,3$  m/s i vučni element traka.

Nakon toga se vrši određivanje širine i tipa kofice, pri čemu je prvo potrebno da se zadati kapacitet, koji se najčešće daje u t/h, prevede u l/sek. Uzimajući u obzir preporučeni broj kofica po dužnom metru i stepen punjenja kofice (kod transporta žitarica može se usvojiti  $\psi=0,8$ ) dobija se potrebna zapremina na osnovu čega se može usvojiti kofica.

##### 4.1 Proračun sila i odabir trake

Širina trake se usvaja da bude minimalno 20 mm veća od širine usvojene kofice. Trake se, prema potrebi, seku na potrebnu širinu. Za odabir broja potrebnih nosećih slojeva, neophodno je da se izvrši proračun sila i odredi najveća sila u traci.

Minimalno zatezanje treba odrediti tako da ne dođe do proklizavanja trake po pogonskom bubnju, pri čemu minimalna sila u traci ne bi smela da bude manja od 1 kN. Ako se primenom metode obilaska konture, krećući se u smeru kretanja trake, obeležje sile u traci redom, i to na pogonskom bubnju 1 i 2, a na zateznom bubnju 3 i 4, sile u traci se računaju prema sledećim obrascima: [1]

$$S_2 = \frac{\varphi \cdot q \cdot H}{e^{\mu\alpha} - 1}$$

$$S_3 = \frac{G - \Delta S_U}{2 + p}$$

$$S_4 = (1 + p) \cdot S_3 + \Delta S_U$$

$$S_1 = S_4 + (q + q_0) \cdot H$$

Težina potrebnog tege za zatezanje je:

$$G = S_3 + S_4 = S_3 \cdot (2 + p) + \Delta S_U$$

gde je  $p$  – otpor na bubnju.

Težina materijala po dužnom metru se računa prema:

$$q = \frac{Q_v \cdot \rho}{3,6 \cdot v}$$

dok se težina pokretnih delova transportera (traka i kofice) po dužnom metru računa pomoću obrasca:

$$q_0 = q_0 + \frac{G_K}{T}$$

Otpor na utovarnom mestu se dobija na osnovu izraza:

$$\Delta S_U = k_z \cdot q$$

gde je  $k_z$  - koeficijent zahvatanja.

Na osnovu dobijenih vrednosti definisana je maksimalna sila u traci  $S_{max}$ , koja se uvrštava u formulu za određivanje broja potrebnih nosećih slojeva –  $z$ .

$$z = \frac{S_{MAX} \cdot n}{B \cdot K}$$

gde su:  $B$  (mm) – širina trake,  $K$  (N/mm) – jačina na kidanje nosećih slojeva trake a  $n$  – stepen sigurnosti.

##### 4.2 Određivanje prečnika bubnja

Na osnovu usvojenog broja nosećih slojeva trake, prema preporuci proizvođača trake, može se definisati minimalni prečnik bubnja koji obezbeđuje duži radni vek trake. Prečnik se računa prema obrascu:

$$D = k \cdot z$$

gde je koeficijent  $k=120 \div 180$  za trake sa tekstilnim nosećim slojevima. Usvajaju se isti prečnici pogonskog i zateznog bubnja.

##### 4.3 Određivanje broja obrtaja i neophodne pogonske snage

Na osnovu usvojenog prečnika pogonskog bubnja i brzine trake dobija se vrednost broja obrtaja vratila pogonskog bubnja:

$$n = \frac{60 \cdot v}{\pi \cdot D}$$

Proračun snage se može obaviti na nekoliko načina. U radu su obrađena dva, a ovde će se prikazati način koji se najčešće primenjuje u praksi: [3]

$$N = \frac{Q \cdot H}{224} [kW]$$

gde su koeficijentom 224 sadržani svi uticajni faktori. Dobijenu vrednost neophodno je uvećati za stepen sigurnosti od 20%. Nakon dobijene potrebne snage i broja obrtaja može se izabrati pogonski elektromotor sa reduktorom.

Kako bi se definisala kočnica koja je neophodna za kvalitetan rad elevatora, potrebno je izračunati kočioni moment na sledeći način:

$$M_K = q \cdot H \cdot \frac{D}{2}$$

Ako se vrši odabir mehaničke kočnice, odnosno jednosmernog ležaja, potrebno je dobijenu vrednost uvećati za stepen sigurnosti  $S=1,3 \div 1,5$ . Ako se kočenje vrši pomoću elektro magnetne kočnice na motoru, potrebni moment je značajno manji iz razloga što se vrši redukcija potrebnog momenta kroz zupčaste parove reduktora.

##### 4.4. Proračun elastične spojnice

Kako je već pomenuto, u praksi se najbolje pokazao tip spojnice „perifleks“, tako da će se izvršiti njen odabir. Za odabir spojnice potrebno je da se odredi radni moment gde figurišu snaga  $P$  i broj obrtaja  $n$ , odnosno:

$$T_n = 9550 \frac{P}{n} [Nm]$$

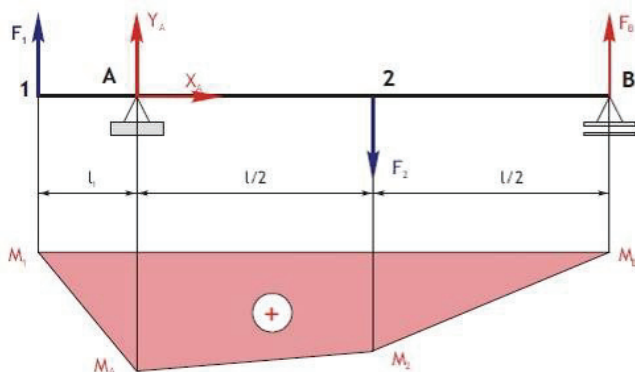
Dobijenu vrednost momenta potrebno je uvećati za stepen sigurnosti  $k=1,2-1,4$ .

$$T'_{sp} = T'_{m} \cdot k$$

Na osnovu dobijenog radnog momenta usvaja se perifleks spojnica reda gradnje 1, prema katalogu proizvođača "Pobeda".

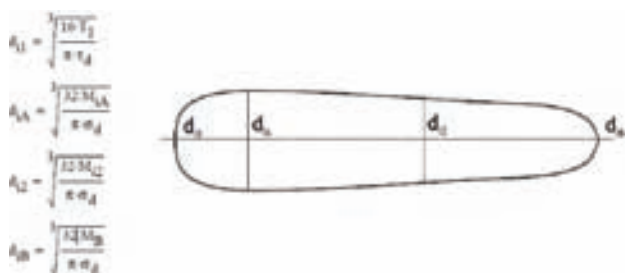
#### 4.5. Dimenzionisanje vratila

Vratilo kofičastog elevatora se uprošćeno predstavlja kao greda sa prepustom i dva oslonca. Sile su definisane u prethodnom proračunu, dok se otpori oslonaca određuju iz odgovarajućih momentnih jednačina. Za date preseke potrebno je izvršiti određivanje momenata savijanja, što je prikazano na slici 5.



Slika 5. Određivanje otpora oslonaca i momenata savijanja za preseke

Nakon određivanja momenata savijanja pristupa se određivanju momenata uvijanja u karakterističnim presjecima. Za zadati materijal iz tablica se usvajaju dozvoljeni moment savijanja  $\sigma_{D(-)s}$  i uvijanja  $\tau_{D(0)u}$ . Idealni prečnici vratila računaju se kao na slici 6.

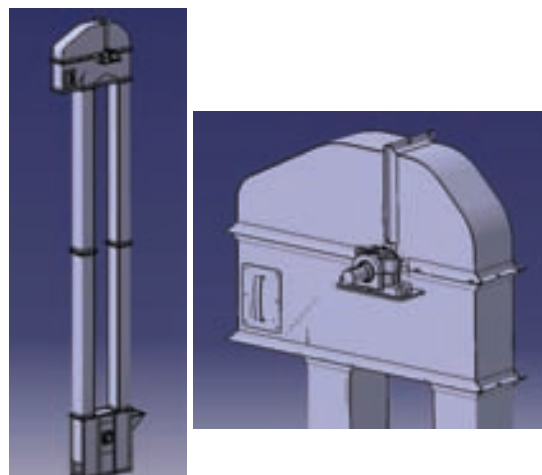


Slika 6. Određivanje idealnih prečnika vratila

Kako se u preseku 1 nalazi žljeb za klin za vezu sa spojnicom, a u preseku 2 žljeb za klin za vezu sa bubnjem, dobijene vrednosti je neophodno uvećati za 20÷30%. Na osnovu tako dobijenih vrednosti usvajaju se prve veće standardne vrednosti.

#### 5. MODELIRANJE ELEVATORA

Formiranje računarskog modela kofičastog elevatora, kao i generisanje tehničke dokumentacije je izvršeno u programu CATIA. Na slici 7 je prikazan model i detalj glave elevatora.



Slika 7. Model kofičastog elevatora

#### 6. ZAKLJUČAK

U radu su analizirani teorijski aspekti rada kofičastih elevatora uz stalan osvrt na pokazatelje iz prakse. Analizirani su primeri iz prakse u normalnim i ekstremnim uslovima rada. Kako je ustanovljeno da se neželjeni uslovi veoma lako stvore, iz prikazanih primera može se definisati elevator od koga se očekuje funkcionalnost u svim uslovima rada. Sa druge strane, kombinacijom teorijskog i praktičnog aspekta može se definisati elevator prema određenim ekonomskim zahtevima. Na kraju rada prikazan je formirani trodimenzionalni model elevatora. Pri formiranju trodimenzionalnog modela korišćeni su postojeći modeli ležajeva, spojnica i reduktora koji su uveženi u sklop kao gotovi elementi iz kataloga proizvođača.

#### 7. LITERATURA

- [1] J. Vladić, "Mehanizacija i tehnologija pretovara", Fakultet tehničkih nauka, Novi sad, 2005.,
- [2] M. Martinov, "Mlinske mašine i uređaji", Mlinpek zavod, Novi Sad, 2009.,
- [3] B. Müller, „Vademekumm, Teil 4: Futtermitteltechnik“, Verlag Moritz Schäfer GmbH, Detmold, 1989.,
- [4] S. Dedijer, „Osnovi transportnih uređaja“, Građevinska knjiga, Beograd, 1975.

#### Kratka biografija:



**Dragan Pilipović** rođen je u Novom Sadu 1986. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti mašinstva odbranio je 2016. god.



**Dragan Živanić** rođen je u Sremskoj Mitrovici 1972. god. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2012. god., a od 2014. god. je u zvanju docenta.



**PROJEKTOVANJE PROIZVODA  
PRIMENOM PROGRAMSKOG SISTEMA CREO PARAMETRIC 2.0****PRODUCT DESIGN  
APPLICATION SOFTWARE SYSTEM CREO PARAMETRIC 2.0**Pera Srbul, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2016***Oblast: MAŠINSTVO**

**Kratak sadržaj** – Tema rada odnosi se na projektovanje modula za flekso štampu, koji će biti nadograđen na već postojeću mašinu "Rolomatik RAF-500.N". Sam proces modeliranja, kao i simulacija opterećenja najugroženijeg elementa i animacija kinematike kretanja, biće ostvareni pomoću savremenog sistema za 3D modeliranje "Creo Parametric 2.0".

**Ključne reči:** *Projektovanje proizvoda, Modul za flekso štampu, Simulacija opterećenja, Animacija kretanja*

**Abstract** – *The theme of the work refers to the module design for flexo printing, which will be upgraded on an existing machine "Rolomatik Raf-500.N". The process of modeling and load simulation of the most vulnerable element and kinematics motion animation, will be achieved by using a modern syistem for 3D modeling "Creo Parametric 2.0".*

**Keywords:** *Product design, Module for flexo printing, load simulation, animation of motion*

**1. UVOD**

Svedoci smo današnjeg brzog razvoja čovečanstva, prvenstveno u oblasti informacionih i telekomunikacionih tehnologija. Pomenuti razvoj omogućava uspostavljanje jednog globalnog finansijskog i tržišnog poretka i nametanje tržišne utakmice bazirane na zakonu ponude i potražnje ali koja uslovljava sve njene aktere na veliku fleksibilnost, tj. brzu adaptaciju na svakodnevne promene koje sa sobom donosi.

U ovako kreiranoj globalnoj utakmici, leadersku poziciju zauzimaju preduzeća sposobna da nametnu svoj ritam, u smislu iznalaženja novih tehnoloških rešenja i garantuju kvalitetom, kako svojih proizvoda, tako i robe i usluga..

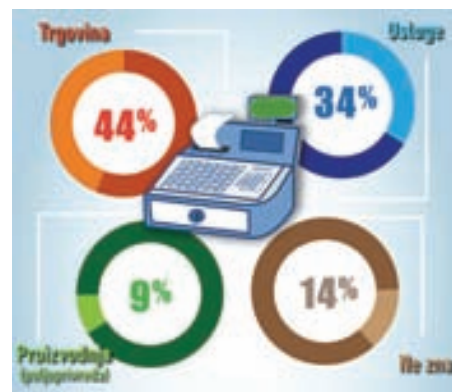
Kako bi se celokupna razmena dobara svela u neke zakonske okvire, Republika Srbija je usvojila zakon o fiskalnim kasama. Po odredbama zakona o fiskalnim kasama republike Srbije, koje su usaglašene sa zakonom Evropske unije, utvrđuje se evidentiranje svakog pojedinačno ostvarenog prometa dobara na malo.

Ovim se omogućuje zainteresovanim stranama tačniji uvid o izvršenoj transakciji, uvođenje tržišne discipline, kao i zaštita prava potrošača i sprečavanje trgovine na crno, tj. uvodi sam proces trgovine u legalne, zakonom

**NAPOMENA:**

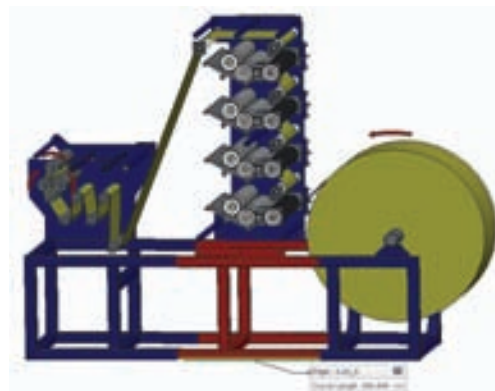
**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Milan Zeljković.**

propisane tokove. Prema istraživanju NALED-a (*Nacionalne alijanse za lokalni ekonomski razvoj*), postoje tri oblasti u kojima je siva ekonomija najzastupljenija a zalaže se da sistem fiskalizacije dobije širu primenu [10].

Sl. 1: *Sektori u kojima je najzastupljenija siva ekonomija*

Po svim pokazateljima, proces fiskalizacije progresivno napreduje i postoje realne osnove za pretpostavku da će u nekom srednjem roku potreba za fiskalnim kasama konstantno rasti.

Vodeći se ovom pretpostavkom, preduzeće Roling Group d.o.o. iz Beograda, koje se bavi proizvodnjom papirnih rolni za fiskalne kase, donelo je odluku usled povećane zainteresovanosti kupaca, da na postojeću mašinu „Rolomatik RAF-500.N“, instalira modul za flekso štampu, kako bi postojala mogućnost štampanja reklamnog logoa na poledini rolne.

Slika 2. *Rolomatik RAF-500.N sa modulom za štampu*

Na odluku da se razvije modul za štampu za postojeću mašinu, umesto da se kupi odgovarajući, uticalo je to što proizvođač mašine nema predviđen modul za konkretan tip mašine a moduli drugih proizvođača, osim visoke cene, ne odgovaraju specifičnim uslovima. Adaptacija postojeće konstrukcije mašine je u oba slučaja neizbežna.

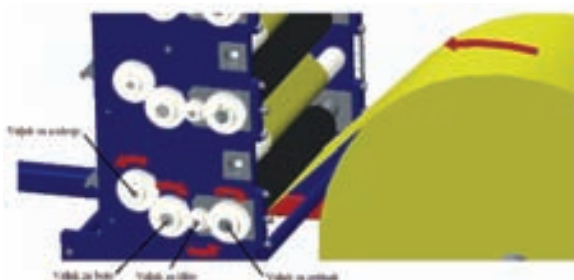
## 2. KINEMATSKA STRUKTURA

Kinematska struktura projektovanog modula bazira se na međusobnoj zavisnosti kretanja, odnosno sinhronizaciji kretanja unutar jedne ćelije za boju, kao i međusobnoj povezanosti više ćelija preko sistema zupčanika (Slika 3). Pošto bi bilo gotovo nemoguće, uskladiti sinhronizaciju obrtanja dva elektromotora, pogon neophodan za rad modula obezbeđuje se korišćenjem postojećeg pogonskog motora mašine a sam obrtni moment prenosi se preko materijala za štampu (papira) na valjak za pritisak, koji je obložen gumom radi povećane sile trenja. Valjak za pritisak, shodno rečenom prenosi kretanje na ostale komponente sistema.



Slika 3. Konstrukciono rešenje modula za fleksu štampu

Na slici 4. može se videti kinematika kretanja valjaka u okviru jedne ćelije za boju, pri čemu su crvenim strelicama naznačeni smerovi obrtanja pojedinih elemenata. Valjak za boju, delimično je zaronjen u kadnicu sa bojom, na njega naleže valjak za ceđenje koji skida višak boje, pri čemu ona pada nazad u kadnicu. Na valjku za boju, ostaje tanak film boje koji zatim dolazi u kontakt sa valjkom na koji je postavljen kliše. Sa klišea, otisak se preslikava na papir. Potrebnu potporu obezbeđuje sa druge strane papira valjak za pritisak koji je gumiran i kao što je rečeno, služi kao pogonski valjak u okviru jedne ćelije.

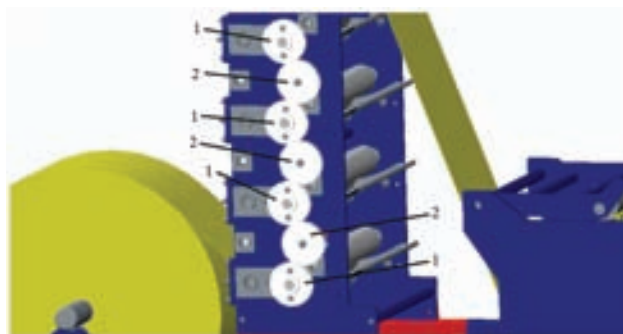


Slika 4. Kinematika kretanja elemenata ćelije za boju

Zupčanici koji obezbeđuju prenos obrtnog momenta, biće izrađeni od kvalitetne plastike, poliamida PA6, pri čemu ne postoji potreba za podmazivanjem, a sa stanovišta vibracija i buke, znatno je povoljniji materijal u odnosu na čelik. Takođe, kako bi se obezbedio veći ugao naleganja papira na pogonske valjke, između ćelija, po vertikali postavljeni su plastični valjci čija je to osnovna funkcija.

Valjci za kliše i pritisak, imaće mogućnost lake montaže i demontaže, pošto će sa kućištem za ležaj biti postavljeni u klizače, sve sa ciljem lakšeg rukovanja i pranja elemenata nakon obavljenog posla.

Zavisnost između kretanja dve susedne ćelije, obezbeđen je međuzupčanikom sa druge strane modula, pozicija 2 slika 6. a korekciju međusobnog položaja ćelija moguće će biti izvršiti zakretanjem zupčastog prstena oko glavčine, pošto je u pitanju dvodelni zupčanik, pozicija 1 slika 5. Tehničke karakteristike modula prikazane su u tabeli 1.



Slika 5. Međusobna zavisnost susednih ćelija za boju

Tabela 1. Prikaz tehničkih karakteristika modula

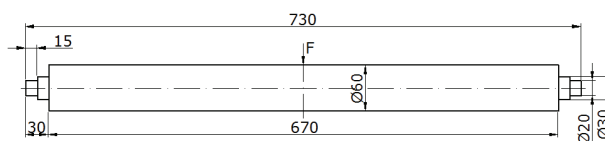
TEHNIČKE KARAKTERISTIKE			
Max. Radna širina [mm]	Radna brzina [m/min]	Broj boja	Instalisana snaga [kW]
500	30	4	6

## 3. STATIČKI PRORAČUN VALJKA

Neutralni valjak biće izrađen od jeftine plastike, u pitanju je polipropilen HDPP sa dozvoljenim naponom na savijanje  $\sigma \approx 80 \left[ \frac{N}{mm^2} \right]$ . Dužina nosećeg dela valjka iznosi 670 [mm], a prečnik je na nosećem delu  $\varnothing 60$  [mm].



Slika 6. Izgled valjka



Slika 7. Dimenzije valjka

Kako bi zadatak bio statički određen na levom rukavcu postavimo nepokretan oslonac, dok će na desnom rukavcu biti pokretan. Kontinualnu silu koju papir vrši na valjak u širini od 500 [mm] simetrično u odnosu na osu simetrije, zamenićemo jednom silom koja deluje na sredini valjka. Intezitet sile iznosi 85 [N], sila je dobijena eksperimentalno merenjem pri optimalnoj zategnutosti papira, koju obezbeđuje kočnica na velikoj rolni.

Na osnovu ovoga postavka zadatka bi glasila:

$$F=85 \text{ [N];}$$

$$L=700 \text{ [mm];}$$

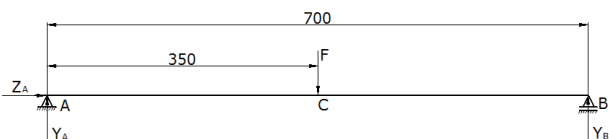
$$d=60 \text{ [mm];}$$

Pri čemu je:

F – Sila pritiska papira na valjak;

L – Dužina valjka od rukavca do rukavca;

d – Prečnik valjka.



U početku treba sume svih sila po y i z osama izjednačiti sa nulom, kao i sume svih momenata za tačku A, kako bi sistem bio u ravnoteži.

$$\sum z_i = 0;$$

$$\sum y_i = 0; Y_A - F + Y_B = 0; Y_A = F - Y_B;$$

$$\sum M_A = 0; -F \cdot 0,35 + Y_B \cdot 0,7 = 0; Y_B = \frac{F \cdot 0,35}{0,7};$$

$$Y_B = 42,5 \text{ [N]};$$

$$Y_A = 85 - 42,5; Y_A = 42,5 \text{ [N]};$$

Maksimalni moment savijanja je u tački C, a njegova vrednost je sledeća:

$$M_C^d = M_C^l = M_{S\text{MAX}} = 0,35 \cdot Y_A = 0,35 \cdot 42,5 = 14,875 \text{ [Nm]};$$

Moment inercije za dati poprečni presek iznosi:

$$I_x = \frac{\pi \cdot d^4}{64} = \frac{\pi \cdot 0,06^4}{64} = 0,000000636 \text{ [m}^4\text{]};$$

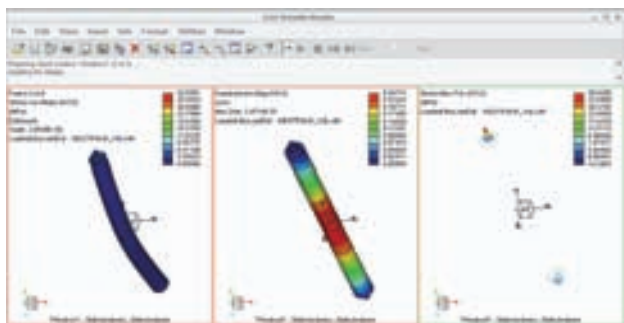
Otporni moment inercije se računa po sledecem obrascu:

$$W_x = \frac{I_x}{y_{\text{MAX}}} = \frac{0,000000636}{0,03} = 0,0000212 \text{ [m}^3\text{]};$$

Kao rezultat se dobija vrednost maksimalnog normalnog napona:

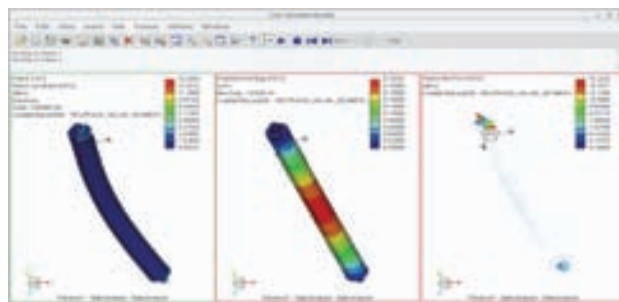
$$\sigma_{\text{MAX}} = \frac{M_{S\text{MAX}}}{W_x} = \frac{14,875}{0,0000212} = 701650 \text{ [} \frac{\text{N}}{\text{m}^2}\text{]}.$$

Radi provere dobijenih rezultata izvršena je računarska analiza, a rezultati su prikazani na slici 9.

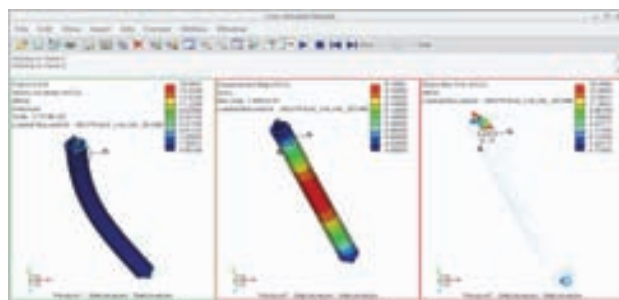


Slika 8. Računarska analiza opterećenja valjka

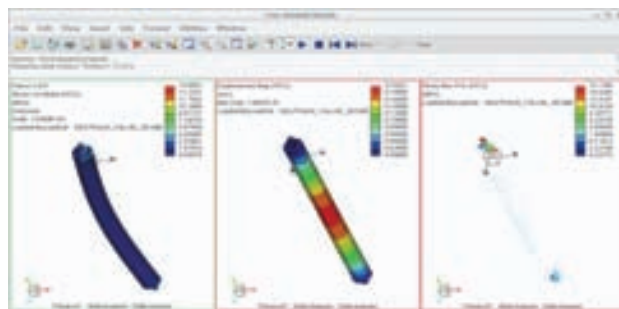
Osim teoretske analize opterećenja, analizirana su i neka moguća realnija stanja u eksploataciji. Moguća su tri slučaja. Prvi je razlaganje kontinualne sile na dvadeset i jednu tačku delovanja sile, istog inteziteta. Druga pretpostavka je isti raspored sile ali sa linearnom promenom inteziteta, od nule do maksimalne vrednosti. I treća pretpostavka je delovanje sile u dvadeset i jednoj tački, sa linearnom promenom inteziteta ali pri kojoj minimalna sila predstavlja jednu trećinu inteziteta maksimalne. Navedeni slučajevi su posledica netačnosti izrade i montaže valjaka, pri čemu je cilj ravnomerno opterećenje.



Slika 9. Varijanta I-Isti intezitet sile raspoređenih na sredini valjka



Slika 10. Varijanta II-Linearna promena inteziteta sile od nula do maksimalne



Slika 11. Varijanta III-Minimalna sila ima trećinu inteziteta maksimalne sa linearnom promenom

Izračunate vrednosti deformacija i napona za prikazane varijante su date u tabeli 2.

Tabela 2. Vrednosti napona i deformacija

Varijanta I			Varijanta II			Varijanta III		
Sredina	Desno	Levo	Sredina	Desno	Levo	Sredina	Desno	Levo
<b>Maksimalni naponi [MPa]</b>								
14,2	15	15	16,1	15	10	14,6	14	13
<b>Vrednosti deformacija [mm]</b>								
0,18	0,17	0,17	0,19	0,2	0,16	0,18	0,18	0,16

Računarskom analizom opterećenja valjka, dobijeni su rezultati koji zadovoljavaju predviđene uslove za nesmetanu eksploataciju sistema. Maksimalni napon u materijalu je manji od dozvoljenog i koncentrisan je na rukavcima, dok ugib u najnepovoljnijem slučaju iznosi 0,2 [mm].

#### 4. ANIMACIJA KINEMATIKE KRETANJA

Animacija kretanja predstavlja vizuelni prikaz osmišljene kinematike, odnosno pretpostavku da će se sistem ponašati shodno njoj u realnim uslovima. Kako bi animirali određeno kretanje u programskom sistemu Creo Parametric 2.0, prvenstveno se mora definisati veze između elemenata, tj. uspostaviti tipovi veza, sa određenim ograničenjima, tako da što vernije odslikavaju realne uslove pri eksploataciji. Nakon određivanja veza, aktivira se opcija "Mechanism" u okviru koje se nalaze opcije za izbor kinematskih veza između elemenata i sklopova. U pitanju su veze elemenata za prenos snage i obrtnog momenta, tipa zupčanika, lančanika i bregastog mehanizma. U konkretnom slučaju potrebno je definisati veze između zupčanika u okviru jedne ćelije za boju, kao i veze zupčanika između susjednih ćelija.



Slika 12. Sklop sa kinematskim vezama

Nakon toga pristupa se definisanju parametara animacije početak, kraj, brzinu obrtanja motora itd. Sve se ovo definiše, u prozoru koji se otvara nakon klika na ikonicu "Mechanism Analysis". Posle definisanih parametara klikne se na dugme "Run", nakon čega sledi obrada unetih vrednosti. Sledeći korak je aktivacija vizualizacije kretanja, što se postiže klikom na ikonicu "Playback". Odabirom dugmeta "Play", pokreće se animacija.



Slika 13. Animacija kretanja modula za flekso štampu

#### 5. ZAKLJUČAK

Savremeni programski sistemi za 3D projektovanje, omogućavaju proces projektovanja znatno kvalitetnijim, u smislu da se zahvaljujući 3D vizuelizaciji lako mogu uočiti potencijalne greške koje bi se u suprotnom mogle prevideti. Osim ove prednosti, prednost primene savremenih softvera je i u tome, što znatno skraćuju vreme procesa projektovanja, kao i vreme potrebno za neophodne izmene. Širokog su dijapazona mogućnosti, pa samim tim projektantu u znatnoj meri olakšavaju rešavanje postavljenog zadatka. U problematici zadatka, iskorišćene su neke od mogućnosti pomenutog softvera one koje su bile neophodne za rešavanje postavljene problematike, međutim njegove mogućnosti su daleko šire. Sa obzirom da se savremeni softveri neprestalno razvijaju, neophodno je njihovo konstantno praćenje i lično usavršavanje kako bi se još efikasnije moglo odgovoriti na buduće izazove.

#### 6. LITERATURA

- [1.] Zeljković, M.: Savremeni prilazi u projektovanju proizvoda, autorizovani rukopis predavanja, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2011;
- [2.] Kuzmanović, S.: Mašinski elementi, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2008;
- [3.] Todić, V.: Projektovanje tehnoloških procesa, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2007;
- [4.] Todić, V.: Tehnološka logistika i preduzetništvo, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2011;
- [5.] Sekulović M.: Metod konačnih elemenata, Građevinska knjiga, Beograd, 1988;
- [6.] Devedžić G.: CAD/CAM tehnologije; Univerzitet u Kragujevcu, Mašinski fakultet u Kragujevcu, 2009;
- [7.] Milojević, M.; Lukić, Lj.: Modularno projektovanje, Lola institut, Beograd, 1996;
- [8.] Miltenović, V.: Razvoj proizvoda, Univerzitet u Nišu, Mašinski fakultet, Niš, 2003;
- [9.] Milovanović, S.; Pro/ENGINEER Wildfire 2.0; Primer, Beograd, 2004;
- [10.] <http://www.naled-serbia.org/>

#### Kratka biografija:



**Pera Srbul** je rođen 1989. god. u Kikindi. Na osnovnim akademskim studijama diplomirao 2012. god. na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu – odeljenje Proizvodno mašinstvo.

**ДВОФАЗНО СТРУЈАЊЕ У ФЛУИДИЗОВАНОМ СЛОЈУ СА CFD АНАЛИЗОМ  
MULTIPHASE FLOW IN FLUIDIZED LAYER WITH CFD SIMULATION**Марио Барлаков, Маша Букуров, *Факултет техничких наука, Нови Сад***Област - МАШИНСТВО**

**Кратак садржај** – У овом раду описана је флуидизација, транспорт материјала у флуидизованом слоју, описани су уређаји из праксе који користе овај принцип и урађена је РДФ симулација двофазног струјања чврсте честице - гас у STAR CCM+.

**Abstract** – In this paper fluidization, conveying of material in fluidized layer is described, as well as machines which are based on fluidization. CFD simulation of multiphase flow in Star CCM+ is shown.

**1. УВОД**

Флуидизовани слој неког прашкастог, ситнозрнастог или зрнастог материјала има бројне сличности са течностима. Притисак унутар слоја се мења као у течностима и флуидизовани слој материјала задовољава својство спојених судова и креће се слободном површином под дејством силе гравитације. У насутом стању флуидизовани материјал има облик купе, а када се доведе у флуидизовано стање његова слободна површина заузима хоризонталан положај. Ова специфична својства флуидизованог материјала учинила су флуидизацију незамењивом у разним технолошким процесима и уређајима из праксе.

Материјал може бити флуидизован течностима и гасовима, принцип је исти. С обзиром на то да је овај рад везан за примену флуидизације у сврху транспорта и неких других технолошких процеса у којима се јавља двофазно струјање чврсте честице - гас овде ће се говорити само о флуидизацији ваздухом.

За потребе развоја уређаја који раде на принципу флуидизације најчешће су се радили експерименти на цилиндричном суду са перфорираном плочом на дну. Из ових радова су проистекли бројни корисни емпиријски изрази који имају велики практичан значај.

У новије време све је чешћа употреба РДФ софтвера (Рачунарска динамика флуида) и ДЕМ (метода дискретних елемената), које су савремен и моћан алат за разумевање флуидизације и њену бољу практичну примену.

**НАПОМЕНА:**

Овај рад је проистекао из мастер рада чији је ментор била проф. др. Маша Букуров.

**2. ТЕОРИЈСКЕ ОСНОВЕ ФЛУИДИЗАЦИЈЕ**

Флуидизација је довођење прашкастих, ситнозрнастих и зрнастих материјала у стање у коме материјал добија особине течности одговарајуће вискозности [2].

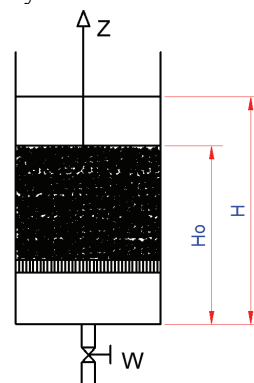
У таквом стању материјал се покреће силом гравитације или разликом притисака. Слободна површина материјала који је флуидизован увек ће заузимати хоризонталан положај баш као што је то случај код течности. Када се површина дна суда на којој се налази флуидизовани слој материјала нагне, слободна површина флуидизованог слоја ће и даље заузимати хоризонталан положај.

Уређаји у којима се материјал покреће гравитационо називају се пнеуматска корита а уређаји у којима се материјал покреће на рачун разлике притисака су флуид лифтови [2].

**2.1. Објашњење принципа флуидизације на примеру цилиндричног суда**

Појам флуидизације најлакше је објаснити на примеру вертикалног цилиндричног суда. Дијаграм који ће бити приказан је обликом веома сличан дијаграмима који се добијају уношењем података који су добијени експерименталним путем.

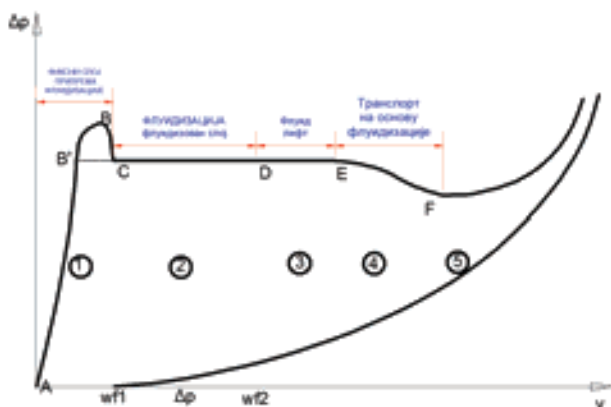
Практично овај пример може се посматрати као вертикална цев као на слици 1. У унутрашњости суда при дну се налази порозна (перфорирана) плоча која има углогу да равномерно распореди материјал по попречном пресеку.



Слика 2. Шематски приказ суда за флуидизацију

Испод порозног дна се доводи ваздух у суд (слика 1), а проток ваздуха се може регулисати вентилом чиме се остварује различит интензитет контакта између флуида и материјала.

На Слици 2. је приказана флуидизација сипкавог материјала од почетног насутог стања па све до летећег пнеуматског транспорта.



Слика 1. Фазни дијаграм флуидизације

Линија АВ на дијаграму на слици 3. представља зависност између пада притиска дуж струјног тока и стварне средње брзине струјања флуида између честица материјала.

Линија АВ може бити права или параболична што зависи од режима струјања. За ламинарно струјање линија АВ је права док за турбулентно струјање она има параболичан облик. Режим струјања, осим од стварне брзине струјања, зависи и од крупноће и облика честица материјала.

По правилу почетак линије АВ је увек права линија зато што се при малим брзинама не може постићи турбулентно струјање [3,6,7]. Линија АВ остварује се за време флуидизације материјала у насутом стању при константној средњој порозности  $\epsilon_0 = (V_0 - V_s) / V_0$  [2].

Где су:

$\epsilon_0$  – порозност насуте зрнене масе,

$V_0$  - запремина насуте зрнене масе,

$V_s$  - запремина флуидизоване зрнене масе.

Отварањем вентила почиње се са довођењем ваздуха испод порозног дна које ваздух распоређује равномерно по попречном пресеку суда. Ваздух ће сам налазити пут кроз канале унутар насутог материјала. Ако се настави са отварањем вентила до достизања брзине  $w_{f1}^*$  (прва критична брзина флуидизације) порозност материјала ће почети да се мења и то само по облику пошто ће висина материјала у суду остати непромењена. Сада у овом тренутку се материјал унутар суда налази у стању означеном са бројем 1 у фазном дијаграму. Механичка веза између честица се прекида постизањем прве критичне брзине флуидизације  $w_{f1}^*$  и честице материјала заузимају положај најмањег отпора струјању. У овом тренутку бележи се нагли пад притиска линија А-В на дијаграму.

Пад притиска који је приказан линијом А-В у пракси износи између 10-15 % [2], што зависи од физичких својстава материјала.

### 3. ПРИМЕРИ КОРИШЋЕЊА ФЛУИДИЗАЦИЈЕ У ПРАКСИ

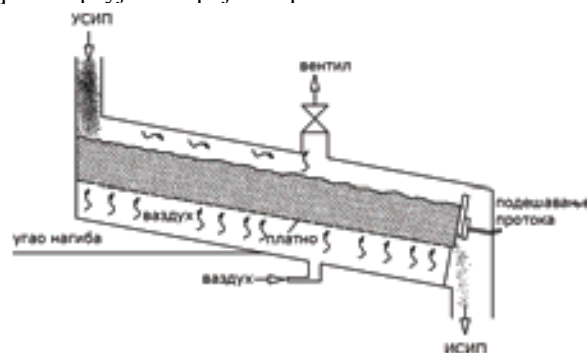
Прехрамбена, хемијска, гасна и нафтна индустрија користе у својим процесима уређаје који раде на принципу флуидизације.

Значајнији уређаји који користе принцип флуидизације су:

- Пнеуматско корито (пнеуматски жљеб),
- Флуид лифт,
- Гравитациони сто,
- Сушара за сушење у флуидизованом слоју,
- Крековање високомолекуларних фракција бензина,
- Сагоревање зрна у флуидизованом слоју,
- Екстракција уранијума.

Пнеуматско корито најлакше је описати као једну цев правоугаоног попречног пресека са перфорираном плочом или платном у средини. Испод перфориране плоче или платна се доводи ваздух за флуидизацију. Платно или плоча имају улогу да ваздух који се доводи распореде равномерно кроз слој материјала. Исто као и код цилиндричног суда ваздух струји одоздо на горе. Материјал се флуидизује целом дужином пнеуматског корита. Управо особина материјала која га чини течљивим када је флуидизован јесте основа принципа рада овог уређаја.

На слици 3. приказано је пнеуматско корито или гравитациони транспортер који на бази флуидизације транспортује материјал хоризонтално.



Слика 3. Ток материјала у пнеуматском кориту

Материјал се цевоводом доводи до места усипа материјала, даље наставља свој пут преко платна за дистрибуцију ваздуха. Подешавањем протока ваздуха, излаза материјала на излазној клапни и угла нагиба остварује се униформан проток материјала кроз транспортер. Овакав уређај може радити сам или у систему за транспортовање материјала на веће дужине који се састоји од низа оваквих транспортера и транспортује материјал на веће раздаљине.

#### 3.1. Основне смернице за пројектовање пнеуматских корита

Код пројектовања оваквих система за жељену дужину транспорта, масени проток и карактеристике материјала који се жели транспортовати треба одредити односно познавати следеће величине:

- a) Проток и притисак ваздуха који се доводи,
- b) Ширину и висину флуидизоване зоне,
- c) Угао нагиба гравитационог транспортера,
- d) Неке друге величине као нпр. висина транспортера, површина за довод ваздуха итд.

И ако су гравитациони транспортери били предмет бројних радова постоји доста недоумица када је у питању пројектовање ових система. Многи од публикованих радова су били базирани на аналогји између тока флуидизованог зрна и протока њутновског или (не)њутновског флуида у отвореном каналу. За обе анализе и њихово коришћење у пројектовању гравитационих транспортера се захтева познавање вискозности флуидизоване масе. Генерално ова информација није доступна. Због тога се пројектовање оваквих система базира на највише на досадашњим оперативним искуствима. Неке важне смернице које могу бити од користи у пројектовању оваквих система ће бити дате у наставку.

### 3.2. Практичан пример прорачуна пнеуматског корита

Према Клизинг-у [5] да бисмо испројектовали транспортер који транспортује алуминијум оксид, чија је насипне густина  $1.300 \text{ kg/m}^3$ , густина честица  $2.630 \text{ kg/m}^3$  а средњи пречник честице  $60 \text{ }\mu\text{m}$ ), на дужини од 20 метара можемо се послужити једноставним прорачуном, односно можемо то урадити коришћењем основних смерница које су дате у овом поглављу.

Прво што треба одредити је минимална брзина флуидизације конкретне задатог материјала. Ово је најбоље потражити у радовима и резултатима експеримената односно у доступној литератури. Према Klizing – у, минимална брзина ваздуха за флуидизацију алуминијум оксида износи  $w_f = 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ .

Након одређивања минималне брзине флуидизације она се према обрасцу 2.4 увећава 1,5 х,  $\dot{V}_f = 1,5 \cdot w_f$  па се добија оперативна брзина ваздуха који се доводи до платна за дистрибуцију  $\dot{V}_f = 1,65 \cdot 10^{-3}$ .

Сада се из табеле 2 може по препоруци усвојити ширина транспортера  $b$  за тражени капацитет  $b = 150 \text{ mm}$  па образац 2.3 постаје:

$$150 = (60 / 2.630)^{0,5},$$

Ширина транспортера који транспортује алуминијум оксид биће:

$$b = 150 \left[ (30 / 1.300) / (60 / 2.630) \right]^{0,5},$$

$$= 151 \text{ mm}.$$

Постоји и алтернативни начин за случај да се  $b$  не узима из табеле 2:

Насипна густина алуминијум оксида у тренутку постизања минималне брзине флуидизације  $= 0,4$ .

Насипна густина алуминијум оксида износи:

$$(1 - 0,4) \cdot 1.300 = 780 \left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$$

капацитет транспорта је:

$$\frac{30 \cdot 1000}{780} = 38,5 \left[ \text{m}^3 / \text{s} \right].$$

Из табеле за угао нагиба интерполацијом се добија за капацитет од  $38,5 \left[ \text{m}^3 / \text{s} \right]$  ширина транспортера од  $158 \left[ \text{mm} \right]$ . На оба начина се калкулацијом добија ширина од приближно  $150 \left[ \text{mm} \right]$  па се зато слободно може усвојити ширина транспортера  $b = 150 \text{ mm}$ .

Следећа величина коју је потребно одредити је висина флуидизованог слоја материјала  $Z$ . Она се може одредити према обрасцу (2.3) и износи  $0,12 \text{ m}$ .

Пад притиска се може довољно прецизно одредити из обрасца (2.5),

$$\Delta p_{bed} = 780 \cdot 9,81 \cdot 0,12 = 0,9 \text{ kPa}$$

Пад притиска кроз расподелно платно се може као што је раније речено добити:

$$\Delta p_{dis} = 0,5 \cdot 0,9 = 0,45 \text{ kPa}$$

Укупан пад притиска који треба да савлада ваздух који се доводи испод платна за дистрибуцију ваздуха се добија као:

$$\Delta p_{ri} = 0,9 \text{ kPa} + 0,45 \text{ kPa} + \text{укупни губици} = 0,45 \text{ kPa}$$

Потребна количина ваздуха се одређује из капацитета транспортера на следећи начин:

$$\dot{m}_f = v \cdot b \cdot L$$

$$= 1,65 \cdot 10^{-3} \cdot 0,150 \cdot 20$$

$$= 5,0 \cdot 10^{-3} \left[ \text{m}^3 / \text{s} \right]$$

Сада се коначно може одредити и угао нагиба транспортера из табеле за угао транспортера. Угао нагиба треба да буде минимум  $2^\circ$  да би проточна карактеристика била добра.

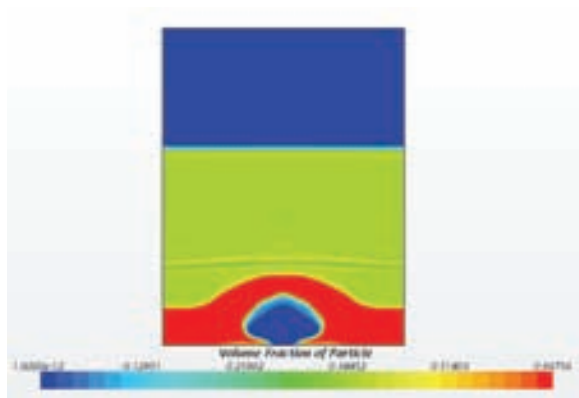
### 4. СИМУЛАЦИЈА ДВОФАЗНОГ СТРУЈАЊА ЧВРСТЕ ЧЕСТИЦЕ – ГАС РДФ АНАЛИЗА

У наставку ће бити урађена конкретна симулација прострујавања зрнене масе у цилиндричном суду, односно симулација двофазног струјања чврсте честице – гас у хидромеханичком стању настајања мехура.

Конкретно биће симулирано убризгавање гаса у дно цилиндричног суда и хидромеханичко стање мехурова у флуидизованом материјалу.

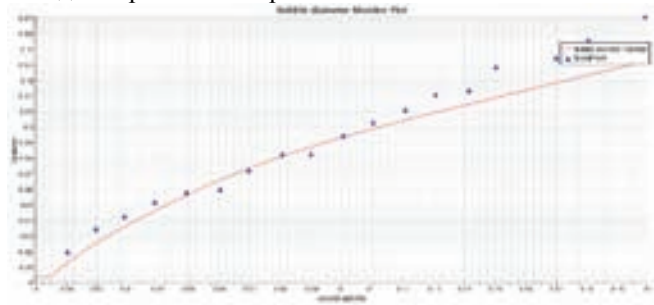
Гас се у цилиндрични суд убризгава кроз отвор пречника 15 mm на дну суда. Брзина гаса који се убризгава је 10 m/s . Кроз остатак површине дна суда се убризгава ваздух брзине 0,25 m/s што је довољно за флуидизацију материјала.

Конкретан резултат симулације односно пречник мехура који се формира за задати временски корак слика 4.



Слика 3. Резултати симулације

У средини слике јасно се види мехур који је настао убризгавањем ваздуха у отвор пречника 15 mm у дну суда. Може се рећи да је модел сада завршен и из њега се могу приказати различити резултати и сцене, а у наредном кораку ће бити измерен пречник мехура за задати временски корак слика 4.



Слика 4. Мерење пречника мехура

## 5. ЗАКЉУЧАК

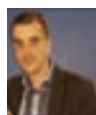
Star CCM+ може бити веома користан у развоју технологија које се базирају на флуидизацији материјала. У програму је доступно све што је потребно да би се направила темељна анализа двофазног струјања чврсте четице – гас у цилиндричном суду.

Флуидизација је незаменљив процес у разним гранама индустрије а извесно је да ће РДФ софтвери сигурно допринети унапређењу постојећих и развоју нових уређаја који раде на овом принципу.

## 6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ока, С., Цевни транспорт флуида и чврстих материјала, Саобраћајни факултет, Београд, 1987.
- [2] Шашић, М., Транспорт флуида и чврстих материјала цевима, Научна књига, Београд, 1990.
- [3] Црнојевић, Ц., Транспорт чврстих материјала флуидима, Машински факултет, Београд, 2002.
- [4] Перић, Н., Елементи за пнеуматски транспорт, ускладиштење, пражњење силоса, хомогенизацију и превоз материјала у праху, Кочевје, ИТАС, 1986.
- [5] Klizing, G.E. et.al., PNEUMATIC CONVEYING OF SOLIDS-TEORICAL AND PRACTICAL APPROACH, Springer Science + Business Media B.V., 2010.
- [6] Жежељ, М., Технологија жита и брашна 1, Технолошки факултет, Нови Сад, 1995.
- [7] Бабић, М., Истраживање утицаја основних физичких особина зрна пшенице на карактеристике струјања ваздуха кроз насути слој, Факултет техничких наука, Нови Сад, 1995.
- [8] Букуров, М., МЕХАНИКА ФЛУИДА, књига прва; основе, ФТН Издаваштво, Нови Сад, 2013.
- [9] Sigh, B., Calcott, T.G., Rigby, G.R., Flow of fluidized solids and other fluids in open channels, Powder Technology 20, 99-113, Elsevier B.V. 1978.
- [10] Operation manual, Gravity table PETKUS G40 PETKUS Technologie GmbH, Wutha Farnroda, 2014.
- [11] Yang, W.C., Handbook of fluidization and fluid – particle system Siemens Westinghouse Power Corporation, Pittsburgh, Pennsylvania, U.S.A., 2003.

## Кратка биографија:



**Марио Барлаков** рођен је у Зрењанину 1986. год. Master rad на Факултету техничких наука из области Енергетика и процесна техника одбранио је 2016 године.



**KONSTRUKCIJA NADZEMNOG SKLADIŠNOG REZERVOARA  
ZA SIRČETNU KISELINU ZAPREMINE 5000m<sup>3</sup>****CONSTRUCTION OF OVERGROUND ACETIC ACID DEPOT  
RESERVOIR VOLUME 5000m<sup>3</sup>**Srđan Otržan, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – MAŠINSTVO**

**Kratik sadržaj** – U radu su prikazani teorijski osnovi rezervoara i sirčetne kiseline. Dat je prikaz procesne šeme postrojenja za skladištenje. Takođe, izvršen je proračun konstrukcije krova rezervoara, plašta, tankvane kao i toplotnih gubitaka rezervoara. Svi konstruisani delovi prikazani su u grafičkoj dokumentaciji.

**Abstract** – Theoretical fundamentals of the reservoir and acetic acid are shown in this paper. A representation of a process scheme of storage facility is given. Also, a calculation has been made of a reservoir roof construction, a mantle, a security ring as well as reservoir heat losses. All constructed parts are shown in graphic documentation.

**Ključne reči:** Skladišni rezervoar, sirčetna kiselina, konstrukcija

**1. UVOD**

Rezervoari predstavljaju hermetički zatvorena skladišta, u kojima se obavlja skladištenje tečnosti (vode, hemikalija ili ostalih opasnih materija u tečnom stanju) ili gasova.

Postoji više različitih tipova rezervoara u zavisnosti od:

- geometrijskih i konstruktivnih karakteristika,
- kapaciteta,
- materijala od koga su napravljeni,
- karakteristika robe koja se skladišti,
- mesta i načina ugradnje, načina postavljanja,
- primene i drugo.

Acetatna kiselina, poznatija pod trivijalnim nazivom sirčetna kiselina, i sistemskim etanska kiselina, je slaba organska kiselina. U hidratisanom obliku to je bezbojna tečnost, neprijatnog mirisa na sirće, blag je kaustik ali izlaganje njenim parama može da izazove iritacije sluznice nosa, očiju i pluća. U bezvodnom obliku naziva se glacijalna sirčetna kiselina i to je higroskopna supstanca koja na temperaturama ispod 16,5° C kristališe do čvrstih bezbojnih kristala. Jedna je od najjednostavnijih organskih kiselina. Skraćeni oblik zapisivanja sirčetne kiseline je AcOH, gde je Ac acetatna grupa (CH<sub>3</sub>C(=O)-).

Za potrebe skladištenja sirčetne kiseline isprojektovan je vertikalni cilindrični, nadzemni rezervoar sa fiksnim samonosećim krovom i metalnom tankvanom („čaha u čaši“) nominalne zapremine 5000 m<sup>3</sup>, korisne zapremine cca 5500 m<sup>3</sup> po standardu API-650 (JUS MZ3.054).

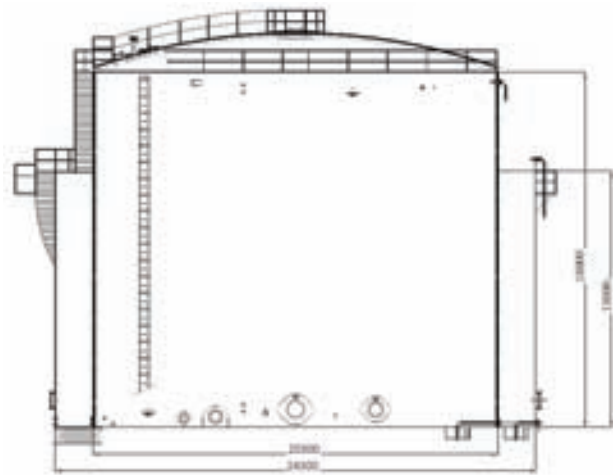
**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Momčilo Spasojević, dipl.inž.maš.

**2. PRORAČUN REZERVOARA**

Podaci potrebni za projektovanje:

- Prečnik rezervoara: D = 20,300 m
- Prečnik tankvane: D<sub>T</sub> = 24,3 m
- Visina rezervoara: H = 18 m
- Visina tankvane: H<sub>T</sub> = 13 m
- Projektni pritisak: +2500 / -600 m<sup>3</sup>
- Radni pritisak: +1000 / -450 m<sup>3</sup>
- Projektna temperatura: +50 °C
- Radna temperatura: normalna +35 °C ,
- Spoljašnja projektna tempetarura: 0 °C
- Osrednjena brzina vetra: 160 km/h
- Dodatak na koroziju: 0
- Koeficijent zavarenih spojeva: E = 0,85,
- Seizmička zona: II
- Izolacija: Staklena vuna 100 mm



Slika 1. Izgled isprojektovanog rezervoara

**2.1 Proračun plašta rezervoara**

- Proračun debljine plašta za proračunske uslove:

$$t_{pr} = [4,9 \times D \times (Hx - 0,3) \times \gamma] / S_d \times E \quad (1)$$

- Proračun debljine plašta za ispitne uslove:

$$t_i = [4,9 \times D \times (Hx - 0,3) \times \gamma] / S_t \times 1 \quad (2)$$

- Dozvoljeno naprezanje:

Material plašta SA-240 Tp304L, dozvoljeno naprezanje je:

S<sub>d</sub> = 145 MPa za proračunske uslove je:

S<sub>t</sub> = 155 MPa za ispitne uslove je:

Tabela 1. Rezultati usvojenih debljina plašta svakog pojasa rezervoara

Pojas	Visina pojasa [mm]	S <sub>d</sub> [MPa]	S <sub>t</sub> [MPa]	H <sub>x</sub> [m]	t <sub>pr</sub> [mm]	t <sub>t</sub> [mm]	t [mm]
I	2400	145	155	17,7	14,99	13,36	15
II	2400	145	155	15,3	12,97	11,55	13
III	2400	145	155	12,9	10,93	9,47	11
IV	2400	145	155	10,5	8,89	7,93	9
V	2400	145	155	8,1	6,86	6,11	7
VI	2400	145	155	5,7	4,48	4,31	6
VII	2400	145	155	3,3	2,8	2,49	6
VIII	2400	145	155	0,9	0,76	0,68	6

## 2.2 Proračun rezervoara na prevrtanje

Za proračun stabilnosti rezervoara posmatra se stanje kada je rezervoar prazan tako da će se momentu od vetra suprostavljati samo moment mase rezervoara

$$M_{DL}^R = G_R \times D_R / 2 \quad (3)$$

Procenjena masa rezervoara je zbir masa plašta krova, krovne konstrukcije, platform I penjalica

$$G_R = G_{pl} + G_{krova} + G_{konst} + G_{pltf} \quad (4)$$

$$G_R = 12000 + 18000 + 17000 + 35000 = 190000 \text{ kg}$$

gde je:

$G_{pl} = 120000 \text{ kg}$  - Procenjena masa plašta

$G_{krova} = 18000 \text{ kg}$  - Procenjena masa krovnog lima

$G_{konst} = 17000 \text{ kg}$  - Procenjena masa krovne konstrukcije

$G_{pltf} = 35000 \text{ kg}$  - Procenjena masa penjalica, platform, izolacije itd.

Pa sledi da je sila od mase rezervoar  $G_R^F = 1863900 \text{ N}$

Moment mase rezervoara:

$$M_{DL}^R = 1863900 \times 20,3 / 2 = 18918585 \text{ Nm}$$

Provera rezervoara na prevrtanje se vrši prema kriterijumu:

$$0,6 M_w^R < M_{DL}^R / 1,5 \quad (5)$$

$$0,6 \times 4649550 < 18918585 / 1,5$$

$$2786732 < 12613390$$

pa do prevrtanja rezervoara pod dejstvom vetra ne može doći

## 3. PRORAČUN KROVNE KONSTRUKCIJE

### 3.1 Proračunsko opterećenje krovne konstrukcije

Prema API 650 kao i prema JUS MZ3054 za proračunsko opterećenje krovne konstrukcije se uzima sopstvena težina krova i krovne konstrukcije kao i pokretno opterećenje

$$q' = q_L + q_K + q_r = 550 + 550 + 1000 = 2200 \text{ N/m}^2 \quad (6)$$

gde su:

$q_L = 550 \text{ N/m}^2$  - težina krovnog lima

$q_K = 550 \text{ N/m}^2$  - težina krovne konstrukcije

$q_r = 1000 \text{ N/m}^2$  - pokretno opterećenje

Pošto se u rezervoaru može javiti i proračunski podpritisk te će se i on uračunati u proračunsko opterećenje rezervoara:

$$q = q' + q_p = 2200 + 600 = 2800 \text{ N/m}^2 \quad (7)$$

gde je:  $q_p = 600 \text{ N/m}^2$  - Unutrašnji podpritisk

### 3.2 Određivanje broja radijalnih nosača

- Računski broj radijalnih nosača je:

$$N_r = D \times \pi / l_{max} = 20300 \times \pi / 2000 = 31,88 \quad (8)$$

gde je:  $l_{max} [mm]$  - maksimalno rastojanje između radijalnih nosača

Usvaja se:  $N = 32$

Broj kocentričnih kružnih nosača je  $n = 3$ , a prema API 650 minimalna debljina krovnog lima je 5 mm

Usvojen nosač UNP 18 Materijal Č.0361

Sa sledećim karakteristikama:

$A = 2800 \text{ mm}^2$  Poprečni presek

$W = 150 \times 10^3 \text{ mm}^3$  Otporni moment

$i = 69,5 \text{ mm}$  Radijus inercije

$\sigma_D = 160 \text{ N/mm}^2$  Dozvoljeno naprezanje

## 4. PRORAČUN TANKVANE

### 4.1 Proračun plašta tankvane

- Proračun debljine plašta za proračunske uslove:

$$t_{pr} = [4,9 \times D_T \times (H_x - 0,3) \times \gamma] / S_d \times E \quad (9)$$

- Proračun debljine plašta za ispitne uslove:

$$t_t = [4,9 \times D_T \times (H_x - 0,3) \times \gamma] / S_t \times 1 \quad (10)$$

- Dozvoljeno naprezanje:

Material plašta SA-240 Tp304L, dozvoljeno naprezanje je:

$S_d = 145 \text{ MPa}$  za proračunske uslove je:

$S_t = 155 \text{ MPa}$  za ispitne uslove je:

Tabela 2. Rezultati usvojenih debljina plašta svakog pojasa tankvane

Pojas	Visina pojasa [mm]	S <sub>d</sub> [MPa]	S <sub>t</sub> [MPa]	H <sub>x</sub> [m]	t <sub>pr</sub> [mm]	t <sub>t</sub> [mm]	t [mm]
I	2400	145	155	12,7	12,88	11,45	13
II	2400	145	155	10,3	10,45	8,68	11
III	2400	145	155	7,9	8,01	7,14	9
IV	2400	145	155	5,5	5,58	4,97	6
V	2400	145	155	3,1	3,14	2,59	6
VI	1000	145	155	0,7	0,71	0,63	6

### 4.2 Proračun prstena za ukrućenje tankvane

Minimalni otporni moment vršnog prstena za ukrućenje je:

$$Z = 0,0588 \times (D_T^2 \times H_T) \times (v / 190)^2 \quad (11)$$

$$= 0,0588 \times (24,32 \times 13) \times (160 / 190)^2$$

$$Z = 320,21 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

gde je  $v = 160 \text{ km/h}$  maksimalna brzina vetra koja se može javiti u području gde se planira izgradnja tanka.

Ukrućenje plašta tankvane će osim vršnog prstena koji je usvojen L 80x80x8 vršiti i platforma koja se nalazi na 1100mm od vrha tankvane.

Profil platforme se stoji od 3 elementa koji su spojeni u jedan složeni profil.

### 4.3 Proračun tankvane na prevrtanje

- Proračunski pritisak vetra:

Horizontalna sila vetra koji deluje na vertikalnu projekciju cilindrične površine tankvane:

$$W_T^H = 0,86 \text{ kPa} \times (v / 190)^{0,5} \times D_T \times H_T \quad (12)$$

$$W_R^H = 0,86 \text{ kPa} \times (160 / 190)^{0,5} \times 24,3 \times 13$$

$$W_T^H = 191843 \text{ N}$$

- Moment prevrtanja tankvane usled dejstva vetra:

$$M_{WT} = W_T^H \times \frac{1}{2} H_T \quad (13)$$

$$M_{WT} = 191843,1 \times \frac{1}{2} \times 13 = 1246980 \text{ Nm}$$

Momentu prevrtanja pod dejstvom vetra suprostavlja se moment mase tankvane.

- Procenjena masa tankvane je zbir masa plašta, platforme, penjalica I instalacije protivpožarne zaštite:

$$G_T = G_{pl} + G_{PPZ} + G_T \quad (14)$$

$$G_T = 86000 + 5000 + 190000 = 281000 \text{ kg}$$

gde je:

$G_{pl} = 86000 \text{ kg}$  -procenjena masa plašta  
 $G_{PPZ} = 5000 \text{ kg}$  -procenjena masa instalacije PPZ  
 $G_T = 190000 \text{ kg}$  -procenjena masa rezervoara koji se nalazi u tankvani

Pa sledi da je sila od mase tankvane  $G_T = 2756210 \text{ N}$

-Momenat mase tankvane:

$$M_{DL}^T = G_T \times D_T / 2 \quad (15)$$

$$M_{DL}^T = 2756210 \times 24,3 / 2 = 33492811 \text{ Nm}$$

Provera tankvane na prevrtanje se vrši prema kriterijumu:

$$0,6 M_{WT} < M_{DL}^T / 1,5 \quad (16)$$

$$0,6 \times 1246980 < 33492811 / 1,5$$

$$748188 < 22328541$$

pa do prevrtanja tankvane pod dejstvom vetra ne može doći

#### 4.4 Proračun tankvane na smicanje

Pod dejstvom vetra može doći do pomeranja – smicanja tankvane sa temelja.

Do smicanja može doći ako je sila koju uzrokuje vetar veća od sile trenja između dna rezervoara i podloge.

$$W_T^H > F_T \quad (17)$$

Sila trenja:

$$F_T = \mu \times G_T^F \quad (18)$$

$$F_T = 0,3 \times 2756210 = 826863 \text{ N}$$

gde je:  $\mu = 0,3$  – koeficijent trenja između dna rezervoara i betona

$$F_T = 826863 \text{ N} \gg W_T^H = 191843 \text{ N}$$

Pa do smicanja rezervoara ne može doći

### 5. PRORAČUN TOPLOTNIH GUBITAKA REZERVOARA

Rezervoar sa uskladištenom sirćetnom kiselinom je u jednom kraćem vremenskom periodu, tokom zimskih meseci, izložen toplotnim gubicima što može dovesti do kristalizacije kiseline u rezervoaru ukoliko temperatura opadne ispod temperature kristalizacije.

Da bi se mogao pravilno dimenzionisati grejač koji bi održavao potrebnu temperaturu u rezervoaru potrebno je izračunati toplotne gubitke rezervoara.

-Gubitak toplote iz rezervoara na okolinu je:

$$Q = Q_{pl} + Q_{kr} + Q_{dn} \text{ [ W ]} \quad (19)$$

$$= 70447,4 + 50964,4 + 4263,0 = 125674,8 \text{ W}$$

gde je:

$Q_{pl}$  – [ W ] gubitak toplote kroz plašt,

$Q_{kr}$  – [ W ] gubitak toplote kroz krov,

$Q_{dn}$  – [ W ] gubitak toplote kroz dno.

Toplotne gubitke rezervoara treba da nadoknadi vodena para koja struji kroz cev i u njoj se kondenzuje.

Pošto se za grejanje kiseline koristi suvozasiceana para na temperaturi  $150^{\circ}\text{C}$ , te će potrebna količina pare biti:

$$G = Q / \Delta i \quad (20)$$

$$G = 26,683 \text{ kg/h}$$

gde je:

$Q = 125674,8 \text{ W}$  količina toplote koju treba dovesti za grejanje kiseline,

$\Delta i = 2747 - 632,2 \text{ kJ/kg}$  razlika entalpija

-Proračun ogrevne površine grejča

$$A = Q / K_f \times \Delta t \text{ [ W/m}^2 \text{ }^{\circ}\text{K ]} \quad (21)$$

$$A_p = 125674,8 / 150,9 \times 115 = 7,242 \text{ m}^2$$

gde je:

$A_p$  [m<sup>2</sup>] - potrebna ogrevna površina grejača

$Q$  [W] - količina toplote koju treba da obezbedi grejač

$K_f$  [W/m<sup>2</sup>K] - koeficijent prolaza toplote

$\Delta t$  [K] - temperaturska razlika

$$\Delta t = t_{\text{kond}} - t_f = 150 - 35 = 115 \text{ K} \quad (22)$$

Konstrukciono je usvojen grejač napravljen od cevne zmijske postavljene na dno rezervoara.

Minimalna dužina cevne zmijske je  $L_{\text{min}} = 38,24 \text{ m}^2$

Pošto se u cevima odvija kondenzacija vodene pare sa slobodnim oticanjem kondenzata pa je pad pritiska u cevi grejača zanemariv.

### 6. ZAKLJUČAK

Izgradnja skladišta sirćetne kiseline sa pretovarnom stanicom omogućava lakšu koordinaciju dopreme sirćetne kiseline sa otpremom, obezbeđuje mogućnost izbora jeftinijeg broskog transporta kao i veću mogućnost prodaje sirćetne kiseline, po povoljnijoj ceni, na svetskom tržištu.

Isprojektovan je skladišni rezervoar prečnika 20,3 m, visine 18 m, a oko njega tankvana prečnika 24,3 m i visine 13m koja bi, u slučaju isticanja sirćetne kiseline iz rezervoara, zadržala svu količinu tečnosti u sigurnom području. Izvršen je proračun rezervoara, tankvane na prevrtanje i smicanje. Krovna konstrukcija je urađena sa spoljne strane zbog specifičnosti fluida i njegovog uticaja na materijal. Izvršen je proračun toplotnih gubitaka rezervoara i dimenzionisana cevna zmijska potrebna za zagrevanje sirćetne kiseline

### 7. LITERATURA

- [1] Wilson, W.H. and Newmark N.M. (1993), *The Streinght of thin cylindrical shells as columns*. University of Illinois Bulletin.
- [2] API 650 Ed 2007., Appendix S., *Stainles steel tanks*
- [3] Mihailidi M, Ačerkan N.S. (1966), *Otpornost materijala i proračun konstrukcija*. IT priručnik, Knjiga 3. Beograd: Rad
- [4] SRPS M23.054, *Vertikalni cilindrični nadzemni rezervoari, zavareni s ravnim dnom i nepomičnim ili plivajućim krovom*
- [5] Kern D.Q. (1965), *Process heat transfer*. Singapore: MCGraw-Hill Book company
- [6] [http://nastava.sf.bg.ac.rs/pluginfile.php/5064/mod\\_reso/urce/content/0/Vezbe/Microsoft Word - SKLADISTENJE TECNE I GASOVITE ROBE.pdf](http://nastava.sf.bg.ac.rs/pluginfile.php/5064/mod_reso/urce/content/0/Vezbe/Microsoft Word - SKLADISTENJE TECNE I GASOVITE ROBE.pdf) (pristupio 10.09.2016)

#### Kratka biografija:



**Srđan Otržan** rođen je u Zagrebu 1989. god. Srednju tehničku školu završio je 2008. god. u Rumi. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu iz oblasti Mašinstva – Procesna tehnika odbranio je 2014.god.

**OPTIMIZACIJA PARAMETARA OBRADJE PRI GLODANJU VRETENASTIM  
LOPTASTIM GLODALIMA PRIMENOM TAGUČI METODE****OPTIMIZATION PARAMETERS FOR PROCESSING MILLING SPINDLE BALL END-  
MILLS USING TAGUCHI METHODS**

Slobodan Vuković, Milenko Sekulić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – MAŠINSTVO**

**Kratak sadržaj** –U okviru ovog rada obrađena je metodologija optimizacije primenom Tagučić metode koja se primenjuje za optimizaciju parametara obrade loptastim glodalima kaljenog čelika. Posmatrani parametri su broj obrtaja, dubina rezanja, pomak po zubu i širina rezanja. Eksperiment je obavljen prema Tagučić ortogonalnom nizu  $L_9(3^4)$ . Signal-to-Noise(S/N) odnos i analiza varijansi ANOVA su korišćeni za analizu uticaja parametara procesa obrade na ortogonalne sile rezanja, odnosno za pronalaženje optimalnih nivoa parametara procesa obrade. Eksperimentalno istraživanje pokazuje da je Tagučić metod pogodan za rešavanje navedenih problema.

**Abstract** –This paper outlines the Taguchi optimization methodology, which is applied to optimize cutting parameters in ball-end milling when hardened steel. Ball-end milling parameters evaluated are the cutting speed, feed per tooth, depth of cut and radial depth of cut. The experiments were conducted by using  $L_9(3^4)$  orthogonal array as suggested by Taguchi. Signal-to-Noise (S/N) ratio and Analysis of Variance (ANOVA) are employed to analyze the effect of ball-end milling parameters on the orthogonal cutting forces in other words to find optimal levels of the process parameters. The study shows that the Taguchi method is suitable to solve the stated problem with minimum number of trials.

**Ključne reči:** *Optimizacija, Tagučić metod, ANOVA analiza*

**1. UVOD**

Kao veoma produktivan postupak obrade glodanja pokazao se postupak obrade vretenastim loptastim glodalima. Ovaj postupak omogućava dobijanje elemenata veoma složenih kontura i različitih dimenzija, u zavisnosti od načina primene, vrste glodala i njegovih osnovnih karakteristika. Zahvaljujući pre svega prethodno navedenim pogodnostima, ovaj postupak pronašao je veoma široku primenu i to u automobilskoj, avio i vojnoj industriji, industriji izrade kalupa, industriji alata za plastiku, kozmetičkoj i medicinskoj industriji, kao i u mnogim drugima.

Režimi obrade predstavljaju osnovne parametre kontrole procesa rezanja i samim tim veoma je važno znati zakonitosti koje vladaju tokom procesa obrade. Elementi režima obrade direktno utiču na intenzitet sila pri rezanju, pa je ujedno cilj ovog rada dobijanje optimalnih vrednosti parametara procesa obrade loptastim glodalima kako bi se dobile što manje vrednosti sila rezanja prilikom samog procesa obrade.

**NAPOMENA:** Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Milenko Sekulić, vanr. prof.

**2. TAGUČIJEV METOD ZA OPTIMIZACIJU  
PARAMETARA PROCESA OBRADJE**

Optimizacija uopšteno predstavlja postupak definisanja najpovoljnijih rešenja za date početne uslove iz skupa mogućih rešenja. Može se reći da gotovo ne postoji područje čovekove delatnosti, sistem ili proces koji se na neki način ne bi mogao optimizovati.

Postoji veliki broj alata koji se koriste za optimizaciju, a u okviru konvencionalnih metoda nalazese planiranje eksperimenta, odnosno Tagučić metod, koji su korišćeni u ovom radu.

Za razliku od punih faktornih planova, Tagučić metod ima mogućnost znatno manjeg broja izvođenja eksperimenata. Ovo je veoma značajno prilikom izvođenja eksperimenata koji zahtevaju veliki broj istih. Tagučić metod se zasniva na dizajnu ortogonalnih nizova za proučavanje željenih parametara, sa minimalnim brojem izvođenja eksperimenata.

Dva osnovna oruđa u okviru primene Tagučić metode su ortogonalni nizovi i S/N odnos (faktori šuma). Ortogonalni nizovi omogućavaju korisnicima da prate više parametara istovremeno, a mogu se koristiti za procenu uticaja na izlazne performance procesa ponaosob.

S/N odnos predstavlja ključnu meru za analizu eksperimentalnih rezultata. Ovaj odnos je u stvari uticaj šuma na ciljanu funkciju procesa. Postoje tri osnovne grupe S/N odnosa koje su u zavisnosti od karakteristike kvaliteta, a to su: definisana fiksna vrednost je najbolja, što manja vrednost to bolja i što veća vrednost to bolja.

Za minimalne vrednosti sila rezanja u procesu obrade odabrana je karakteristika što manja vrednost to bolja. Ova vrednost se izražava na osnovu formule [1]:

$$S/N = -10 \log \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 \right)$$

S obzirom da je cilj ovog istraživanja bio dobijanje minimalnih vrednosti sila rezanja u procesu obrade, prethodna jednačina figurira u proračunu S/N odnosa u ovom radu. Eksperimentalni rezultati dobijeni primenom Tagučić ortogonalnog niza  $L_9(3^4)$  analizirani su primenom analize varijacija ANOVA. Ova analiza se koristi za identifikovanje faktora koji značajno utiču na izlazne performance procesa.

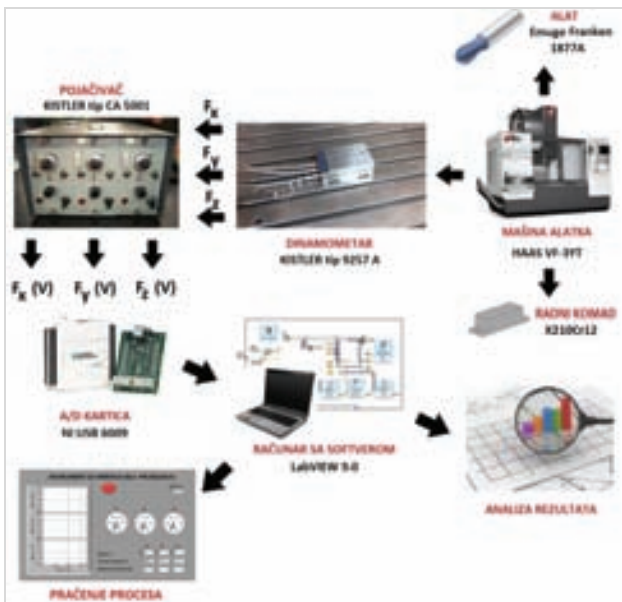
### 3. USLOVI PRI EKSPERIMENTALNIM ISTRAŽIVANJIMA

U zavisnosti od osnovnih uslova (mašina alatka, materijal obratka, rezni alat, merno-akvizicioni sistem i izabrane režime obrade) zavise i sami rezultati ispitivanja kao i kvalitet obrađenih podataka.

**Mašina alatka** pomoću koje je izveden eksperiment je vertikalni CNC obradni centar oznake VF-3YT, proizvođača HASS. **Rezni alat** koji je korišćen jeste loptasto vretenasto glodalo nemačkog proizvođača „EMUGE FRANKEN“, a tip ovog alata je 1877A.

Prečnik reznog dela alata, kao i prečnik tela alata  $d_1 = d_2$  iznosi 8 mm, radijus reznog dela alata  $r$  je 4 mm, dužina reznog dela alata  $l_2$  iznosi 11 mm, a ukupna dužina glodala  $l_1$  iznosi 58 mm.

U ovom slučaju neophodno je napomenuti da loptasto glodalo ovog tipa ima 2 rezna zuba. **Materijal obratka** je kaljeni čelik. Ovaj materijal je teško obradiv u svakodnev–nim uslovima, što je ujedno i uslovalo izbor reznog alata visokih preformansi koje se pre svega odnose na njegovu tvrdoću. Ovaj čelik nosi oznaku X210Cr12. **Merno-akvizicioni sistem** koji je korišćen pri eksperimentalnom istraživanju prikazan je na slici 1.



Slika 1. Šema merenja pri obradi loptastim glodalom [2]

Kao što se može videti, osnovne komponente merno-akvizicionog sistema su: Proces glodanja (mašina alatka, alat, obradak), senzor mernog signala (dinamometar), obrada mernog signala (pojačivač), akvizicioni modul (A/D kartica), računar, programska (softverska) podrška sistema i virtuelna instrumentacija za akviziciju, prikaz u realnom vremenu, memorisanje i obrada podataka.

**Režim obrade** predstavlja polazne parametre, odnosno ulazne podatke na osnovu kojih se vrši sam eksperiment. Odabrani parametri režima rezanja su:

- Broj obrtaja  $n$  [o/min],
- Pomak po zubu  $s_f$  [mm/z],
- Dubina rezanja  $a$  [mm],
- Širina rezanja  $B$  [mm],

Tabela 1. Nivoi kontrolnih parametara i njihove vrednosti

Simbol	Naziv	Parametri	Nivo eksperimenta		
			1	2	3
A	Broj obrtaja	$n$ [o/min]	3184,71	3980,89	4976,11
B	Pomak po zubu	$s_f$ [mm/z]	0,04	0,05	0,0625
C	Dubina rezanja	$a$ [mm]	0,32	0,40	0,50
D	Širina rezanja	$B$ [mm]	0,64	0,80	1,00

Svi pomenuti faktori varirani su na tri nivoa i to u skladu sa planom eksperimenta  $L_9(3^4)$ . U narednoj tabeli prikazani su nivoi ulaznih parametara sa svojim vrednostima, na osnovu kojih je izvršen eksperiment.

Tabela 2. Ortogonalni niz  $L_9(3^4)$  sa ulaznim parametrima

R B	Faktori				Ulazni parametri			
	A	B	C	D	$n$ o/min	$s_f$ [mm/z] $s$ [mm/min]	$a$ mm	$B$ mm
1	1	1	1	1	3184,71 o/min	0,04 (254,77 mm/min)	0,32	0,64
2	1	2	2	2	3184,71 o/min	0,05 (398,09 mm/min)	0,4	0,8
3	1	3	3	3	3184,71 o/min	0,0625 (497,61 mm/min)	0,5	1
4	2	1	2	3	3980,89 o/min	0,04 (254,77 mm/min)	0,4	1
5	2	2	3	1	3980,89 o/min	0,05 (398,09 mm/min)	0,5	0,64
6	2	3	1	2	3980,89 o/min	0,0625 (497,61 mm/min)	0,32	0,8
7	3	1	3	2	4976,11 o/min	0,04 (254,77 mm/min)	0,5	0,8
8	3	2	1	3	4976,11 o/min	0,05 (398,09 mm/min)	0,32	1
9	3	3	2	1	4976,11 o/min	0,0625 (497,61 mm/min)	0,4	0,64

### 4. REZULTATI ISPIZIVANJA

Iz naredne tabele mogu se videti dobijeni rezultati sila rezanja kao i izračunati S/N odnosi koji su biliključni za izbor i optimizaciju parametara procesa obrade rezanjem.

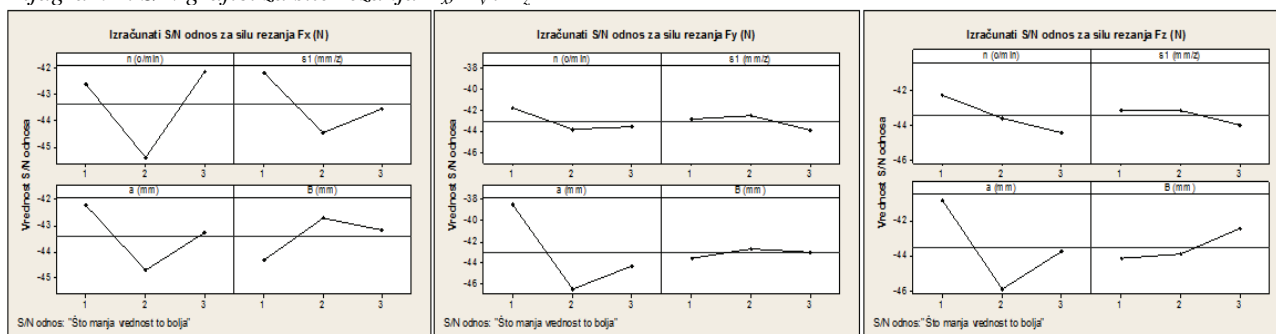
Tabela 3. Rezultati izmerenih sila rezanja pri izvođenju eksperimenta i izračunati S/N odnosi

R B	Faktori				Ulazni parametri				Eksperimentalni rezultati			Izračunati S/N odnosi		
	A	B	C	D	$a$ [mm]	$s_f$ [mm/z]	$n$ [o/min]	$B$ [mm]	$F_x$ [N]	$F_y$ [N]	$F_z$ [N]	S/N $F_x$	S/N $F_y$	S/N $F_z$
1	1	1	1	1	3184,71	0,04	0,32	0,64	114	74	100	-41,14	-37,58	-40,00
2	1	2	2	2	3184,71	0,05	0,4	0,8	184	184	174	-44,30	-44,30	-44,31
3	1	3	3	3	3184,71	0,0625	0,5	1	132	154	127	-42,41	-43,75	-42,08
4	2	1	2	3	3980,89	0,04	0,4	1	184	222	172	-45,30	-45,81	-44,71
5	2	2	3	1	3980,89	0,05	0,5	0,64	201	177	163	-47,27	-44,90	-44,24
6	2	3	1	2	3980,89	0,0625	0,32	0,8	153	98	124	-43,69	-35,55	-41,57
7	3	1	3	2	4976,11	0,04	0,5	0,8	191	181	175	-46,09	-44,14	-44,36
8	3	2	1	3	4976,11	0,05	0,32	1	123	81	108	-41,30	-35,38	-40,71
9	3	3	2	1	4976,11	0,0625	0,4	0,64	109	258	252	-44,76	-48,21	-48,03

#### 4.1 Optimizacija parametara procesa rezanja primenom Tagučii metode

Glavni cilj optimizacije procesa obrade u eksperimentu je da se odrede optimalne vrednosti parametara obrade, odnosno broja obrtaja, pomaka po zubu, dubine reznja i širine rezanja kako bi se postigle poboljšane performanse (izlazne karakteristike) koje se odnose na sile rezanja u ortogonalnim pravcima [3]. Na osnovu izračunatih vrednosti S/N odnosa, nacrtani su S/N grafici za sve ulazne parametre posmatrano za sve tri sile rezanja ( $F_x$ ,  $F_y$  i  $F_z$ ).

Dijagram 1. S/N grafici za sile rezanja  $F_x$ ,  $F_y$  i  $F_z$



Sa prikazanih grafika se može videti uticaj parametara obrade na sile rezanja. Najveća vrednost S/N odnosa na odgovarajućim graficima, daje odgovor na pitanje koji nivo upravljačkog parametra je optimalan.

Optimizacija parametara rezanja unutar ponuđenih nivoa faktora, a na osnovu kriterijuma „što manja vrednost to bolja“, daje optimalnu kombinaciju upravljačkih faktora koji su prikazani u narednoj tabeli, za svaku silu rezanja posebno.

Tabela 4. Optimalna podešavanja kontrolnih parametara

Upravljački parametri	Sila rezanja $F_x$				Sila rezanja $F_y$				Sila rezanja $F_z$			
	Nivo	Podela vanje	$F_x(N)$ Primenom Tagučić metode	$F_x(N)$ primenom verifikacionog testa	Nivo	Podela vanje	$F_y(N)$ Primenom Tagučić metode	$F_y(N)$ primenom verifikacionog testa	Nivo	Podela vanje	$F_z(N)$ Primenom Tagučić metode	$F_z(N)$ primenom verifikacionog testa
n (o/min)	3	120	S/N=-39,04 $F_x=89,6$	$F_x=93,6$	1	80	S/N=-36,25 $F_y=64,9$	$F_y=66,3$	1	80	S/N=-38,39 $F_z=82,5$	$F_z=85,4$
$s_1$ (mm/z)	1	0,04			2	0,05			2	0,05		
a (mm)	1	0,32			1	0,32			1	0,32		
B (mm)	2	0,8			2	0,80			3	1,00		

Na osnovu prethodne tabele, pristupa se podešavanju optimalnih parametara na naznačene nivoe, i vrši se ponavljanje eksperimenta koji u ovom slučaju predstavlja verifikacioni test. Dobijena vrednost sile rezanja prikazana je u tabeli.

Primenom ANOVA analize, odnosno proračunom i izborom signifikantnih parametara, izraženo je procentualno učešće izabranih parametara na sile rezanja. Ovaj uticaj parametara na sile rezanja prikazan je u narednoj tabeli.

Tabela 5. ANOVA tabela za sile rezanja  $F_x$ ,  $F_y$  i  $F_z$

Parametar	Stepen slobode	Suma kvadrata			Varijacije			F-Test			Procenat %		
		$F_x$	$F_y$	$F_z$	$F_x$	$F_y$	$F_z$	$F_x$	$F_y$	$F_z$	$F_x$	$F_y$	$F_z$
n (o/min)	2	18,8	7,6	7,2	9,4	3,8	3,6	-	-	-	46,7	6,4	13,8
$s_1$ (mm/z)	2	7,9	3,4	1,3	3,9	1,7	0,64	-	-	-	19,6	2,8	2,5
a (mm)	2	9,5	106,0	38,7	4,7	53,0	19,4	-	-	-	23,4	89,5	74,5
B (mm)	2	4,2	1,5	4,8	2,1	0,7	2,41	-	-	-	10,3	1,3	9,2
Greška	8	0											
Ukupno		40,46	118,51	51,98							100	100	100

Dakle, pogledom na ANOVA tabelu, a shodno prethodno opisanom slučaju, može se konstatovati da su svi prikazani faktori signifikantni i da imaju uticaj na sam proces obrade rezanjem.

Njihov uticaj je prikazan procentualnim učešćem, odakle se može zaključiti da na silu rezanja  $F_x$  najviše utiče broj obrtaja, zatim dubina rezanja, a za njima slede pomak i širina rezanja.

Najveći uticaj na silu rezanja  $F_y$  ima dubina rezanja, zatim broj obrtaja, a za njima slede pomak i širina rezanja.

Što se tiče sile  $F_z$  najveći uticaj ima dubina rezanja, zatim broj obrtaja, a za njima slede širina rezanja i pomak.

Ono što treba napomenuti jeste da su za obradu rezultata pri optimizaciji parametara obrade loptastim vretenastim glodalom korišćeni komercijalni softveri Minitab i QT4.

## 5. ANALIZA DOBIJENIH REZULTATA

Osnovni cilj analize podataka bio je analiza rezultata optimizacije dobijenih primenom Tagučić metode i ANOVA analizom varijansi. Primenom ova dva alata ustanovljeno je da su dobijen irezultati identični, što je tabelarno prikazano.

Tabela 6. Uporedni prikaz primene Tagučić metode i ANOVA analize na izbor uticajnih parametara na silu rezanja  $F_x$ ,  $F_y$  i  $F_z$

Sila rezanja $F_z$			
FAKTORI		Primena Tagučić metode	Primena ANOVA analize
		Redsled uticaja parametara na silu $F_z$	Procentualno učešće (%)
Broj obrtaja $n$ (o/min)	A	1	46,7 %
Pomak po zubu $s_1$ (mm/z)	B	3	19,6 %
Dubina rzanja $a$ (mm)	C	2	23,4 %
Sirina rezanja $B$ (mm)	D	4	10,3 %
Sila rezanja $F_y$			
FAKTORI		Primena Tagučić metode	Primena ANOVA analize
		Redsled uticaja parametara na silu $F_y$	Procentualno učešće (%)
Broj obrtaja $n$ (o/min)	A	2	6,4 %
Pomak po zubu $s_1$ (mm/z)	B	3	2,8 %
Dubina rzanja $a$ (mm)	C	1	89,5 %
Sirina rezanja $B$ (mm)	D	4	1,3 %
Sila rezanja $F_x$			
FAKTORI		Primena Tagučić metode	Primena ANOVA analize
		Redsled uticaja parametara na silu $F_x$	Procentualno učešće (%)
Broj obrtaja $n$ (o/min)	A	2	13,8 %
Pomak po zubu $s_1$ (mm/z)	B	4	2,5 %
Dubina rzanja $a$ (mm)	C	1	74,5 %
Sirina rezanja $B$ (mm)	D	3	9,2 %

Kao što se može uočiti u prethodnoj tabeli, primena Tagučić metode pokazuje da je najuticajniji parametar na silu rezanja  $F_x$  broj obrtaja (rangiran brojem 1) što u potpunosti odgovara procentualnom učešću istog parametra od 46,7% dobijenog primenom ANOVA analize. Analogno prethodnom, sledi da je sledeći najuticajniji parametar dubina rezanja (rangirana brojem 2) što takođe odgovara isto rangiranom procentualnom učešću od 23,4%. Sledi uticaj pomaka po zubu (rangiran brojem 3) što se poklapa sa procentualnim učešćem od 19,6%. Parametar sa najmanjim uticajem na silu rezanja je širina rezanja (rangirana brojem 4) što se poklapa sa najnižim procentualnim učešćem dobijenim primenom ANOVA analize od 10,3%.

Najuticajniji parametar na silu rezanja  $F_y$  je dubina rezanja (rangirana brojem 1) što u potpunosti odgovara procentualnom učešću istog parametra od čak 89,5% dobijenog primenom ANOVA analize. Sledi sledeći najuticajniji parametar, a to je broj obrtaja (rangiran brojem 2) što se poklapa i odgovara isto rangiranom procentualnom učešću od 6,4%. Sledi uticaj pomaka po zubu (rangiran brojem 3) što se poklapa sa procentualnim učešćem od 2,8%. Parametar sa najmanjim uticajem na silu rezanja je širina rezanja (rangirana brojem 4) što se poklapa sa najnižim procentualnim učešćem dobijenim primenom ANOVA analize od 1,3%.

Najuticajniji parametar na silu rezanja  $F_z$  je dubina rezanja (rangirana brojem 1) što u potpunosti odgovara procentualnom učešću istog parametra od 74,5% dobijenog primenom ANOVA analize. Sledi sledeći najuticajniji parametar, a to je broj obrtaja (rangirana brojem 2) što se poklapa i odgovara isto rangiranom procentualnom učešću od 13,8%. Sledi uticaj širine rezanja (rangirano brojem 3) što se poklapa sa procentualnim učešćem od 9,2%. Parametar sa najmanjim uticajem na silu rezanja je pomak po zubu (rangiran brojem 4) što poklapa sa najnižim procentualnim učešćem dobijenim primenom ANOVA analize od 2,5%.

## 6. ZAKLJUČAK

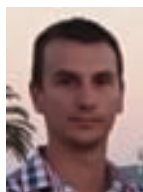
Na osnovu sprovedenih teorijskih i eksperimentalnih istraživanja može se zaključiti da su se Tagučić metoda kao i analiza varijansi ANOVA pokazali kao odlični alati pri optimizaciji parametara procesa obrade vretenastim loptastim glodalima. Primena pomenutih ukazala je na potpuno međusobno poklapanje pri izboru uticajnih parametara na sile rezanja.

Takođe, eksperimentalno dobijeni rezultati sila rezanja u ortogonalnim pravcima pokazali su da su stvarni i merodavni za procese obrade rezanjem vretenastim glodalima. Na osnovu ovih podataka, moguće je dobiti pouzdane matematičke modele za izlazne performanse procesa obrade, kao što su u ovom slučaju sile rezanja.

## 7. LITERATURA

- [1] Sekulić M.: Primena Tagučićevog metoda u planiranju eksperimenta, Skripta, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, NoviSad, 2010.
- [2] Lenđel T.: Analiza sila rezanja pri glodanju vretenastim loptastim glodalima, Master rad, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, NoviSad, 2014.
- [3] Pejić V.: Modelovanje i optimizacija procesa glodanja vretenastim glodalima, Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, NoviSad, 2016.

### Kratka biografija:



**Slobodan Vuković** rođen je u Sremskoj Mitrovici 1988. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Proizvodnog mašinstva - Procesi obrade skidanjem materijala odbranio je 2016. god.



**Milenko Sekulić** rođen je u Prijepolju 1966. god. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2007. god., a od 2012. je zvanju vanrednog profesora. Uža naučna oblast su procesi obrade skidanjem materijala.

**IZRADA ALATA ZA INJEKCIONO PRESOVANJE PLASTIKE****TOOL MAKING FOR PLASTIC INJECTION MOULDING**Nikola Žutković, Milenko Sekulić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – MAŠINSTVO**

**Kratak sadržaj** – Cilj rada jeste da se ukaže na značaj savremenih vidova obrade u izradi alata za injekciono presovanje plastike uz podršku programskog sistema ProENGINEER-a. Praktičan cilj rada je tehnološki postupak izrade alata za injekciono presovanje plastike za konkretne pozicije i njegova izrada uz generisanje upravljačkog programa.

**Abstract** – Goal of this paper is to highlight the importance of modern forms of processing in the development of tools for injection molding of plastics with the support of the programming system ProENGINEER. The practical goal of this paper is technological process of tool making for plastic injection moulding of working parts and generation G-code.

**Ključne reči:** savremeni vidovi obrade, injekciono presovanje plastike, ProENGINEER.

**1. UVOD**

Injekciono presovanje plastike je proces formiranja proizvoda ubrizgavanjem rastopljenog plastičnog materijala pod pritiskom u kalup, gde se hladi i očvršćava i potom oslobađa otvaranjem kalupa. Injekcionim brizganjem se dobijaju složeni plastični delovi sa visokom tačnošću.

Moderna izrada alata (kalupa) za injekciono presovanje plastike je sasvim drugačija u odnosu na konvencionalne obrade. Osnovna teorija procesa rezanja i rezne geometrije je slična, ali tehnika i tehnologija je sasvim drugačija. Principi visokobrzinskog rezanja (HSC) nisu primenljivi sa konvencionalnim mašinama i alatima. Razlika između konvencionalnog i visokobrzinskog rezanja analizirana je na osnovu izgleda strugotine. Upotreba modernih softvera (CAM) optimizira proizvodnju alata i pomaže da se izbegnu nepotrebni dodatni troškovi obrade i izgubljeno vreme.

Dizajn elektrode kod elektroerozivne obrade (EDM) je uvek bio važna stvar pri izradi kalupa. Danas se dizajn elektrode dobija softverskim putem. Koristeći softver, u kalupnoj šupljini se izabere oblast koja treba da se erodira i softver sam dizajnira elektrodu. Kombinovanom upotrebom HSM i EDM se iskorišćavaju oba procesa na najbolji mogući način.

Kao rezultat svega ovoga nastala je ideja za jedan ovakav rad, kako bi se istakao značaj alata za injekciono presovanje plastike i savremene metode njegove izrade. Rad se sastoji od devet poglavlja. Prvih pet poglavlja uvode u sam proces brizganja plastike, funkciju alata za brizganje,

osnovne elemente i podelu. Takođe, u ovim poglavljima je opisana i tehnologija izrade alata i standardizacija delova. Šesto i sedmo poglavlje opisuju čitav proces projektovanja alata za brizganje plastike i tehnološki postupak izrade alata za brizganje čepova vrata komarnika, koja su jedan od širokog spektra proizvoda firme VIPOL d.o.o. iz Novog Sada.

**2. OSNOVI ZA DEFINISANJE ALATA****2.1 Zahtevi proizvoda**

Za optimizaciju karakteristika dela potrebno je uskladiti mehaničke, dimenzione i estetske parametre.

Mehaničke osobine :

- Radijusi,
- Ispadni uglovi,
- Linije spajanja,
- Ulivni sistem.

Kritičnost dimenzija:

- Skupljanje,
- Tolerancije.

Vizuelna razmatranja:

- Potrebno je pažljivo postaviti ulivke, izbacivače i linije podele kalupa kako ne bi došlo do grešaka pri brizganju.

**2.2 Zahtevi alata**

Pre izrade alata, konstruktor mora odrediti broj jezgara, vrstu čelika, upotrebu toplih dizni, položaj i broj izbacivača, kanale za hlađenje, kao i niz drugih osnovnih parametara alata. Potrebno je sve dobro razmotriti jer je mnogo lakše obrađivati kalup skidanjem materijala nego njegovim dodavanjem.

**2.3 Zahtevi mašine**

Na osnovu zapremine brizganja treba odabrati mašinu tako da ta zapremina obuhvata od 30% do 80% od najveće zapremine brizganja mašine. Odnos zapremine plastike koju ubrizga mašina (Q) i zapremine željenog proizvoda (W) dat je relacijom:

$$Q = (1,3 \sim 1,5) \times W \quad (1)$$

Sila za otvaranje/zatvaranje definiše se prema maksimalnoj sili koja se mora ostvariti da bi alat ostao zatvoren pod delovanjem pritiska brizganja. Do veličine sile zatvaranja dolazi se tako da se ortogonalna projekcija otvora u kalupu pomnoži sa koeficijentom, koji zavisi od materijala:

$$F_z = Ak \quad (2)$$

**2.4 Tehnički zahtevi**

- Dimenzionisanje ulivne pušnice,
- Rešavanje sistema odvajanja ulivnog sistema,
- Određivanje oblika kanala razvoda i uliva u kalupne šupljine,
- Raspored ozračivanja,

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Milenko Sekulić, vanredni profesor.**



- Raspored vodećeg sistema,
- Raspored izbacivača,
- Smeštaj kanala za hlađenje,
- Izvedbu ploče za centriranje i pričvršćivanje alata na brizgaljku.

### 3. OSNOVNI ELEMENTI ALATA ZA BRIZGANJE PLASTIKE

Da bi alat mogao izvršiti postavljene zadatke mora imati sledeće elemente:

- ulivni sistem,
- kalupnu šupljinu,
- sistem izbacivanja,
- sistem vođenja kalupa,
- kućište,
- elemente za temperiranje kalupa.

### 4. PODELA ALATA ZA INJEKCIONO PRESOVANJE PLASTIKE

Kakav će biti tip alata koji treba konstruisati zavisi od više faktora: veličine i oblika proizvoda brizganja, mašine, veličine serije i vrste polimera od koga će proizvod da se brizga. Podela alata može da se izvrši na sledeće načine:

#### 4.1 Podela alata za injekciono presovanje plastike prema broju šupljina

4.1.1 Alati sa jednom kalupnom šupljinom

4.1.2. Alati sa više kalupnih šupljina

#### 4.2 Podela alata za injekciono presovanje plastike prema načinu izbacivanja

4.2.1 Alati sa izbacivačkim prstenom

4.2.2 Alati sa igličastim izbacivačima

#### 4.3 Podela alata za injekciono presovanje plastike prema broju podeonih ravni

4.3.1 Kalupi sa jednom podeonom ravni

4.3.2 Kalupi sa dve podeone ravni

4.3.3 Kalupi sa tri i više podeonih ravni

#### 4.4. Podela alata za injekciono presovanje plastike prema obliku otpreska

4.4.1 Alati za injekciono presovanje jednostavnih oblika

4.4.2 Alati za injekciono presovanje složenih oblika

4.4.3 Alati za injekciono presovanje otpresaka sa metalnim umecima

#### 4.5 Alati za izradu otpresaka sa navojem

#### 4.6 Alati sa grejnim ulivnim sistemom

#### 4.7 Podela alata za injekciono presovanje prema položaju vodica

4.7.1 Kalupi sa paralelnim vodicama

4.7.2 Kalupi sa kosim vođenjem

4.7.3 Kalupi sa konusnim vođenjem

### 5. TEHNOLOGIJE IZRADE ALATA ZA BRIZGANJE PLASTIKE

Izrada alata za injekciono brizganje plastike zahteva visok nivo znanja, veštine i radnog iskustva. Vrlo je bitno izabrati pravi način izrade, jer se tako može doći do smanjenja troškova izrade i uštede vremena.

U pogledu proizvodnje može se izabrati jedan od sledećih obradnih procesa:

- visokobrzinsko rezanje (HSC),
- EDM (elektroerozivna obrada),
- kombinacija ove dve metode.



Slika 1. Načini izrade alata za brizganje plastike

Tehnologija HSM omogućava povećanje skidanja materijala (zapreminu skinute strugotine) i povećanje kvaliteta obrađene površine, dok u isto vreme sila rezanja opada. Toplota proizvedena tokom obrade najvećim delom odlazi sa strugotinom, tako da se na alat i obradak prenese vrlo malo toplote za razliku od tradicionalne obrade. Kao rezultat toga, delovi sa tankim zidovima mogu da se obrađuju sa visokom preciznošću. Alati se prave od savremenih materijala koji omogućavaju duži radni vek. Keramičkim materijalima se može vršiti obrada i preko 1000 m/min, ali zbog njihove krutosti i niske otpornosti na termalna i udarna opterećenja njihova upotreba je znatno ograničena. CBN (kubni bornitrid) za čelike i PCD za obojene metale su pogodni za HSM zbog velike otpornosti na habanje i temperaturu.

Uspešan HSM je uvek u vezi sa odgovarajućim CAM softverom. Uvek treba da se koristi CAD – CAM sistem za razvoj (modeliranje proizvoda), dizajn (dizajn alata) i procesno planiranje (korišćenjem CAM programa) od istog proizvođača. Na ovaj način prenos podataka nije komplikovan jer njihovi formati nisu različiti. Važno je da CAM uključuje simulaciju glodanja, koje omogućava virtualnu proveru pre same mašinske obrade.

Elektroerozivna obrada (EDM), je jedna od najrasprostranjenijih netradicionalnih metoda obrade. Glavni razlog iz kojeg se ova metoda više bira od tradicionalnih, kao što su sečenje metala korišćenjem reznih alata, jeste što ona koristi termoelektrične procese da erodira nepoželjan višak materijala iz obratka i to čini serijom diskretnih električnih pražnjenja, tačnije stvaranjem varnica, koje se stvaraju između radnog predmeta i alata. Ovom metodom mašinske obrade moguće je ostvariti visok stepen proizvodnih operacija korišćenjem profilisanog ili neprofilisanog alata. Elektroerozivna obrada se koristi posebno u onim situacijama kada je mehanička obrada nekog mašinskog elementa nemoguća ili krajnje otežana, ili pri obradi tvrdih materijala (materijala otpornih na visoke temperature, koroziju itd.), takođe se primenjuje u izradi otvora veoma malih prečnika i veoma složenih kontura, kao i pri izradi vazdušno-kosmičkih i medicinskih alata. Kako tvrdoća materijala više ne predstavlja problem, ova metoda je postala veoma rasprostranjena i popularna.

### 6. PROJEKTOVANJE ALATA ZA BRIZGANJE ČEPOVA SREDNJE PREČKE I ČEP-MASKE VRATA KOMARNIKA

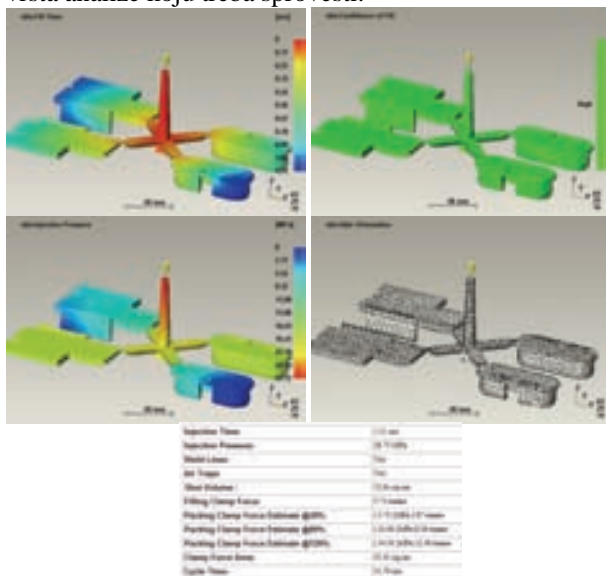
Čepovi vrata komarnika su komponente koje se nalaze između okvira vrata komarnika i srednje prečke. Njihova

uloga je da obezbede pozicioniranje i bolje prijanjanje prečke uz okvir pri njihovom stezanju. Čep-masku je pozicija koja se postavlja na vrh štoka vrata komarnika i prikriva eventualne nedostatke pri njegovom krojenju. Ove pozicije su jedne u širokom spektru pozicija koje proizvodi firma VIPOL iz Novog Sada. Na osnovu funkcije od pozicija dizajniran je njegov izgled u ProENGINEER-u. Ove pozicije su izložene opterećenjima i moraju izdržavati uslove povišene i niske temperature. Iz tih razloga kao materijal za izradu uzet je ABS (akrilonitril butadien stiren).



Slika 2. Čepovi vrata komarnika

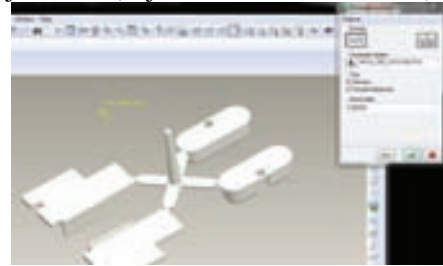
Za sklop jednih vrata potrebna su dva čepa srednje prečke i dve čep-maske. Proizvodnja ovih pozicija je srednjeserijska. Na osnovu ovih podataka doneta je odluka da se u alatu nalaze četiri jezgra (jedan set čepova vrata po jednom ubrizgavanju). Pre konstrukcije alata potrebno je izvršiti sve potrebne analize brizganja. One se vrše u posebnom modulu proENGINEER-a koji se naziva Plastic ADVISOR. Prvo je potrebno postaviti ulivak na željeno mesto ulivanja, koje se takođe određuje u ovom modulu, a zatim se unose vrsta materijala i parametri brizganja. Kao rezultat dobiju se prozori u kojima se bira vrsta analize koju treba sprovesti.



Slika 3. Rezultati analize brizganja u Plastic ADVISOR-u

Kada su obavljene sve potrebne analize pristupa se konstrukciji alata. Modul PreENGINEER-a u kom se vrši konstrukcija alata naziva se PRO-MOLD. Po uvođenju

kreiranog modela potrebno ga je povećati za procenat skupljanja ABS-a (koji se kreće od 0,4 do 0,7%).



Slika 4. Uvećanje za procenat skupljanja

Sledeći korak u konstrukciji alata jeste određivanje podeone ravni i formiranje muškog i ženskog umetka.

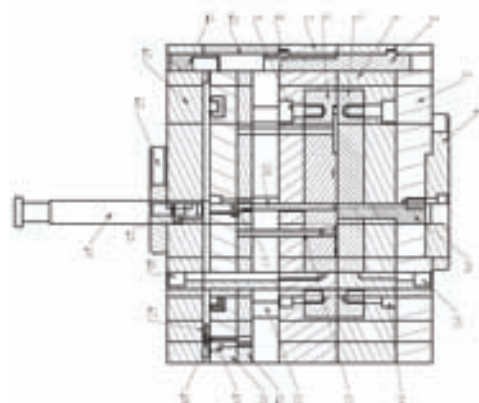


Slika 5. Formiranje umetaka

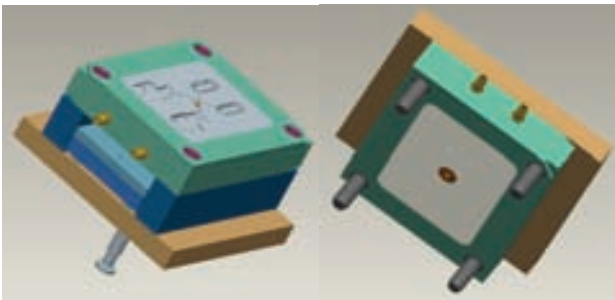
Dalja konstrukcija alata može da se nastavi u ovom modulu, ali kako bi se pojednostavila i ubrzala konstrukcija korišćen je 3D katalog od proizvođača standardne opreme Meusburger iz kojeg se sastavilo i uvezlo u ProENGINEER kompletno kućište.



Slika 6. Odabir kućišta iz kataloga MEUSBURGER



Slika 7. Sklopni crtež alata



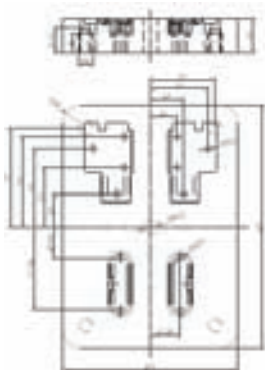
Slika 8. Pokretna i nepokretna forma u 3D prikazu

### Definisanje materijala

Pre definisanja kućišta bilo je potrebno definisati materijale svake komponente kućišta. Ono dolazi kao gotova roba iz austrijske firme Meusburger i materijali su definisani po EN standardu. Za sve ploče je uzet čelik sa oznakom 1.1730 obzirom da alat sadrži umetke koji će se kaliti, a sve vođice i vodeće čaure se izrađuju od materijala 1.7131 (sličan našem Č.4320 po SRPS-u) i okaljane su na približno 60 HRC. Kalupni umeci, muški i ženski, radiće se posebno od čelika definisanog po SRPS-u; 90MnV 8 (Č.3840).

## 7. IZRADA ALATA ZA BRIZGANJE ČEPOVA SREDNJE PREČKE I ČEP-MASKE VRATA KOMARNIKA

Alat za brizganje plastike predstavlja složen sistem sa velikim brojem pozicija. Standardizacija delova olakšava proces, kako u izradi tako i u prapratnoj tehnološkoj dokumentaciji. Tehnološka dokumentacija se mora izraditi za svaku poziciju koja se radi u sopstvenom proizvodnom pogonu. U njoj se definišu svi tehnološki procesi u izradi određene pozicije i to tako da izrada bude što brža i ekonomičnija. Kroz predstavljen primer alata biće definisana tehnička i tehnološka dokumentacija za ženski umetak obzirom da je to nestandardna pozicija alata. Obrada se vrši skidanjem strugotine, konvencionalnim i nekonvencionalnim metodama. One se međusobno dopunjuju radi postizanja željenog kvaliteta obrade ili postizanja određene geometrije forme.



Slika 9. Radionički crtež ženske forme

U izradi alata za brizganje plastike veliku ulogu imaju CNC mašine. Odgovarajućim softverom se generiše kod koji mašina prepoznaje i izvršava redom po rečenicama. Kao softver u kome je definisana potrebna obrada i alati takođe je korišćen ProENGINEER.

Posle definisanja mašine na kojoj će biti rađena obrada i njenog koordinatnog sistema, definiše se pripremak, strategija obrade i geometrija alata. Na ovaj način je definisano sve potrebno za generisanje G-koda.

```
% n 1 mpf
N10 G0 G54 G17 X0. Y0. Z50.
N20 S1800 M3 M8
N30 G00 X-47.067 Y-32.15
N40 G00 Z3.
N50 G01 X-50.254 Z2.889 F150.
N60 G01 X-50.013 Y-31.592 Z2.868
N70 G01 X-49.816 Y-30.947 Z2.844
N80 G01 X-49.696 Y-30.283 Z2.82
N90 G01 X-49.656 Y-29.609 Z2.797
.
.
.
.
.
N9910 G01 Y35.143
N9920 G01 X-57.48
N9930 G01 Y32.302
N9940 G01 X-55.356
N9950 G02 X-52.656 Y29.602 I0. J-2.7
N9960 G01 Y26.143
N9970 G01 Z3.
N9980 M5
N9990 M30
%
```

Slika 10. Program u G kodu

## 8. ZAKLJUČAK

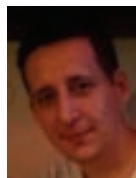
Alat za brizganje plastike predstavlja složen sistem elemenata. Pre njegove konstrukcije potrebno je dobro proučiti zahtevani proizvod iz tehničkog aspekta (izbor plastike, dimenzionisanje, odnos debljine zidova). Oni dostižu veliki broj ciklusa rada, što proces brizganja stavlja na sam vrh prerada plastičnih masa.

U ovom radu je prikazano projektovanje i izrada alata za brizganje čepova srednje prečke i čep – maske vrata komarnika uz tehničku i tehnološku dokumentaciju. Prilikom projektovanja i izrade ovog alata korišćen je softver – ProENGINEER u kombinaciji sa savremenim obradama visokobrzinskog glodanja i EDM obrade. Na ovaj način značajno je smanjeno vreme izrade uz povećan kvalitet obrađene površine.

## 9. LITERATURA

- [1] Perošević B.: *Kalupi za injekciono presovanje plastomera (termoplasta)*, Naučna knjiga, Beograd, 1988.
- [2] Sekulić M.: *Inovacione tehnologije*, Skripta, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2012.
- [3] Gostimirović M.: *Nekonvencionalni postupci obrade*, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2012.

### Kratka biografija:



**Nikola Žutković** rođen je u Bačkoj Palanci 1986. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Proizvodnog mašinstva odbranio je 2016.god.



**Milenko Sekulić** rođen je u Prijepolju 1966. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2007. god., a od 2012. je zvanju vanrednog profesora. Uža naučna oblast su procesi obrade skidanjem materijala.

**PODRŠKA LABOURHOOD SISTEMU ZA UPRAVLJANJE PROJEKTIMA  
UPOTREBOM MOBILNE TEHNOLOGIJE****DEVELOPMENT OF MOBILE APPLICATION FOR THE LABOURHOOD PROJECT  
MANAGEMENT SYSTEM**

Vladimir Horvat, Milan Vidaković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

**Kratak sadržaj:** U radu će biti izvršena analiza i implementacija mobilne aplikacije za podršku sistemu za upravljanje projektima – Labourhood. Mobilna aplikacija će omogućiti korisniku da se prijavi na sistem, da kreira projekte i zadatke u okviru njih, kao i da meri vreme potrebno za realizaciju zadatka. Mobilna aplikacija će komunicirati sa Labourhood sistemom preko REST servisa. Za realizaciju aplikacije biće korišćen Java programski jezik.

**Abstract:** This paper deals with the analysis and the implementation of a mobile application for the Labourhood Project Management System. The mobile application will allow the user to log in to the system, to create projects and tasks within them, as well as to measure the time required for the implementation of tasks. The mobile application will communicate with the Labourhood system via REST services. For the development of the application, Java programming language will be used.

**Ključne reči:** Android, Upravljanje projektima, RESTful, REST servisi, JSON

**Key words:** Android, Project management, RESTful, REST services, JSON

**1. UVOD**

Labourhood (<http://www.labourhood.com>) je *cloud based* alat za upravljanje projektima koji je u protekle dve godine razvio tim programera na čelu sa prvim autorom ovog rada, za potrebe švedske kompanije *Labourhood AB*. Cilj je bio da se napravi sistem koji bi otklonio manjkavosti različitih drugih alata za upravljanje projektima i zadovoljio potrebe cele vertikalne različitih tipova korisnika (od pojedinaca, do korporacija), ne gubeći na kvalitetu korisničkog iskustva. Sistem trećim licima stavlja na raspolaganje API, čijom upotrebom je realizovana aplikacija za mobilne uređaje kao predmet ovog rada.

Upotrebom sistema, postalo je jasno da je projekt menadžerima i izvršiocima zadataka potrebna mogućnost da beleže vreme provedeno na nekom zadatku i ako nisu pri računaru. To je pogotovo evidentno sa terenskim

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad je proistekao iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Milan Vidaković.**

radnicima. Naknadno ubacivanje vremena se ispostavilo kao nefunkcionalno i razvijanje mobilne aplikacije koja će im omogućiti da na licu mesta u svakom trenutku izvrše unos, bila je inspiracija za realizaciju ovog projekta.

**2. REST**

Kako je fokus ovog rada Android aplikacija koja intenzivno koristi RESTful servise, na početku ove sekcije će biti opisano kako ta komunikacija funkcioniše.

REST servis je Internet lokacija kojoj pristupamo HTTP zahtevom, koji je jednog od sledeća četiri tipa:

- GET
- POST
- PUT
- DELETE

gde svaki tip predstavlja određenu nameru (GET – dobiti podatke, POST – kreirati, PUT – ažurirati, DELETE – obrisati) ka entitetu (strukturi podataka) datog sistema koji implementira REST servise. Oni obrađuju naš zahtev i mogu poslati neki odgovor, te na taj način imamo jasnu semantičku komunikaciju između dva sistema.

Za realizaciju ovog rada, kreirana je klasa koja implementira REST komunikaciju. Objekte ove klase kreiramo prosleđivanjem listi sa ulaznim i izlaznim parametrima. Lista sa izlaznim parametrima je u startu prazna i kasnije se popunjava izlaznim podacima, kako bi rezultat asinhrono obrade bio dostupan u *scope*-u pozivnog objekta. Postoji više načina da se to obezbedi, a ovo je jedan od njih.

JSON objektu, kao izvoru parametara potrebnih za slanje serveru, upravlja se geterom i seterom, a čuva se i String verzija objekta.

*setMethod* je još jedan seter, kojim pozivne metode objektu daju do znanja da će poziv koji usledi biti određenog HTTP tipa (metoda).

Poziv se vrši uz pomoć Androidove *AsyncTask* pomoćne klase. Ona pokreće novi *thread doInBackground* metodom, kako *UI* nit ne bi osetila bilo kakvo usporavanje, u njemu šalje zahtev i kad stigne odgovor, prosleđuje ga nazad na *UI thread*. Odgovor servera je potrebno obraditi. U ovom slučaju odgovor je isto u JSON formatu, pa prasiiranje nije zahtevno, te se može vršiti u *UI thread*-u. Inače nije nikakav problem prvo odraditi prasiiranje u odvojenoj niti, a u *UI thread* vratiti obrađen odgovor, ukoliko za tim ima potrebe.

Obradeni odgovor se postavlja u *out* promenljivu.

### 3. TAJMER

Prilikom pokretanja aplikacije prva klasa koja se instancira je *MainActivity.class*. Već na samom startu imamo račvanje, zato što aplikacija pokušava da vidi da li je korisnik već prijavljen na sistem ili nije i učita adekvatan *View*. Ova provera se sastoji u čitanju iz *SharedPreferences* objekta, tj. iz trajne memorije. Ukoliko korisnik nije prijavljen na sistem, eksplicitnim *intentom* se poziva *LoginView*. Po uspešnom prijavljivanju, aktivnost se jednostavno završava i fokus se vraća na *MainActivity*.

Kao što je već spomenuto, *View*-ovi imaju svoj životni ciklus. Prilikom rotiranja uređaja *View* biva uništen, pa ponovo kreiran. Prilikom dolazećeg poziva, isto kao i ako korisnik pritisne *Home* dugme, *View* se pauzira, pa nastavlja funkcionisanje po povratku, uz rizik da bude uništen ukoliko operativnom sistemu zatrebaju resursi. Zbog ovih stvari potrebno je implementirati metode koje reaguju na događaje životnog ciklusa i snimiti trenutno stanje *View*-a, da bi se kasnije moglo rekreirati. Zapravo, radi se samo o nekim detaljima i *custom* rešenjima, pošto Android vodi računa o sopstvenim komponentama.

```
public class Globals extends Application {
    HashMap<String, Object> obj;
    public Globals() {
        this.obj = new HashMap<String, Object>();
    }
    public Object get(String s, Object dflt) {
        Object out;
        try {
            out = obj.get(s);
        }
        catch (Exception e) {
            out = dflt;
        }
        return out;
    }
    public void set(String s, Object obj) {
        this.obj.put(s, obj);
    }
}
```

Listing 1. *Globals.java*

Da ne bi svaki put pisali na spoljnu memoriju, što je skupa operacija i po vremenu i po utrošku baterije, sve detalje stanja smeštamo u globalnu promenljivu i čitamo odatle. Globalna varijabla je zapravo *HashMap*-a unutar objekta klase *Globals* (prikazan u listingu 1) koja proširuje *Application* klasu i time postaje singleton koji je univerzalno dostupan svim ostalim objektima unutar aplikacije. Ono što ne valja kod ovakvog pristupa je to što ne možemo da garantujemo da se singleton zbog nečega, iako to može retko da se desi, neće resetovati i tako prouzrokovati *NullPointerException*, ali rešenje ovog problema u slučaju ove aplikacije je da se sve jednostavno postavi na početna podešavanja i korisnik vrati na prvi ekran. Razlog zašto je ovo prihvatljivo je taj što se to izuzetno retko dešava i veća je korist ubrzanje koje se dobija.

### 4. PROVERA INTERNET KONEKCIJE

Prilikom prijavljivanja na sistem prilikom inicijalizacije *layout*-a *MainActivity*, ili pre bilo kakve komunikacije putem Interneta, moramo prvo da proverimo da li je ta konekcija prisutna. U tom zadatku pomažu nam dve klase:

1. *CheckInternet*
2. *NetworkStateReceiver*.

### CheckInternet

Pretraživanjem foruma neko može steći zaključak da je ova operacija jednostavna. Inicijalizuje se *ConnectivityManager* i pozove odgovarajuća metoda (*getActiveNetworkInfo*). Ali taj zaključak je pogrešan, jer se tako dobija podatak samo o tome da li uređaj ima pristup mreži, a ne i da li na njoj postoji Internet saobraćaj. Da bi stvari bile još komplikovanije, ako treba da komuniciramo sa određenim serverom, onda i taj server mora da bude funkcionalan i u mogućnosti da šalje odgovore. Prema tome, potrebno je *ping*-ovati server, i ako se dobije HTTP odgovor 200, možemo da komuniciramo sa serverom, inače je potrebno primeniti alternativan tok.

*CheckInternet callAsyncTask* metoda asinhronim putem u drugoj niti poziva adresu

<http://www.labourhood.com/api.v.0.1>

### NetworkStateReceiver

Pošto je prvi korak za proveru Internet konekcije da uređaj uopšte ima pristup mreži, možemo zatražiti podatak ili svaki put kad je potreban, ili eksplicitno, pokretanjem metoda prethodno opisane klase ili podesiti da nas sam uređaj obaveštava o promeni dostupnosti mrežne konekcije. Android OS to radi preko *BroadcastReceiver*-a, i ako imamo neku klasu, u našem projektu *NetworkStateReceiver*, koja proširuje *BroadcastReceiver*, uz pomoć *onReceive* metode smo u mogućnosti da odreagujemo na događaj uključivanja ili isključivanja mrežne opcije. Ako je isključena, dalja provera je nepotrebna i rezultat možemo smestiti u globalnu varijablu.

### 5. TAJMER EKRAN

Nakon startovanja aplikacije, nakon provere Internet konekcije i nakon prijavljivanja na sistem, dolazimo do tajmer ekrana aplikacije. On prikazuje, u osnovnoj verziji, jedan ili dva padajuća menija, kao i *start* i *specify time* dugmad. Padajući meniji se nalaze u *expandable* listi, u srednjem od tri elementa. Preostala dva će se u daljem razvoju iskoristiti za proširivanje funkcionalnosti. Ostali elementi koji se nalaze u ovom fragmentu su skriveni i biće opisani kasnije.

Prvi padajući meni (u Android žargonu *spinner*) sadrži nazive i *ID*-eve projekata kojima trenutno ulogovani korisnik ima pristup. Ove podatke je prikupio prilikom inicijalizacije *MainActivity* aktivnosti, kada je kontaktiran *labourhood.com* server i zatraženi su ovi podaci putem REST servisa.

Klasa *ExpandableListAdapter* definiše prikaz i ponašanje elemenata u okviru *View*-ova koji se ponavljaju u listi, između ostalog definiše i *onClick event listener* kada se izabere stavka iz padajućeg menija. Androidov metod *onItemSelected* služi upravo za to, ali mana mu je što se poziva svaki put kad se bilo šta događa sa *spinner*-om, bez obzira da li je korisnik inicirao događaj, ili neka druga komponenta, pa je poželjno postaviti istu metodu i na *listener* za *onTouch* događaj, koji je sigurno izazvao korisnik.

Po izboru projekta i dobijanju spiska taskova koje taj projekat sadrži, korisnik je slobodan da izabere task za koji želi da beleži utrošeno vreme.

Pritiskom na dugme „*specify time*“ *View* se vizuelno transformiše. Elementi koji su bili vidljivi (*expandable* lista i *specify time* dugme) sada se skrivaju i novi *layout, grid layout* sa svojim elementima koji su bili skriveni, se prikazuje. Elementi, koji su tabelarno poslagani, prikazuju vreme i datum pokretanja tajmera koji bi se uzeli u obzir, kada bi pritisnuli dugme „*start*“, dajući korisniku mogućnost da pomeri vreme pokretanja u prošlost, u kom slučaju bi tajmer prikazao već neko utrošeno vreme, ili u budućnost čime bi se sistemu stavilo do znanja da samostalno započne praćenje vremena u izabrano vreme.

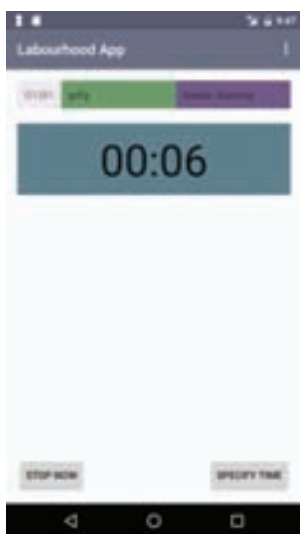
Ove razlike su u domenu rada serverske aplikacije, a što se mobilne aplikacije tiče, sličnost je u tome što je samo potrebno zabeležiti trenutni *timestamp* i izabran datum i vreme, dok su razlike vizuelne prirode. U prvom slučaju, po startovanju tajmera, on će biti redovno prikazan, dok u drugom ostajemo na prvobitno opisanom tajmer ekranu, uz za sad *Toast* poruku o zakazivanju početka merenja vremena.

Za izbor datuma i vremena koristimo dve gotove Android komponente, *DatePickerDialog* i *TimePickerDialog*. U pitanju su dva *widget*-a koji pružaju izbor vremena i datuma jednostavnom dodirnom, umesto unosom vrednosti.

### Start dugme

Pritiskom na start dugme dolazi do sledećih aktivnosti:

1. Ako je start vreme podešeno na buduće vreme, prikazuje se poruka o zakazivanju i tu je kraj slučaja.
2. Inače, *layout* se menja. Do sada prikazani elementi se skrivaju, a prikazuju se do sada skriveni elementi koji uključuju *Stop* dugme i *Chronometer* komponentu koja će nam pokazati koliko vremena je prošlo od realnog ili predefinisiranog starta. *Specify time* ostaje prisutan zato što smo u mogućnosti da izaberemo vreme zaustavljanja isto kao što imamo tu mogućnost i za pokretanje brojača. Izgled ekrana je prikazan na slici 1.



Slika 1 - Izgled ekrana pokrenutog tajmera

3. Kreira se JSON objekat koji će služiti za transport parametara ka serveru. U njega smeštamo sve potrebne vrednosti, kao što su
  - ID korisnika (*uid*)

- ID projekta (*proid*)
- ID taska (*nid*)
- trenutno vreme (*now*)
- vreme početka (*time\_start*)

Iako na osnovu taska server može da sazna ID projekta, šaljemo mu taj podatak da bi izbegli nepotrebni dodatni upit baze podataka.

Kada serveru isporučimo vreme početka, on može samo da kreira novi tajmer, postavljajući kao vreme početka podatak koji je dobio od mobilne aplikacije, ali postoji jedan problem. On se sastoji u tome da mi ne možemo da garantujemo da će mobilni uređaj imati korektno podešeno vreme. Tako će trenutno pokrenut tajmer na mobilnom uređaju čiji sat kasni npr. 15 min, prikazivati da je proteklo 0 minuta, ali će proverom stanja na sistemu preko *web browsera online* tajmer pokazivati da je proteklo 15 minuta. Da bi eliminisali ovu grešku moramo uvek slati i trenutno vreme uređaja, kako bi se eventualna razlika kompenzovala.

4. Sada se proverava Internet konekcija i ukoliko je nema, aplikacija nastavlja rad u *offline* modu, zato što je nedostatak Interneta ne sprečava da zabeleži vreme i kasnije, kada se konekcija obezbedi, isporuči serveru. U međuvremenu JSON objekat se smešta u spoljnu memoriju pomoću *PreferenceManager*-a.
5. Ukoliko imamo pristup Internetu, inicijalizuje se REST objekat i njegovim metodama se setuju parametri za slanje, metod koji će se koristiti i asinhronim putem inicijalizuje slanje.

### Stop dugme

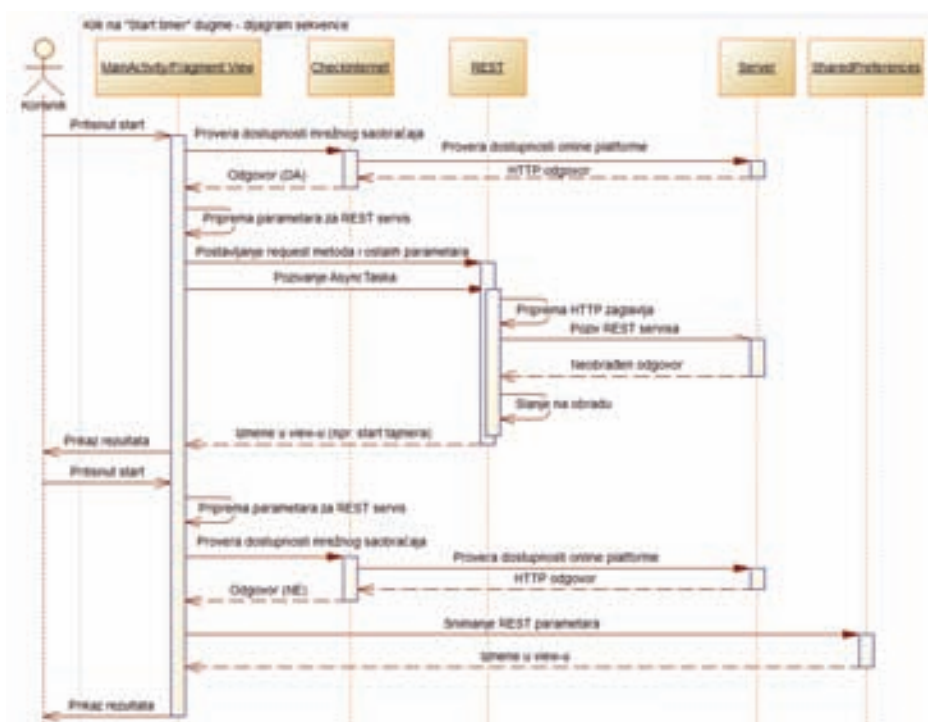
Pritiskom na stop dugme dolazi do sledećih aktivnosti:

1. Ako je stop vreme podešeno na buduće vreme, prikazuje se poruka o zakazivanju i tu je kraj slučaja.
2. Ako je stop vreme podešeno da je pre početnog vremena, prikazuje se poruka o grešci i tu je kraj slučaja.
3. Inače, *layout* se menja. Prikazuje se početni *layout* tajmer ekrana.
4. Kreira se JSON objekat koji će služiti za transport parametara ka serveru.
5. Sada se proverava Internet konekcija i ukoliko je nema, aplikacija nastavlja rad u *offline* modu.
6. Ukoliko imamo pristup Internetu, inicijalizuje se REST objekat i njegovim metodama se setuju parametri za slanje, metod koji će se koristiti i asinhronim putem inicijalizuje slanje.

Dijagram 1 prikazuje opisani *workflow*.

### Offline mod

Svrha aplikacije je da beleži vreme koje korisnik provede radeći na tasku. U svojoj suštini radi se o aplikaciji imitiranja štoperice, koja je malo proširena sinhronizacijama sa sistemom za upravljanje projektima. Za tu suštinsku funkcionalnost nije potreban Internet, a ostale stvari je moguće rešiti metodom koji će upravo biti opisan, tako da nema razloga da aplikacija bez Interneta ne funkcioniše.



Dijagram 1. Klik na "Start timer" dugme - dijagram sekvence

Da bi ovo izveli, potrebno je u memoriji aplikacije ili uređaja skladištiti određene podatke koje korisnik izgeneriše tokom *offline* upotrebe, od kojih su najvažniji JSON objekti generisani u start i stop događajima. Da bi se tajmer stopirao, potrebno je da znamo koji tajmer stopiramo. Uz prisustvo Internet konekcije to je jednostavnije, jer upitom servera dobijemo ID tajmera, ali ukoliko je isto kreiran u *offline* modu, on zapravo nikada nije kreiran na serveru i ne postoji ID koji bi nam pomogao. Zbog toga treba da kreiramo sopstveni *offline* ID (u aplikaciji *latid*), koji se čuva u registru *offline* ID-eva u memoriji aplikacije kao globalna promenljiva.

Prilikom detektovanja izlaska iz *offline* moda (*NetworkStateReceiver*), svi JSON objekti i registar ID-eva se jednim POST pozivom servera pošalju i zatim brišu iz memorije. Server na osnovu podataka kreira i stopira određeni broj tajmera, i šalje nam nazad ID poslednjeg kreiranog tajmera koji nije stopiran, ako takav postoji. Taj ID zamenjuje poslednji *latid*, kako bi mogli nesmetano da nastavimo funkcionisanje u *online* modu.

## 6. ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada je bio realizacija *Android* aplikacije koja će služiti kao podrška Sistemu za upravljanje projektima sa fokusom na tajmer funkciji.

Zadatak je realizovan tako što je korišćen API samog sistema za iniciranje naredbi za kreiranje, brisanje, ažuriranje i pribavljanje podataka. API implementira *RESTful web* servise, pa je i komunikacija sa strane aplikacije morala da bude prilagođena tom standardu. Rezultat servisa je izlaz u JSON formatu, koji je bilo potrebno parsirati da bi podaci bili prikazani pomoću odgovarajućih *Android* komponenti.

Sledeća faza ovog projekta podrazumevaće dovođenje aplikacije u stanje potrebno za publikovanje, pre svega sa

vizuelnog aspekta, a dalji razvoj podrazumevaće proširivanje tajmera sa listom trenutno aktivnih tajmera u drugim projektima, mogućnost pokretanja više tajmera od strane istog korisnika za jedan projekat, izbor servisa i vremenskih kategorija, što su sve mogućnosti koje pruža *online* sistem. Kasnije će se verovatno uvesti mogućnost pauziranja i fokus aplikacije sa tajmera proširiti i na druge delove sistema.

## 7. LITERATURA

- [1] Gilski P., Stefanski J. (2015). *Android OS: A Review*, Journal Technology, Education, Management, Informatics, TEM Journal, V. 4(1), p. 116-120
- [2] Lee W.M. (2011). *Beginning Android Application Development*. Wiley Publishing.
- [3] <https://developer.android.com/training/basics/activity-lifecycle/starting.html>
- [4] <http://stackoverflow.com/questions/2056/what-are-mvp-and-mvc-and-what-is-the-difference>

### Kratka biografija:

**Vladimir Horvat** rođen je 05.07.1980. u Subotici, Republika Srbija. Osnovnu školu i srednju ekonomsku školu "Bosa Milićević" završio je u Subotici. 2003. diplomira na Višoj Tehničkoj Školi u Subotici, odsek za Tehničku Informatiku, (inženjer informatike), a godinu dana kasnije po bolonjskom planu i programu na sada Visokoj Tehničkoj Školi u Subotici. Iste godine upisuje Fakultet Tehničkih Nauka u Novom Sadu odsek računarstvo i automatika. Položio je sve ispite predviđene planom i programom, a diplomirao je u septembru 2016. godine. Od 2000. radio je u više firmi kao web developer, a od 2010. je vlasnik i direktor Fermicoding Internet Inženjering, preduzeća za izradu web sistema u Drupal i PHP tehnologijama.

**Milan Vidaković** rođen je u Novom Sadu 1971. godine. Na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu završio je doktorske studije 2003. godine. Na istom fakultetu je 2014. godine izabran za redovnog profesora iz oblasti *Primenjene računarske nauke i informatika*.

**MERENJE MIKROMETARSKIH POMERAJA KORIŠĆENJEM OPTIČKIH VLAKANA  
MICROMETER DISPLACEMENT MEASUREMENT USING OPTICAL FIBERS**Jan Križan, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

**Kratak sadržaj** – U ovom radu je predstavljena realizacija fiber optičkih senzora za merenje mikrometarskih pomeraja baziranih na promeni inteziteta svetlosti u optičkom vlaknu. Realizovani su senzori za merenje linearnog pomeraja korišćenjem para optičkih vlakana debljina 1 mm i 1,5 mm, snopa staklenih optičkih vlakana debljine 125  $\mu\text{m}$  i optičkih račvi sa vlaknima debljine 1 mm i 1,5 mm. Analizirani su dobijeni i simulirani rezultati.

**Abstract** – In this paper fiber optic sensors for micrometer displacement measurement based on light intensity change in the optical fibers are presented. Sensors for displacement measurement were realized using a pair of 1mm and 1.5mm diameter optical fibers, a bundle of 125  $\mu\text{m}$  glass optical fibers and optical couplers with 1mm and 1.5mm diameter optical fibers. Measured and simulated results were analyzed.

**Cljučne reči:** Fiber optički senzori, merenje pomeraja

**1. UVOD**

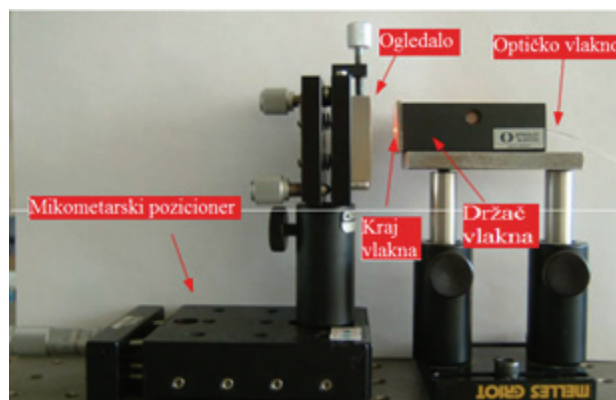
Linearni pomeraj je promena dužine između dve tačke koje leže na pravoj liniji. Primarna funkcija senzora pomeraja je merenje translatorskog kretanja tela. Oni se često koriste i kao sekundarni pretvarači u nernim uređajima u kojima se merena fizikalna veličina (mehaničko naprezanje, sila, pritisak, nivo, temperatura i dr.) pomoću primarnog senzora prvo pretvori u linearni pomeraj.

Osim toga, merenje pomeraja sastavni je deo merenja veličina kao što su: relativni pomeraj, površina, zapremina, brzina, ubrzanje i dr. [1]. Metode merenja linearnog i ugaonog pomeraja su mehaničke, radijacione i električne, u koje spada i opisana metoda korišćenjem optičkih vlakana.

Za realizaciju ovog rada je korišćen elektronski merni uređaj Intenziometrijski fiber-optički senzorski interogatorski sistem - IFOSIS, koji predstavlja uređaj za merenje intenziteta svetlosti u plastičnim optičkim vlaknima. Merene su karakteristike plastičnih optičkih vlakana debljina 1mm i 1,5mm i snopa staklenih optičkih vlakana debljine 125  $\mu\text{m}$ .

**2. EKSPERIMENTALNA POSTAVKA**

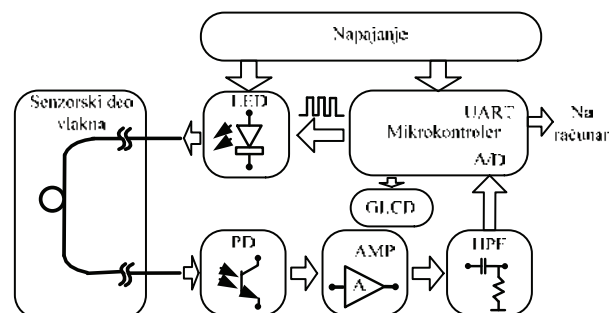
Na slici 1 prikazana je postavka eksperimenta za merenje karakteristika korišćenih optičkih vlakana.



Slika 1. Postavka eksperimenta

Na kraju optičkih vlakana postavljeno je ogledalo (reflektujuća površina). Ogledalo je pričvršćeno na precizni manualni mikrometarski pozicioner proizvođača Oriol Inc. Minimalni translatorski korak pozicionera je 10  $\mu\text{m}$ . Translacijom pozicionera rastojanje između kraja vlakna i ogledala se menja što dovodi do promena u intenzitetu primljene svetlosti.

Kao merni instrument je korišćen IFOSIS, čija blok šema se nalazi na slici 2.



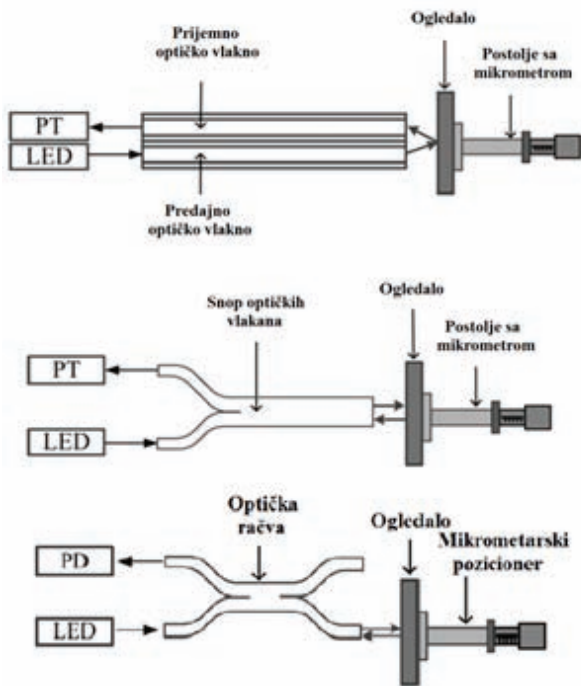
Slika 2. Blok šema IFOSIS-a

Merene su karakteristike fiber optičkih senzora sa parom plastičnih optičkih vlakana debljina 1mm i 1,5mm, snopom staklenih optičkih vlakana debljine 125  $\mu\text{m}$  i sa optičkim račvama debljina 1mm i 1,5mm. Na slici 3 se nalazi šematski prikaz eksperimentalne postavke za sva tri tipa senzora, respektivno

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Miloš Živanov.

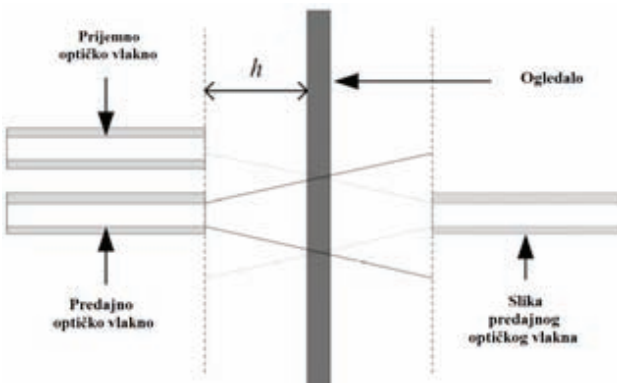




Slika 3. Šematski prikaz eksperimentalne postavke

### 3. PRINCIP RADA

Slika 4. prikazuje osnovnu šemu fiber optičkog senzora za merenje pomeraja baziranu na odbijanju svetlosti. Ovaj senzor sadrži dva optička vlakna od kojih je prvo vlakno predajno a drugo vlakno prijemno. Ogledalo koje može da se pomera predstavlja reflektujuću površinu i postavljeno je ispred krajeva optičkih vlakana. Ogledalo je postavljeno na udaljenosti  $h$  od krajeva optičkih vlakana.



Slika 4. Model senzora za merenje pomeraja

Predajno i prijemno optičko vlakno mogu se predstaviti kao dva optička vlakna postavljena ispred prijemnog vlakna i iza ogledala (lika predajnog optičkog vlakna) kao što je prikazano na slici 4. Odbijenu svetlost prijemno optičko vlakno vidi kao svetlost koja dolazi od lika predajnog vlakna.

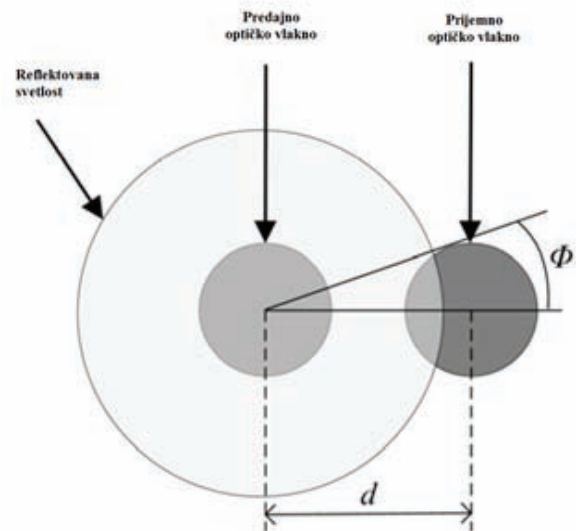
Kako su optička vlakna postavljena na rastojanju  $h$  ispred ogledala, slika predajnog vlakna se formira na rastojanju  $h$  iza ogledala. Slika predajnog optičkog vlakna vidi se na rastojanju  $2h$  od pozicije predajnog optičkog vlakna. Svetlost koja se prenosi, napušta predajno optičko vlakno pod maksimalnim uglom od  $\theta_{NA}$ . Odbijena svetlost formira konusni oblik od lika predajnog optičkog vlakna sa uglom konusa  $\theta_{NA}$  datim numeričkom aperturom NA:

$$NA = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} = n_0 \sin(\theta_{NA}) \quad (1)$$

$$\theta_{NA} = \arcsin\left(\frac{NA}{n_0}\right) \quad (2)$$

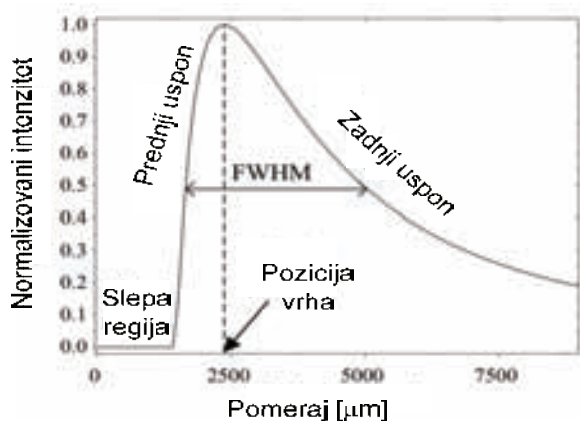
gde je  $n_1$  indeks prelamanja jezgra vlakna,  $n_2$  indeks prelamanja omotača i  $n_0$  indeks prelamanja sredine u kojoj se vlakna nalaze. U našem slučaju  $n_0$  je vazduh pa je njegova vrednost jednaka 1.

Rad senzora za merenje pomeraja sa dvostrukim vlaknom je baziran na modulaciji intenziteta svetlosti odbijene od reflektujuće površine, što je u ovom slučaju ogledalo. Kao što možemo videti na slici 4. slika predajnog optičkog vlakna stvara krug odbijenog svetla na reflektujućoj površini.



Slika 4. Preklapajuća oblast na reflektujućoj površini

Za mala rastojanja  $h$  ne postoji preklapanje između prijemnog optičkog vlakna i reflektujućeg svetlosnog kruga. Količina svetlosti koja je primljena u prijemnom optičkom vlaknu u ovom slučaju iznosi 0. Ova oblast se naziva „slepa regija” (Slika 5.). Dužina ove oblasti takođe zavisi i od rastojanja između osa predajnog i prijemnog optičkog vlakna  $d$ , poluprečnika vlakana, njihove ugaone orijentacije jednog u odnosu na drugo i u odnosu na ogledalo (slika 4). Kako se rastojanje  $h$  povećava, poluprečnik kruga reflektovane svetlosti se povećava i počinje da se preklapa sa prijemnim optičkim vlaknom. Dalje povećanje  $h$  će povećati oblast preklapanja, i rezultat toga je povećanje snage primljene svetlosti na prijemnom optičkom vlaknu. Povećanje preklapajuće oblasti i smanjenje intenziteta usled povećanja radijusa reflektovanog kruga nastavlja da se dešava sve dok se prijemno optičko vlakno i krug reflektovane svetlosti ne preklape u potpunosti. Primljeni intenzitet prikazuje aproksimativno linearnu promenu u ovom regionu (prednji uspon na slici 5.). Sa daljim povećanjem rastojanja  $h$ , preklapajuća oblast ostaje konstantna, a intenzitet primljene svetlosti se smanjuje inverznim kvadratnim zakonom (nelinearna promena – zadnji uspon). Na slici 5 takođe je prikazana puna širina na polovini maksimuma (FWHM) kao i pozicija maksimuma. Za fiber optički senzor napravljen od optičke račve postoji samo zadnji nagib karakteristike sa slike 5.



Slika 5. Karakteristike fiber optičkog senzora

Ukupan poluprečnik  $R$  svetlosnog konusa na ravni predajnog i prijemnog optičkog vlakna dat je izrazom:

$$R = a + 2h \cdot \text{tg}(\theta_{NA}) \quad (3)$$

gde  $a$  predstavlja poluprečnik jezgra optičkog vlakna.

Izraz za faktor efikasnosti  $\eta$  (4) izveden je iz [2]:

$$\eta(2h, n_0) = \frac{P_r(2h, n_0)}{P_i} = 2 \int_{R_i}^{R_2} \int_0^{\Phi_c} R_m T_i(n_0) T_r(r, 2h, n_0) \times \frac{2}{\pi R^2(h)} \left(1 - \frac{r^2}{R^2(h)}\right) r d\Phi dr \quad (4)$$

gde je  $P_r(2h, n_0)$  je snaga svetlosti prikupljene na prijemnom optičkom vlaknu,  $P_i$  je totalna snaga puštena kroz predajno optičko vlakno,  $R_m$  je reflektivnost ogledala,  $T_i(n_0)$  i  $T_r(r, 2h, n_0)$  su Fresnelovi koeficijenti transmisije predajnog i prijemnog optičkog vlakna respektivno;  $r$  je udaljenost od ose predajnog vlakna,  $\Phi$  je ugao azimuta a  $h$  je udaljenost vlakana od ogledala. U izrazu (4) drugi izdvojeni član predstavlja paraboličnu distribuciju intenziteta duž prečnika optičkog vlakna.

#### 4. REZULTATI MERENJA I SIMULACIJE

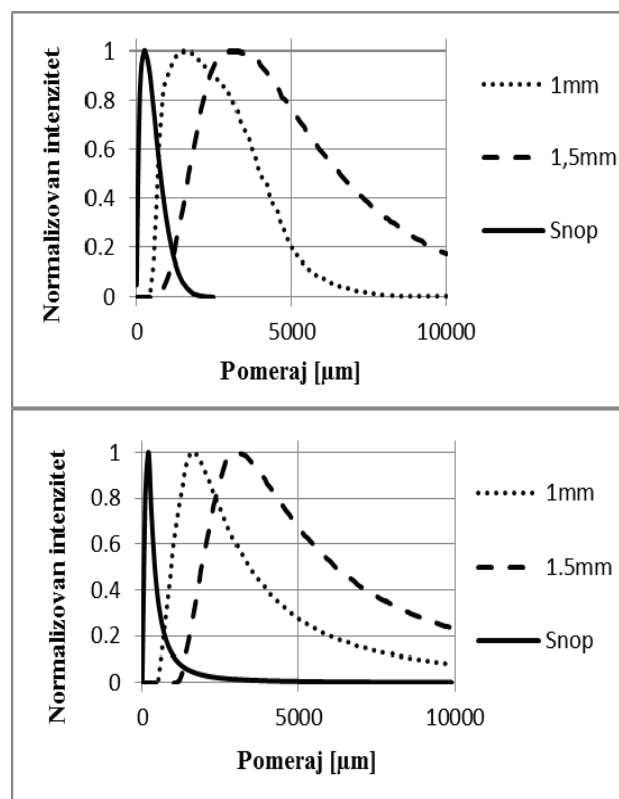
Izmereni i simulirani rezultati za realizovane senzore za merenje pomeraja prikazani su na slikama 6 i 7. Pojednostavljena simulacija iz [18] bazirana na distribucija intenziteta korišćenjem izraza (6.4) je vršena u programskom paketu LABVIEW koristeći numeričku integraciju. Izmereni rezultati se slažu sa simulacijom, kao što može da se vidi sa slika.

Eksperimentalne krive se dobro slažu sa uprošćenom simulacijom. Odstupanje izmerenih rezultata simulacija javljaju se usled neidealno paralelnih i neidealno ispoliranih vlakana. Takođe, odstupanje se javlja usled greške aproksimacije distribucije intenziteta.

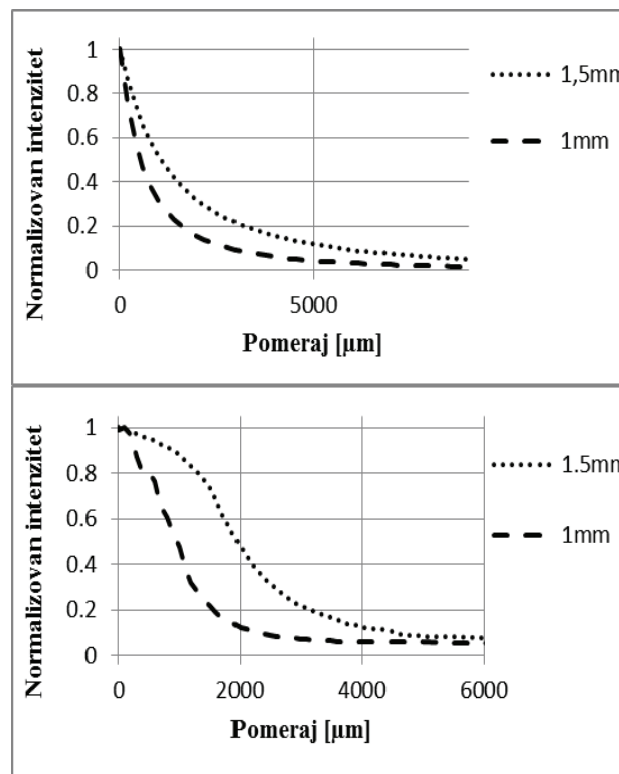
Povećanjem debljine upotrebljenih optičkih vlakana opada osetljivost senzora a raste merni opseg, što se vidi iz dobijenih rezultata.

Postignuta osetljivost na prednjem nagibu karakteristike je  $15,82 \text{ mV}/\mu\text{m}$  u opsegu  $0-100 \mu\text{m}$  za fiber optički senzor za merenje pomeraja sa snopom vlakana,  $8,71 \text{ mV}/$

$\mu\text{m}$  u opsegu od  $500-800 \mu\text{m}$  za fiber optički senzor za merenje pomeraja od plastičnog optičkog vlakna prečnika  $1 \text{ mm}$  i  $2,01 \text{ mV}/\mu\text{m}$  u opsegu od  $1000-2600 \mu\text{m}$  za senzor za merenje pomeraja od plastičnog optičkog vlakna prečnika  $1,5 \text{ mm}$ .



Slika 6. Merene i simulirane karakteristike senzora sa parom i snopom optičkih vlakana



Slika 7. Merene i simulirane karakteristike senzora sa optičkom računom

Postignuta osetljivost za senzor od optičke račve sa vlaknima debljine 1 mm iznosi 1,45 mV/μm u opsegu 500-1500 μm a za senzor sa vlaknima debljine 1,5 mm iznosi 1,53 mV/μm u opsegu 1500-2500 μm.

Rezolucija merenja pomeraja zavisi od odnosa signal/šum, rezolucije A/D konvertera i prethodno pomenute osetljivosti. U linearnom opsegu moguće je preciznije merenje pomeraja od 10 μm.

## 5. ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada bila je realizacija fiber optičkih senzora za merenje mikrometarskih pomeraja baziranih na promeni inteziteta svetlosti u optičkom vlaknu. Realizovani su senzori za merenje linearnog pomeraja korišćenjem para optičkih vlakana debljina 1 mm i 1,5 mm, snopa optičkih vlakana i optičkih račvi debljina 1 mm i 1,5 mm. U radu je predstavljena realizacija ovih senzora kao i njihove prenosne karakteristike.

Predstavljeni senzori imaju visoku otpornost na uticaje okoline. Imunost na elektromagnetne smetnje je prednost ovih senzora u poređenju sa rezistivnim, kapacitivnim i induktivnim. Ovaj mikrometarski dizajn nudi prednost jer je beskontaktni i električno bezbedan, kao i to što je jednostavan i jeftin.

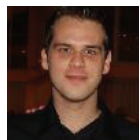
Fiber optički senzori za merenje pomeraja bazirani na paru optičkih vlakana i snopu optičkih vlakana se pokazuju kao bolji za preciznija merenja zbog postojanja prednjeg nagiba na karakteristici koji je strmiji i linearniji od zadnjeg nagiba karakteristike, ali su većih dimenzija od senzora baziranog na optičkoj račvi koji nema prednji nagib karakteristike.

Dalja istraživanja i radovi na ovim sensorima bi mogli biti bazirani na korišćenju drugačijih reflektivnih površina a takođe i na boljoj i preciznijoj obradi i poliranju optičkih vlakana.

## 6. LITERATURA

- [1] Popović, M.: „Senzori i merenja“. 2004, Beograd.
- [2] A. Suhadolnik, A. Babnik, J. Možina, "Optical fiber reflection refractometer", Sensors and Actuators B: Chemical, vol. 29, p. 5, 1005.

### Kratka biografija:



**Jan Križan** rođen je u Novom Sadu 1981. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Mikroračunarska elektronika odbranio je 2016.god.

**MAKSEKESKUS SISTEM ZA ONLINE PLAĆANJE****MAKSEKESKUS ONLINE PAYMENT SYSTEM**

Zlata Milošević, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

**Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

**Kratak sadržaj** – U radu je implementiran sistem za plaćanje troškova saveta iz oblasti osiguranja, posredstvom Maksekessus sistema. Sistem je implementiran u formi web aplikacije za šta je korišćen Laravel okruženje. Podržano je plaćanje karticom i bankovnim linkom.

**Abstract** – This paper presents a web based application for paying insurance tips using the Maksekessus payment gateway. The system is implemented using the Laravel framework. The proposed solution supports credit card payments and bank link payments.

**Ključne reči:** Maksekessus, Elektronsko plaćanje, Sistem naplate

**1. UVOD**

Internet payment gateway koji se prevodi kao platni gejtvaj predstavlja vrata za ostvarivanje online prodaje na web portalima. Platni gejtvaj treba posmatrati kao tehničko rešenje, ekvivalent fizičkog terminala za naplatu, koje omogućuje naplatu kreditnim i debitnim karticama u online prodavnicama i drugim web lokacijama [1]. Zadatak platnih gejtvajeva jeste da obezbedi autorizaciju i sigurnost korisnika pri online kupovini i ponaša se kao medijator između transakcija koje dolaze sa web lokacije do internet platnog procesora (Internet payment processor) [1]. Platni gejtvaj štiti poverljive podatke koji se razmenjuju između kupca i prodavca kao i između prodavca i platnog procesora [1].

Danas u svetu postoje različiti platni procesori i platni gejtvajevi, pa stoga usluga varira kako sa kvalitetom tako i sa cenom. Obično se cena usluga formira na osnovu opisa biznisa, procene da li se radi o mikro ili makro transakcijama i broja predviđenih transakcija na mesečnom nivou. Na osnovu ovih parametara cena se izražava najčešće u tri segmenta: mesečna fiksna cena za održavanje softvera, fiksna cena po svakoj transakciji (zarada platnog gejtvaja) i procenat od svake transakcije (zarada platnog procesora) [2].

Vlasnik online prodavnice očekuje od platnog gejtvaja:

- podršku većeg broja različitih valuta
- brzu obradu kartica
- razumni period isplate
- panel za praćenje transakcija
- mogućnost refundacije (povraćaja) novca
- zrelost i stabilnost platnog gejtvaja

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Goran Sladić.

Dobar platni gejtvaj sa stanovišta efikasnog razvoja treba da obezbedi:

- kvalitetan aplikacioni programski interfejs
- dobru dokumentaciju za implementaciju
- administratorski panel za praćenje transakcija
- test okruženje i test kartice
- mogućnost prilagođavanja izgleda
- tehničku podršku
- podršku za mobilne uređaje
- plugin podrška za različite CMS (Content Management System) platforme i framework-e (programske okvire)

Prostor za razvoj usluga za veb kupovinu se ogleda u tome da se teži izbegavanju upotrebe kreditnih kartica i utvrđivanje novih rešenja za autentifikaciju i naplatu. Unapređenje usluga se ogleda i u osavremenjavanju samih usluga: olakšavanje procesa kupovine, smanjenje koraka u interfejsu pri kupovini, ponudi alternativnih načina kupovine, kao i ponuda podrške za aplikacije na mobilnim uređajima i sl.

Kada je u pitanju Srbija, spadamo u nerazvijenije zemlje. Trenutno na tržištu postoji samo nekoliko sistema integracije online plaćanja na veb sajtovima. Tri banke (Intesa, Raiffeisen Bank, UniCredit) [3] [4] koje posluju u Srbiji su registrovane kao ISO (Independent sales organizations) ili eventualno kao MSP (Member service providers) i omogućavaju plaćanje karticama na domaćim veb prodavnicama u dinarima i iz inostranstva u devizama. Problem nerazvijenosti se prvenstveno odnosi na poslovnu logiku kojom se vode banke koje nude platne gejtvajeve. Banke se ponašaju previše korporativno i deluju netransparentno, što recimo malom trgovcu koji planira da prodaje domaće proizvode na lokalnom tržištu kao dodatni prihod zarade, nikako ne odgovara i nije isplativ. Svi platni sistemi koji su dostupni na našem tržištu su okrenuti velikim kompanijama i nema podsticaja za male preduzetnike i zanatlije.

**2. MAKSEKESKUS**

Složenica Maksekessus [5] na estonskom znači "centar za naplatu". Kao startup, 2012. godine su krenuli da razvijaju platformu koja će omogućavati manjim firmama da lako i jednostavno integrišu online naplatu na veb sajtovima i imaju odmah agregirani pristup različitim bankama i kartičarskim uslugama.

U avgustu 2013. godine Estonska pošta (Eesti Post) [6] je kupila 51% tadašnjeg startapa Maksekessus AS i tako postala većinski vlasnik.

## 2.2. Registracija

Kada trgovac online prodavnice poželi da implementira online plaćanje koje nudi Maksekeskus potrebno je da proveri na listi od deset tačaka, da li njegova prodavnica zadovoljava sve zahteve koje traži Maksekeskus. Lista je javno dostupna [5], a po njoj se podrazumeva da su na sajtu jasno prikazani kontakt podaci, da sadrži stranicu o zaštiti privatnih podataka, stranicu o uslovima korišćenja, da je naznačeno na sajtu kako se vrši isporuka, da je prodavnica funkcionalna i ispravna. Kao deseta tačka navodi se da firma koja stoji iza online prodavnice nema poreskog duga prema državi Estoniji.

Sistem registracije je izuzetno transparentan i jasan. Pre bilo kakvog pristupa servisu, trgovac može i da pogleda dokumentaciju API-a kao i da proveri dostupnost već gotovog modula za CMS koji koristi. Na ovaj način trgovac može da isprojektuje troškove unapred i da bude siguran koliko će vremena biti potrebno za integraciju.

Nakon registracije, trgovac dobija prvo pristup test portalu za trgovce. Nakon uspešne implementacije platnog gejtveja, Maksekeskus odobrava upotrebu i daje pristup live portalu za trgovce. Za testiranje javno su dostupne na sajtu test kartice i test podaci za banke.

## 2.3. Metode plaćanja

Maksekeskus nudi integraciju dve metode plaćanja:

1. Bankovni link (bank link) je metod plaćanja koji je vrlo popularan u Baltičkim zemljama. Maksekeskus omogućava da potpisivanjem ugovora sa njima trgovac dobija pristup bankama u Estoniji, Letoniji, Litvaniji i Finskoj, što je ukupno 11 banaka. Trgovac ne mora da ima ugovore sa jedanaest banaka nego samo sa firmom Maksekeskus čime se smanjuju troškovi za takse pri otvaranju naloga i značajno ubrzava ceo proces [5].
2. Integracija naplate kreditnim i debitnim karticama (Visa, MasterCard i Maestro) se vrši na stranici online prodavnice gde korisnik popunjava podatke sa kartice i vrši plaćanje ne napuštajući stranicu prodavnice. Postoji i mogućnost 3D secure zaštite koja može dodatno da se uključi na nalogu po zahtevu online trgovca [5].

## 3. RESTFUL JSON API

Maksekeskus API je implementiran u Javi u Spring framework-u [7]. API je implementiran kao bazični JSON (JavaScript Object Notation) [8] objekat preko HTTPS (Hypertext Transfer Protocol Secure) [9] protokola koji koristi četiri REST (Representational State Transfer) [10] komande – GET, POST, PUT i DELETE.

### 3.1. Autentifikacija i autorizacija

API zahtevi se šalju preko HTTPS protokola. Svaki zahtev mora biti autentifikovan sa ID-jem prodavnice i sa API autentifikacionim ključem koristeći HTTP Basic autentifikaciju[11].

Postoje dva tipa autentifikacionog ključa[12]:

- Objavljivi ključ (Publishable Key) se koristi za API zahteve od strane frontenda prodavnice gde token može biti javno vidljiv. Koristi se za zahteve kao što su

kreiranje transakcionih objekata, povlačenje liste metoda za naplatu, prihvatanje valuta i slično.

- Tajni ključ (Secret Key) koji nazivamo i API ključ se koristi za zahteve kao što je kreiranje naplate, naplaćivanje kartica i slično.

U zavisnosti od zahteva koji se kreira, zavisi i tip autentifikacionog tokena koji se koristi. Postoje dva nivoa autentifikacije [12].

Nivo 1 - klijent se autentifikuje sa objavljujivim ključem (koristi se kao korisničko ime, lozinka može biti prazna)

Nivo 2 - klijent se autentifikuje sa ID-jem prodavnice i tajnim ključem

## 4. MODEL SISTEMA

Za potrebe ovog rada implementiran je Maksekeskus platni gejtvej na primeru veb sajta koji nudi usluge savetovanja iz oblasti osiguranja. Veb sajt nudi mogućnost da korisnik postavi pitanja iz odabrane oblasti osiguranja uz novčanu nadoknadu.

Kupac na veb sajtu unosi: ime i prezime, email, bira kategoriju u vezi koje postavlja pitanje, selektuje koliko pitanja želi da postavi, selektuje metod plaćanja, selektuje kojom brzinom želi da dobije odgovor i konačno unosi pitanja i šalje zahtev.

Na osnovu odabira kategorije, broja pitanja i brzine odgovora izračunava se i prikazuje kolika je ukupna suma sa porezom koja će se naplatiti. Klikom na dugme *Send*, kupac se preusmerava na novu stranicu gde se jasno prikazuje račun sa svim stavkama, cenama i taksama. Ukoliko je odabrana kartica kao metod plaćanja, pritiskom na dugme *Checkout*, prikazuje se checkout javascript popup u koji se unose podaci sa kartice i potvrđuje kupovina. (slika 1.)



Slika 1. Use case dijagram korišćenja sistema

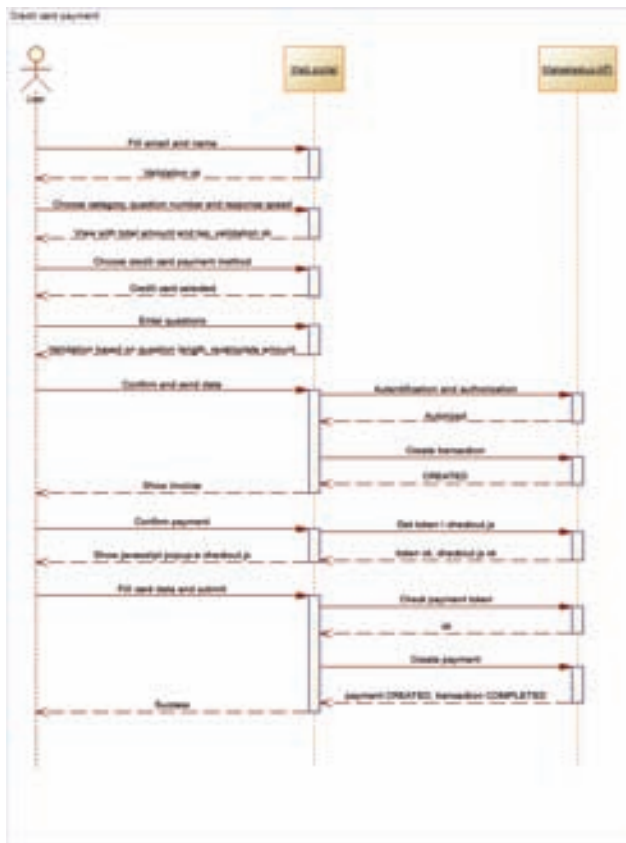
Ukoliko je izabran metod plaćanja bankovni link, potrebno je da se odabere jedna od ponuđenih banaka, pritisne potom *Checkout* dugme, nakon čega se preusmerava na stranicu banke gde se potvrđuje kupovina. Na kraju kupovine korisnik se preusmerava nazad na stranicu veb sajta sa porukom o uspešnoj transakciji.

### 4.1. Plaćanje karticom

Ukoliko korisnik odabere karticu kao metod plaćanja, pritiskom na *Checkout* dugme dobija popup sa formom gde je potrebno da ukuca podatke o kartici. Obavezno je uneti: ime i prezime vlasnika kartice, broj kartice, datum isteka kartice i bezbednosni kod (cvv2).

Nakon unosa podataka, korisnik treba da potvrdi kupovinu klikom na dugme *Submit*. U slučaju da je došlo do nepravilnog unosa podataka, forma će označiti koji podaci su pogrešno uneti. Ukoliko su podaci dobro uneti ali netačni (nevalidni), forma će ispisati poruku o grešci (npr. istekao je datum važenja kartice).

Ako je implementiran 3D secure sistem sa karticama, onda se nakon potvrde na dugme *Submit* korisnik preusmerava na posebnu stranicu koja se hostuje na sajtu Maksekeskusa i tu dodatno potvrđuje kupovinu. Na slici 2. prikazan je dijagram sekvence za naplatu karticom.



Slika 2. Dijagram sekvence za naplatu karticom

#### 4.1. Plaćanje preko bankovnog linka

Ukoliko korisnik odabere bankovni link kao metod plaćanja, potrebno je da odabere banku od ponuđenih banaka na stranici. Pritiskom na dugme Checkout biva preusmeren na stranicu odabrane banke. Svaka banka ima vizuelno drugačiju stranicu za završavanje plaćanja. Korisnik treba da unese podatke i potvrdi plaćanje. Stranica banke se brine o validaciji podataka i njihovom pravilnom unosu. Na kraju, korisnik treba da klikne dugme potvrde i plaćanje se izvršava.

Ako je plaćanje prošlo uspešno korisnik se preusmerava na stranicu o uspešnoj transakciji, dobija email od Maksekeskusa o izvršenoj uplati i administrator veb sajta dobija email o kreiranoj transakciji.

Na portalu za trgovce se registruje nova transakcija, na kontrolnoj tabli veb sajta se prikazuje i nov upit sa pitanjima, sa oznakom transakcije. Na slici 3. je prikazan dijagram sekvence za plaćanje preko bankovnog linka.



Slika 3. Dijagram sekvence za naplatu bankovnim linkom

## 5. IMPLEMENTACIJA SISTEMA

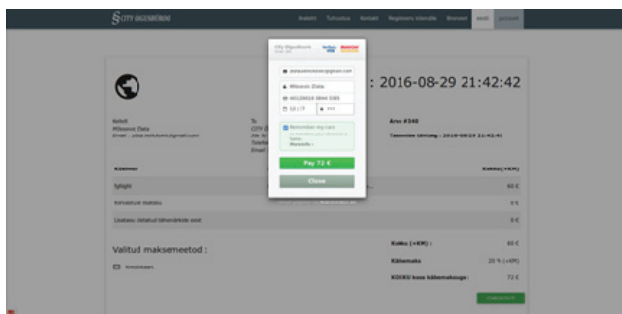
Za implementaciju je korišćen *Laravel framework*[13] koji je besplatan, tzv. *open-source PHP web framework* objavljen pod MIT licencom na GitHub-u (originalno MIT - *Massachusetts Institute of Technology*).

Laravel prati MVC (*Model View Controller*) softverski šablon. Neke od ugrađenih funkcionalnosti su modularni sistemi paketa sa namenskim menadžerima zavisnosti (*dependency manager*) [14]. Laravelov *Eloquent ORM (Object-Relational Mapping)* se zasniva na *Active Record* softverskom šablonu gde je svaka tabela u relacionoj bazi podataka predstavljena korespondirajućim "Modelom" preko koga se komunicira sa datom tabelom u bazi. *Laravel* podržava MySQL, Postgres, SQLite, i SQL Server [13]. Za implementaciju je korišćena MySQL baza podataka. Frontend, sve što korisnik veb aplikacije vidi uključujući i administratorski panel, realizovano je koristeći Blade šablone koji su sastavni deo Lavela i jQuery JavaScript bibliotekom [15]. Za administratorski panel korišćena je AdminLTE tema zasnovana na Bootstrap 3 CSS framework-u [16]. Frontend aplikacije za korisnike koristi Materializecss framework [17] radi lakše optimizacije za različite veličine ekrana i rezolucije.

U kontrolerima se izvršava sva poslovna logika, pozivi vezani za transakcije i proces naplate. Za kreiranje HTTP zahteva koristi se PHP biblioteka Guzzle [18]. Guzzle je PHP HTTP klijent koji omogućava slanje HTTP zahteva i integraciju sa web servisom.

Na slici 4 prikazan je izgled računa kada korisnik kao metod plaćanja odabere karticu. Na stranici se prikazuje ikonica kartice i dugme za checkout je aktivno. Kada korisnik proveri informacije na račun i klikne na dugme

checkout prikazuje se javascript popup u koji je potrebno uneti podatke sa kartice. Nakon unošenja kartice, korisnik potvrđuje kupovinu i tada se izvršava naplata.



Slika 4. Checkout popup pri plaćanju karticom

## 6. ZAKLJUČAK

Maksekeskus platni gejtvej je odličan primer modernog JSON RESTful API-ja koji se pridržava ustanovljenih standarda. API je vrlo jasan, odlično dokumentovan, a hostuje se na poznatom servisu za API apiary.io [12] koji pruža dodatne pogodnosti za timski rad developera. API je izuzetno jasno dokumentovan da bi se i neiskusniji programeri lako snašli.

Postoje i dodatni alati koji olakšavaju razumevanje API-ja i kako ga implementirati. Sva dokumentacija je javno dostupna i za neregistrovane korisnike ovog servisa. Maksekeskus je kreirao i dokumentovao dodatne module koji ubrzavaju integraciju ovog sistema na poznatim CMS sistemima za online prodavnice. Ali ukoliko je potrebna prilagođena integracija, mogu se naći primeri koda za integraciju na 14 programskih jezika.

Maksekeskus ne zahteva od vlasnika online prodavnica da prilagođavaju dizajn prodavnice i kartice za kupovinu kako bi se ispoštovala pravila Visa i MasterCard organizacija. Maksekeskus API ostavlja mogućnost vlasniku online prodavnice da u backend-u implementira dodatne stranice za praćenje transakcija na sajtu, kao i da manipuliše sa email-ovima korisnika koji izvrše kupovinu. Da bi opstao u budućnosti, trebalo bi proširiti usluge i na mobilna plaćanja pošto je to definitivno budućnost elektronskog poslovanja koje nameću nova ponašanja korisnika.

## 7. LITERATURA

- [1] „Ecommerce Platforms“ Internet: <http://ecommerce-platforms.com/ecommerce-selling-advice/what-is-difference-between-a-payment-gateway-payment-processor-and-a-merchant-account>
- [2] „Australia's Leading Payments Gateway Resources“ Internet: <http://www.paymentsgateway.com.au>

- [3] „Unicredit banka“ – Internet : <http://eng.unicreditbank.cz>
- [4] „Banka Intesa“ Internet: <http://www.bancaintesa.rs/>
- [5] „Maksekeskus platni sistem“ Internet: <https://makecommerce.net>
- [6] „Estonska pošta - Eesti Post – Omniva“ Internet: <https://www.omniva.ee/ari/pakk/internetimuuk/lahend-used/maksekeskus>
- [7] „Spring framework“ Internet: <http://springsource.org>
- [8] JavaScript and JSON essentials, autor: Sai Srinivas Sriparasa (2013) Internet: <https://books.google.rs/books?id=MZOkAQAQAQBAJ>
- [9] HTTP Pocket Reference: Hypertext Transfer Protocol, autor: Clinton Wong, (2000) Internet: <https://books.google.rs/books?id=dOIIeEG1v4UC>
- [10] RESTful Web Services O'Reilly – Leonard Richardson & Sam Ruby ISBN: 978-0-596-52926-0 (2007)
- [11] HTTP: The Definitive Guide – Brian Totty, Marjorie Sayer, Sailu Reddy, Anshu Aggarwal, David Gourley (2002) Internet: <https://www.safaribooksonline.com/library/view/http-the-definitive/1565925092/>
- [12] „Apiary.io Maksekeskus API“ Internet: <http://docs.maksekeskus.apiary.io>
- [13] „Laravel Framework“ Internet: <https://laravel.com/>
- [14] „Composer“ Internet: <https://getcomposer.org/>
- [15] „jQuery - JavaScript library“ Internet: <https://jquery.com/>
- [16] „Bootstrap - HTML, CSS, i JS framework“ Internet: <http://getbootstrap.com/>
- [17] „MaterializeCSS - responsive front-end framework based on Material Design“ Internet: <http://materializecss.com>
- [18] „Guzzle PHP library“ Internet: <http://docs.guzzlephp.org>

### Kratka biografija:



**Zlata Milošević** rođena je u Novom Sadu 1983. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Računarske nauke i informatika odbranila je 2016. god.

**JEDNO REŠENJE SISTEMA ZA PRODAJU KARATA U VOZILIMA JAVNOG GRADSKOG PREVOZA U OKVIRU ELEKTRONSKOG SISTEMA NAPLATE****ONE SOLUTION FOR TICKETING IN PUBLIC TRANSPORTATION VEHICLES WITHIN THE ELECTRONIC TICKETING SYSTEM**

Vlada Gorec, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

**Kratak sadržaj** – U ovom radu opisano je jedno od mogućih rešenja sistema za prodaju i validaciju karata u vozilima javnog gradskog prevoza u okviru elektronskog sistema naplate, prilagođen trenutnim potrebama sa ostavljenom mogućnosti buduće nadogradnje sistema u skladu sa tehnološkim potrebama i zahtevima.

**Abstract** – This paper describes one of possible solutions for ticket sales and validation module, integrated in the electronic ticketing system, that is used for public transportation vehicles. Presented solution takes into consideration current market and business needs. Still, further upgrades can be implemented in accordance with the potential change in business requirements and available technology.

**Ključne reči:** Elektronski sistem naplate

**1. UVOD**

Vozači su u javnom gradskom prevozu u Novom Sadu još početkom sedamdesetih godina prošlog veka počeli sa izdavanjem pojedinačnih, a posle i dnevnih karata na takozvanim Almex mašinicama [1]. Sistem je bio zasnovan na mehaničkom rešenju. Velik broj zupčanika i poluga određivalo je vrstu karte, a samim tim i cenu koju je putnik trebao da plati za željenu relaciju. Mehanizam se sastojao od mesinganih pečata (koji su kasnije zamenjeni čeličnim) na kojima je bio žig i logo preduzeća i uz pomoć indigo trake je sadržaj sa mašinic prebacivan na „beskonačnu“ rolnu. Mašinic je takođe u sebi imala i kontrolnu traku na koju bi se štampale kopije tih istih karata koje su prodavane u vozilu. Izgled almex mašinic dat je na slici 1.



Slika 1. Izgled Almex mehaničke mašinic

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof dr Miloš Živanov.

Zbog nedostataka mehaničkog rešenja odlučeno je da se razviju savremeniji, električni uređaji koji bi uz nadogradnju savremenih sistema za komunikaciju i novih tehnologija za povezivanje sa drugim u mnogome unapredio sistem za prodaju karata u vozilima javnog gradskog prevoza. Cilj ovog rada je bilo osmisлити najbolje rešenje za „vozački računar“ koji bi bio fiksiran u vozilima javnog gradskog prevoznika i koji bi se:

- napajao preko naponskog izvora priključenim na već postojeću instalaciju u vozilu
- koji ne bi unosio smetnje u već postojeći sistem instalacija u vozilu
- Sistem koji bi bio lako upravljiv i prilagođen potrebama vozača kako ne bi remetio njegovu osnovnu funkciju, a to je prevoz putnika.

Sistem je isprojektovan modularno i sastoji se iz sledećih modula:

- modul za napajanje samog sistema
- mikro-procesorskog modula realizovanog uz pomoć Rasberry pi uređaja
- unos informacija i upravljanje uređajem se vrši pomoću „ekran osetljiv na dodir“ i „numerička tastatura“ od strane vozača
- WIFI modul (eng. *Wireless-Fidelity - WIFI*) bežična mreža, GSM/GPRS (eng. *Global System for Mobile Communications - GSM*) globalni sistem za mobilnu komunikaciju, (eng. *General Packet Radio Service -*) modul i *bluetooth* modula za prenos i ažuriranje podataka
- modula za autentifikaciju korisnika na sistem uz pomoć RFID modula (eng. *Radio-frequency identification - RFID*) radio - frekvencijska identifikacija
- GPS modula za pozicioniranje vozila (eng. *Global Positioning System – GPS*) Globalni Pozicioni Sistem.

Takođe je ostavljena mogućnost povezivanja ovog sistema preko komunikacionih linija sa dodatnim uređajima u autobusu (razglasom, LED displejima, i infracrvenim brojačima putnika).

**2. KARAKTERISTIKE I FUNKCIONALNOST SISTEMA**

Vozački računar (mašinic) je projektovan kao kompaktan jednodelni uređaj, sa integrisanim validatorom beskontaktnih karata. Vezu između vozačkog računara i validatora (čitača beskontaktnih karata) omogućuje neprekidna žična komunikacija. Preko te komunikacije vozač ima stalnu kontrolu nad radom validatora.



Ulazni podaci :

- Prijavljivanje vozača na posao (u vozilu) preko RFID čitača ili preko pina (numeričke tastature) ili preko touch screen-a
- Odabir linije preko numeričke tastature ili ekrana osetljivim na dodir (touch screen)
- Učitavanje novih linija cenovnika (bluetooth, WIFI, GSM/GPRS, USB), (eng. Universal Serial Bus - USB) univerzalna serijska magistrala).
- GPS lokacija
- Periferija - mikrofona za razglas u vozilu za najavu stajališta ili davanje potrebnih informacija
- Periferija - Unos stanja sa infracrvenog brojača putnika u vozilu.

Izlazni podaci:

- Štampanje vozničkih kartica na štampaču
- 7" displej osetljiv na dodir služi za odabir menija i upravljanje sistemom
- Displeji za ispis linija na kojem saobraća vozilo
- Periferija – zvučnici za davanje važnih informacija i najavu sledećeg stajališta
- Periferija – LED displej (eng. Light emitting diode - LED) svetlosno emitujuća dioda, za najavu sledećeg stajališta putnicima u vozilu.

Prilikom ulaska u vozilo vozač se prijavljuje na sistem u vozilu preko svoje RFID kartice. Kada se da kontakt u vozilu - podiže se sistem. Prebacuju se podaci sa RFID čitača u sistem i sistem povlači - ažurira podatke vezane za tog vozača, preko jednog od tri vida komunikacija (WIFI, GSM/GPRS ili USB memorije). Ukoliko je vozilo parkirano u garaži gde postoji pokrivenost bežičnog mrežnog signala ažuriranja se rade preko WIFI modula, a ukoliko se vozači menjaju na linijama to je moguće odraditi i preko GSM/GPRS modula.

U zavisnosti od lokacije na kojoj je vozač preuzeo vozilo ipisuje se sadržaj na displeje za linije u skladu sa turažnom tablicom.

Sistem automatski prebacuje podatke u kontrolorski računar preko GSM/GPRS sa servera i preko *bluetooth-a*, spisak odštampanih karata u vozilu i onih čekiranih preko RFID čitača u vozilu kako bi kontrolor mogao da odradi kontrolu putnika.

### 3. HARDVERSKI MODULI SISTEMA

Hardver sistema projektovan je modularno, pri čemu svaki modul ima jedinstvenu funkciju u sistemu. Blok šema sistema prikazana je na slici 2.

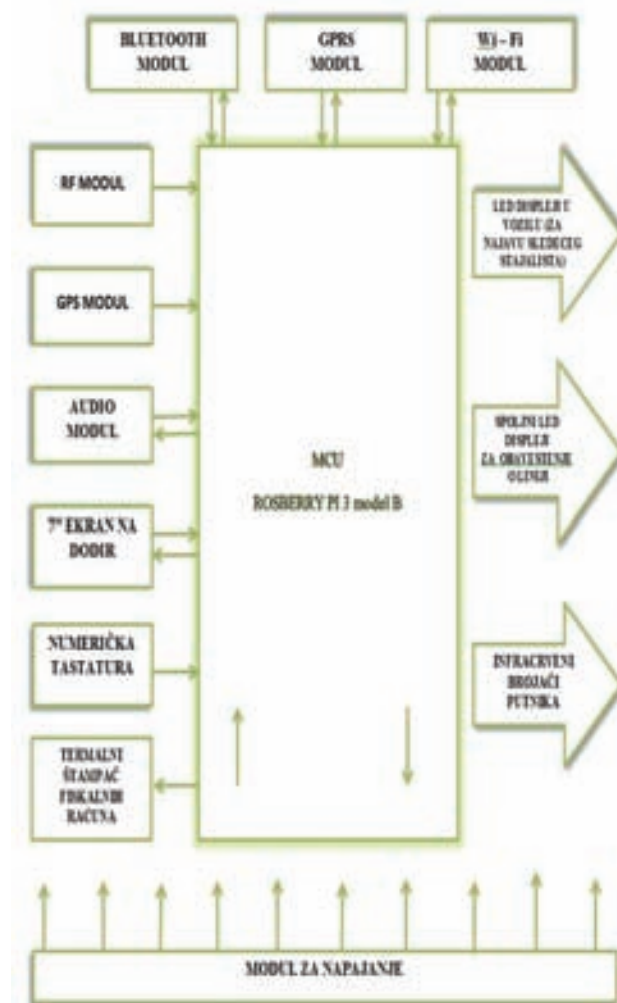
#### 3.1. Mikrokontrolerski modul

Mikrokontrolerski modul (eng. *Microcontroller module* - MCU) je isprojektovan uz pomoć „Raspberry pi 3 model B“ sistema [2]. On je odabran zbog toga što poseduje sve periferije koje su potrebne za projektovani sistem (priključak za kameru, priključak za ekran osetljivim na dodir, priključak za mrežu, 4 USB porta, i 40 pinski GPIO port - eng. *General-purpose input/output GPIO*). Na ovaj MCU sistem moguće je instalirati linux operativni

sistem [3], operativni sistem koji ne zahteva velike procesorske i memorijske resurse, a poseduje sve potrebne drajvere za projektovane periferijalne uređaje. Preko GPIO porta moguće je povezati MCU sa više periferija preko: SPI komunikacijom, I2C komunikacijom, serijskom komunikacijom, kao i digitalnim ulazima i izlazima.

Raspberry Pi je veoma malih dimenzija, većine kreditne kartice i jeftin je u odnosu na neke druge sisteme sličnih performansi.

Izabrani model je treće generacija Raspberry pi računara i poseduje sledeće karakteristike: procesor je ARM cortex-A53 sa četiri jezgra na 1,2 GHz 64bit; Memoriju (SDRAM) od 1Gb [4] .



Slika 2. Blok šema sistema za prodaju karata u vozilu

#### 3.2. Modul za napajanje

Naponski izvor u autobusu je akumulator koji daje 24 V jednosmernog napona. Uređaji projektovanog sistema rade većinom na 3,3 V i 5 V potrebni su naponski stabilizatori. Pošto je razlika u napajanjima značajna koriste se prekidački izvori napajanja, tj stabilizatori TPS54340 za 5V, i MCP1827T za 3,3 V.

Zbog smetnji koje se pojavljuju u autobusu koje mogu biti značajne dodata je tvs dioda D1 koja ograničava prevelike skokove napona na ulazu ovog napajanja. Na ulazu

imamo i jedan LC filter koji služi za poteskiivanje smetnji u autobusu. Ovo je bazično rešenje za ovakve sisteme, ali zbog korišćenja prekidačkog napajanja procenjeno je da nije potrebna dodatna zaštita.

TPS54340 je odabran jer je u pitanju prekidački stabilizator [5] koji ima male gubitke energiji na sebi što smanjuje grejanje celog modula. Napon od 3,3 V dobijamo preko čipa MCP1827t koji [6] se povezuje na 5V. Ovaj čip je LDO (*Low-dropout*) što znači da može da radi sa malom razlikom napona između ulaza i izlaza. Korišćenje ovog čipa je urađeno da bi se izbeglo ponovno korišćenje TPS54340 pošto je mala razlika napona između 5 V i 3,3 V.

### 3.3 Modul za ekran osetljivim na dodir

Ekran osetljiv na dodir jeste posebna vrsta uređaja koja reaguje na pritisak ili dodir i koji pored prikazivanja informacija na ekranu može detektovati poziciju tačke dodira.

U ovom sistemu koristimo 7" ekran osetljiv na dodir dijagonale 16:9 orijentisan horizontalno. Uz pomoć njega vozač može lakše da se kreće kroz meni sistema i da upravlja istim. Displej od 7" dovoljan je za pružanje svih potrebnih informacija vozaču. Kao grafički kontroler za displej izabran je FT801 [7], koji istovremeno može da upravlja i kapacitivnom mebranom za detekciju dodira. Povezuje se na MCU preko SPI (eng *Serial Peripheral Interface, SPI, serijski periferni interfejs*) komunikacije.

### 3.4 RFID modul

RFID kartica ili beskontaktna pametna kartica je namenjena za različite sisteme kao što su kontrola ulaska/izlaska, kontrola pristupa, rezervacija i prodaja karata u javnom prevozu, lična identifikacija, itd... Beskontaktna pametna kartica, u kojoj čip komunicira sa čitačem, zahteva samo da kartica bude blizu antene da bi se ostvario prenos podataka. Beskontaktne kartice se zato često koriste kada je neophodna brza transakcija i procesiranje podataka, kao što je slučaj u javnom prevozu, gde se identifikacija može obaviti, a da se kartica ne vadi iz novčanika. Koristi se u aplikacijama za potrebe masovnog obeležavanja koje zahtevaju infrastrukturu u skladu sa svetskim standardima.

U ovom sistemu RFID modul služi za prijavljivanje vozača na sistem u vozilu kako bi se dobili podaci sa servera u vezi rada za taj dan i kao validator (jedan od postojeća 3 u vozilu) za validaciju putnika. Izabran je tip kartica MIFARE. Beskontaktno jezgro kartice je u skladu sa MIFARE specifikacijama i ISO/IEC 14443 A standardu. Povezuje se na MCU preko CR95HF čipa [8] koji u sebi ima SPI serijski interfejs za povezivanje sa MCU.

### 3.4 Bluetooth modul

*Bluetooth* (eng. *Bluetooth* –u bukvalnom prevodu „plavi zub“) je industrijski protokol za personalnu bežičnu mrežu. *Bluetooth* obezbeđuje povezivanje i razmenu informacija između uređaja poput PDA, mobilnih telefona, laptopova, personalnih računara, štampača i digitalnih kamera preko sigurnog, jeftinog, globalno dostupnog kratkog područja radio frekvencija. Domet

ovog tipa bežične komunikacije je mali, reda veličine desetine metara, ali je praktičan za potrebe prenosnih uređaja.

*Bluetooth* modul u ovom sistemu koristi se za povezivanje sa drugim računarima zbog dijagnostike sistema kao i povezivanje sa *handsfree* uređajima za komunikaciju preko GSM/GPRS modula.

Izabrano je integrisano kola NRF8001. Ovo kolo podržava 4.0 *bluetooth* standard, koji omogućava malu potrošnju energije pri transferu podataka preko njega [9]. Domet je do 100m. Povezuje se na MCU preko SPI komunikacije.

### 3.5 GPS modul

Globalni pozicioni sistem je trenutno jedini potpuno funkcionalan globalni satelitski navigacioni sistem. GPS modul se koristi da bi sistem mogao da zna u svakom trenutku gde se vozilo nalazi. Taj podatak zajedno sa drugim informacijama u velikoj meri je značajan za rad samog sistema i kasnije za dobijanje raznih izveštaja i statistika. Prilikom startovanja sistema GPS modul nam daje informaciju o mestu gde se vozilo nalazi. Upoređujući informacijom o trenutnom vremenu i informacija povučeni sa servera, o radu vozača koji je zadužio vozilo, sistem automatski na izlazu za displeje ispisuje zadatu trasu linije. Upoređujući informacije sa servera o GPS lokacijama stajališta, radu vozača i svoje trenutne lokacije, sistem je u mogućnosti da na izlazu za najavu sledećeg stajališta obaveštava putnike o sledećoj stanici i vremenu pristizanja na istu. Na osnovu posmatranja GPS lokacija ostalih vozila moguće je dobiti informaciju o nastalim nagomilavanjima vozila na liniji usled nekog spoljašnjeg faktora.

Za dobijanje informacija o lokaciji vozila izabrano je integrisano kolo LEA6A [10]. Ono se povezuje na MCU preko USB porta.

### 3.6 GSM/GPRS modul

GSM/GPRS (eng. *General Packet Radio Service*) je usluga koja je na raspolaganju korisnicima mobilnih telefona, omogućava im pristup internetu i razmenu podataka preko baznih stanica.

GSM/GPRS modul u ovom sistemu služi za prenošenje podataka sa servera i ažuriranje podataka, pod uslovom da se to nije obavilo u garaži preko WIFI konekcije. Može se koristiti i kao dodatna preciznost za određivanje lokacije ukoliko je to potrebno i služi za hitnu komunikaciju vozača i garaže ili vozača i hitnih službi preko *handsfree bluetooth* uređaja. Trebalo bi da se omogući i govorna komunikacija preko *handsfree* uređaja koji se povezuje preko *bluetooth-a*.

GSM/GPRS komunikacija u ovom sistemu realizovana je pomoću integrisanog kola SIM800H, koji se sa MCU povezuje preko USB porta [11].

### 3.7 WIFI modul

WIFI je bežična lokalna računarska mreža [12] koja počiva na standardu IEEE 802.11. Domet ove mreže je do par desetina - stotina metara, u zavisnosti od izabranog uređaja i antene.

Svrha WIFI modula je povezivanje sistema na serversku mrežu radi ažuriranja podataka između servera i sistema. Ovo se radi samo ukoliko se vozilo nalazi u garaži.

Bežična komunikacija u ovom sistemu realizovana je pomoću integrisanog kola ZG2100M, koji [13] .rs-o se sa MCU povezuje preko SPI komunikacije. Ovaj čip je izabran zbog malog broja perifera koje su mu potrebne za pravilno funkcionisanje. Radi na frekvenciji od 2,4 GHz, i omogućava maksimalnu brzinu prenosa od 2 Mb.

### 3.8 Dodatne periferije

#### 3.8.1 Štampač karata

Za štampač karata odabran je Raspberry pi portabilni štampač proizvođača Able Systems koji je kompatibilan sa projektovanim MCU. [14] Povezuje se preko USB porta. Služi nam za prodaju karata u vozilu i za štampanje izveštaja za predaju pazara u blagajni. Malih je dimenzija i ima mogućnost štampe dvostruke trake kao kontrolne trake pri prodaji karata u vozilu.

#### 3.8.2 LED Displej

Ovaj modul nije bio zadatak rada, ali je ostavljena mogućnost povezivanja takvog sistema na projektovani sistem preko jednog od preostalih portova MCU-a. Displeji bi služili za pružanje informacija putnicima na stajalištu o trasi na kojoj vozilo saobraća.

#### 3.8.3 Brojač putnika

Brojač putnika je takođe ostavljen kao moguća nadogradnja na postojeći sistem. Služio bi za davanje informacija o trenutnom broju putnika u vozilu i pravljenju izveštaja o opterećenosti nekih stajališta i linija.

## 4. ZAKLJUČAK

U ovom radu opisano je projektovanje hardverskih modula sistema u okviru sistema za prodaju karata u vozilima javnog gradskog prevoza u okviru elektronskog sistema naplate.

Prvobitna rešenja korišćena u gradskom saobraćajnom sistemu bazirana su na mehaničkim uređajima, i imaju ograničene mogućnosti. Prethodnih decenija primenjuju se elektronski sistemi za ovu svrhu. U odnosu na industrijska rešenja ovakvih sistema, projektovani sistem je značajno jeftiniji, bar za red veličine manje od industrijskih sistema, a ima istu funkcionalnost i moguće je dobiti slične performanse. Temperaturni opseg na kom bi sistem mogao da funkcioniše je od -40 do +70 C. Ulazni napon napajanja je od 10 V do 42 V, a strujna potrošnja je procenjena na 2 A.

Projektovani sistem poseduje veliki broj komunikacionih modula, preko kojih se lako može nadograditi novim funkcijama, dodavanjem novih perifernih modula.

## 5. LITERATURA

- [1] Tehnička dokumentacija Almex mašinica, Jgsp Novi Sad, 1973
- [2] [https://en.wikipedia.org/wiki/Raspberry\\_Pi](https://en.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi)
- [3] <https://www.raspberrypi.org/documentation/installation/installing-images/linux.md>
- [4] <https://www.raspberrypi.org/magpi/raspberry-pi-3-specs-benchmarks/>
- [5] <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/489763/TI/TPS54340.html>
- [6] <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/2001d.pdf>
- [7] <http://www.ftdichip.com/Products/ICs/FT801.html>
- [8] <http://www.st.com/content/ccc/resource/technical/document/datasheet/d2/cc/cb/f6/7c/63/48/75/DM00025644.pdf/files/DM00025644.pdf/jcr:content/translations/en.DM00025644.pdf>
- [9] <https://www.nordicsemi.com/eng/Products/Bluetooth-low-energy/nRF8001>
- [10] <https://www.u-blox.com/en/product/lea-6-series>
- [11] [https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/sim800h\\_hardware\\_design\\_v1.00.pdf](https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/sim800h_hardware_design_v1.00.pdf)
- [12] [https://en.wikipedia.org/wiki/IEEE\\_802.11](https://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11)
- [13] <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/70624A.pdf>
- [14] <http://uknline.com/web/p/portable-modular-printers/8794687/>

### Kratka biografija:



**Vlada Gorec** rođen je u Novom Sadu 1979 godine. Master rad na temu » Jedno rešenje sistema za prodaju karata u vozilima javnog gradskog prevoza u okviru elektronskog sistema naplate« odbranio je 2016. godine.

**IMPLEMENTACIJA JSON-RPC PROGRAMSKE BIBLIOTEKE NA ANDROID PLATFORMI****IMPLEMENTATION OF JSON-RPC SOFTWARE LIBRARY FOR ANDROID PLATFORM**Darko Stevanović, Milan Vidaković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

**Kratak sadržaj:** Rad prikazuje jednu od mogućih implementacija JSON-RPC programske biblioteke. Programska biblioteka je predviđena za Android platformu.

**Abstract:** This work represents one of possible implementation of JSON-RPC library for Android platform.

**Ključne reči:** Java, JSON, JSON-RPC, Android

**1. UVOD**

Poslednjih godina došlo je do ubrzanog razvoja pametnih mobilnih uređaja. Pametni mobilni uređaji postaju dominantna vrsta među mobilnim uređajima. Tu se prvenstveno misli na mobilne telefone. Oni pružaju sve više funkcija i bogatiji korisnički doživljaj. Pametni mobilni uređaji u nekoj meri postaju zamena za prenosne personalne računare.

Trenutno na tržištu najveći udeo imaju tri takmičara, a to su: iOS, Android i Windows Phone. Nama je od interesa Android, o čemu ćemo pisati u ovom radu. Zasnovan je na Linux operativnom sistemu. Predviđen je za mobilne uređaje sa ekranom osetljivim na dodir i stalnim pristupom Internetu.

Internet i široko pojasne konekcije omogućile su nam jedan od bitnih elemenata koji je doveo do razvoja pametnih uređaja. Uređaji koriste pristup Internetu kako bi korisniku obezbedili bolje i bogatije iskustvo u radu sa samom aplikacijom i samim uređajem. Kako bi obezbedili najnovije informacije, potrebna je stalna komunikacija sa udaljenim serverima. Jedan od načina je upotreba JSON-RPC. JSON-RPC je specifikacija koja nam govori kako da implementiramo razmenu podataka putem standardizovanog interfejsa. Glavni deo ovog rada biće opis jedne od mogućih implementacija JSON-RPC biblioteke za Android operativni sistem.

**2. POZIV UDALJENE PROCEDURE**

Poziv udaljene procedure (eng. *Remote Procedure Call* - RPC [1]) predstavlja protokol koji definiše način kako pozvati proceduru koja se ne nalazi u adresnom prostoru programa iz kog se poziva. Poziv udaljene procedure je kada kompjuterski program poziva proceduru koja se nalazi u drugom adresnom prostoru (obično na drugom računaru koji je u istoj računarskoj mreži) ili na istom računaru samo u drugom adresnom prostoru. Sam poziv

**NAPOMENA:**

Ovaj rad je proistekao iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Milan Vidaković.

udaljene procedure se ne razlikuje u odnosu na poziv lokalne procedure, a programski kod je oslobođen od detalja vezanih za udaljen računarski sistem. Programer u piše isti programski kôd bez obzira da li se radi o pozivu lokalne ili udaljene procedure. Ovaj način komunikacije se naziva klijent-server (pozivalac je klijent, a izvršilac je server), tipična implementacija je preko razmena poruka zahtev-odgovor (eng. request - response) [3]. Sam model poziva udaljene procedure podrazumeva određeni nivo transparentnosti, kako bi pozivalac koristio procedure na isti način, bilo da su lokalne ili udaljene, ali je potrebno da može da ih identifikuje, da razlikuje lokalne od udaljenih poziva. Udaljene procedure su za red veličine sporije i manje pouzdane u odnosu na lokalne pozive, tako da je dobro znati koji pozivi su lokalni, a koji udaljeni.

**2.1. Razmena poruka**

Poziv udaljene procedure je baziran na sistemu zahtev-odgovor. Poziv udaljene procedure se inicira od strane klijenta, koji šalje poruku sa zahtevom na poznat server koji izvršava traženu proceduru sa zadatim parametrima. Udaljeni server šalje odgovor klijentu i aplikacija nastavlja sa izvršavanjem. Dok server obrađuje zahtev, klijent je blokiran (čeka odgovor od servera), osim ako je klijent poslao asinhroni zahtev na server.

Bitna činjenica između poziva udaljene procedure i lokalnog poziva je da poziv udaljene procedure može da bude neuspešan zbog nepredvidivih mrežnih problema. Takođe, klijent generalno mora da ima mehanizme koji bi rešavali takve probleme bez znanja da li se poziv udaljene procedure zaista desio. Idempotentne procedure (procedure koje nemaju dodatnu manifestaciju ako su pozvane više od jednom) su posebno pogodne, ali i sa tim u vidu ostaje dosta problema koje kôd mora da rešava na nižim nivoima podsistema za pozive udaljenih procedura.

**2.2. Sekvenca događaja prilikom poziva udaljene procedure**

1. Klijent poziva klijentski stub. Poziv je lokalni i sadrži parametre koje je potrebno proslediti udaljenoj proceduri.
2. Klijentski stub pakuje parametre u poruku i pravi sistemski poziv kako bi se poslala poruka serveru. Pakovanje podataka se zove „marshalling“.
3. Klijentski operativni sistem šalje poruku na server.
4. Operativni sistem servera prihvata poruku i prosleđuje na serverski skeleton.
5. Server raspakuje parametre iz poruke. Raspakovanje poruke se naziva „unmarshalling“.

6. Poslednji korak, serverski skeleton poziva proceduru. Odgovor se prosleđuje klijentu u istim koracima ali u obrnutom redosledu.

### 3. JSON (JavaScript Object Notation)

JSON (eng. JavaScript Object Notation) [4][5] je jednostavan format za razmenu podataka. Podaci su predstavljeni u formi jednostavnoj za čitanje i pisanje od strane kako čoveka tako i računara. Računar vrlo lako može da pročita i generiše JSON tekst. Format je baziran na podskupu JavaScript programskog jezika Standard ECMA-262 [6].

JSON tekst je sekvenca tokena formiranih od Unicode znakova tako da predstavlja validnu JSON gramatiku. Set tokena uključuje šest strukturalnih tokena (leva uglasta zagrada, leva vitičasta zagrada, desna uglasta zagrada, desna vitičasta zagrada i dvotačka, zarez) , objekat (eng. Object), tekst (eng. String), broj (eng. Number) i tri vrednosna tokena (true, false i null).

Nepotrebne praznine su dozvoljene ispred ili iza bilo kog tokena. Znakovi koji ulaze u prazan prostor su tabulator, nov red, na početak reda i razmak. Praznine nisu dozvoljene unutar tokena, osim kao deo teksta.

Objekat (eng. Object) je neuređen skup parova ime/vrednost (eng. Key/Value).

Niz (eng. Array) je uređena struktura vrednosti u kojoj se zna redosled.

Vrednost (eng. Value) može biti tekst (eng. String), broj (eng. Number) ili jedna od vrednosnih tokena. Takođe vrednost može biti objekat (eng. Object) ili niz (eng. Array). Time je omogućeno kreiranje kompleksnih struktura podataka.

Tekst (eng. String) je sekvenca od nula ili više Unicode [7] znakova, smeštena između para dvostrukih navodnika. Broj (eng. Number) je predstavljen sa osnovom 10.

## 4. SPECIFIKACIJA JSON-RPC 2.0

JSON-RPC 2.0 [2] specifikacija ne predviđa praćenje stanja, niskog je stepena opterećenja na sistem i predstavlja protokol poziva udaljene procedure [1]. Specifikacija definiše strukture podataka i potrebna pravila za potrebe protokola. Ne zavisi od sistema transporta, tako da može da se koristi preko TCP/IP-a, preko HTTP-a ili preko bilo kog drugog okruženja za razmenu poruka. Koristi JSON [4][5] kao format za kodiranje podataka.

Protokol je dizajniran tako da pre svega bude jednostavan.

### 4.1. Konvencije

JSON-RPC koristi JSON za kodiranje podataka i ima iste tipove podataka kao i JSON. Svi identifikatori koji učestvuju u razmeni između klijenta i servera bi trebalo smatrati nezavisnim od velikih i malih slova. Termini „funkcija“, „metoda“ i „procedura“ mogu se smatrati sinonimima.

### 4.2. Kompatibilnost

JSON-RPC 2.0 format zahteva i odgovora verovatno neće funkcionisati sa postojećom JSON-RPC 1.0 implementacijom klijenta ili servera. Jednostavno je razlikovati koja je verzija u pitanju. U verziji 2.0 svaki

objekat zahteva ima člana koji je imenovan kao „jsonrpc“ i ima tekst vrednost od „2.0“, dok u verziji 1.0 ovaj član ne postoji. Većina 2.0 implementacija može probati da obradi 1.0 zahtev, čak i ako nije tačka-tačka komunikacija.

### 4.3. Zahtev

Poziv udaljene procedure započinje slanjem poruke koja sadrži zahtev na server. Objekat zahtev ima sledeće članove:

**jsonrpc** – Tipa tekst (eng. string), specificira koja je verzija JSON-RPC protokola u pitanju. Uvek ima vrednost „2.0“.

**method** – Tipa tekst (eng. string), sadrži vrednost metoda koja se poziva. Metode sa imenom čije ime počinje sa „rpc“ praćeno znakom „-“ (crtica) (U+002E ili ASCII 46) su rezervisane za interne metode i ekstenzije i ne bi trebalo da se koriste za bilo šta drugo.

**params** – Strukturni tip (objekat ili niz), vrednost ovog polja su parametri koje treba preneti prilikom poziva metoda. Nije obavezan deo zahteva.

**id** – Identifikator zahteva, zadat od strane klijenta, tip polja je tekst, broj ili **null** vrednost. Identifikator nije obavezan član zahteva. Ako zahtev ne sadrži identifikator smatraćemo da je u pitanju notifikacija. Vrednost ne bi trebalo da je **null** vrednost i brojevi ne bi trebalo da imaju decimalni deo.

Server mora da vrati istu vrednost **id**-a u poruci koja predstavlja odgovor na odgovarajući zahtev, ako je **id** član prisutan u zahtevu. Ovaj član se koristi kako bi se razlikovala dva objekta.

### 4.4. Notifikacija

Notifikacija je zahtev koji se šalje na server bez **id** člana. Prilikom slanja notifikacije klijent ne očekuje odgovor od strane servera. Server ne sme da odgovori na notifikaciju, bilo da je notifikacija samostalna ili je u seriji sa ostalim zahtevima. Notifikacije po definiciji nemaju potvrdu od servera, pošto nemaju odgovarajuću poruku sa odgovorom koja se vraća klijentu. I kao takve klijent ne može biti svestan da se desila neka greška prilikom izvršavanja zahteva koji je notifikacija.

### 4.5. Parametri

Parametri nisu obavezni. Ako postoje, moraju biti strukturne vrednosti kao pozicioni parametri, tj. kao niz (eng. Array) ili kao imenovani parametri, tj. kao objekat (eng. Object).

Po poziciji: Tip podataka mora biti niz (eng. Array). Sadrži vrednosti u redosledu koji očekuje server.

Po imenu: Tip podataka mora biti objekat (eng. Object). Objekat treba da sadrži članove koji se poklapaju sa imenima koje očekuje server. Odsustvo člana može prouzrokovati grešku prilikom izvršavanja. Imena članova moraju se potpuno poklapati sa parametrima koje očekuje metod.

### 4.6. Odgovor

Kada se pozove udaljena procedura, server mora da odgovori odgovarajućim odgovorom, osim u slučaju notifikacije. Odgovor je predstavljen jednim JSON objektom, koji sadrži sledeće članove:

**jsonrpc** - Tipa tekst (eng. String), predstavlja verziju JSON-RPC protokola. Trebalo bi da je uvek „2.0“.

**result** - U slučaju uspešnog poziva ovaj član je obavezan. U slučaju da se desila neka greška ovaj član ne sme da se pojavi u odgovoru. Vrednost ovog člana je određena metodom koja je pozvana na serveru.

**error** - U slučaju greške u toku izvršavanja metode ovaj član je obavezan. U slučaju uspešnog poziva ovaj član ne sme da se pojavi u odgovoru. Vrednost ovog člana mora biti objekat (eng. Object), kao što je definisano u odeljku „Greške“.

**id** - Ovaj član je obavezan u odgovoru. Vrednost u odgovoru mora biti ista kao **id** iz zahteva. U slučaju da se desi greška prilikom detekcije **id**-a iz zahteva, vrednost u odgovoru mora biti **null** vrednost.

#### 4.7. Greške

Kada se prilikom poziva udaljene procedure desi greška, odgovor mora da sadrži član sa imenom **error** koji sadrži vrednost koja je tipa objekat (eng. Object), koji ima sledeće članove:

**code** - Tip podataka je broj, sadrži tip greške koja se desila. Vrednost mora biti celobrojna vrednost.

**message** - Tip podataka je tekst, sadrži kratak opis greške. Opis bi trebalo da sadrži maksimalno jednu konciznu rečenicu.

**data** - Sadrži dodatne informacije o grešci koja se desila. Može biti primitivnog ili strukturnog tipa. Nije obavezan. Vrednost ovog člana je definisana od strane servera.

Kodovi grešaka od -32768 do -32000 su rezervisani za već definisane greške.

#### 4.8. Slanje zahteva u serijama

Kako bi poslao više od jednog zahteva u isto vreme, klijent može da pošalje niz (eng. Array) koji je popunjen zahtevima.

Server će odgovoriti nizom koji sadrži odgovarajuće odgovore, posle svake serije svi zahtevi koji su bili u seriji su procesirani. Odgovor servera treba da sadrži odgovor za svaki zahtev, osim u slučaju ako je neki zahtev tipa notifikacije. Server može da procesira seriju zahteva u proizvoljnom redosledu.

Klijent bi trebalo da prati stanje u kome su zahtevi i odgovarajući set odgovora se prati na osnovu **id** člana u odgovoru.

U slučaju da poziv udaljene procedure nije validan JSON objekat ili niz (eng. Array) sa barem jednom vrednošću, odgovor sa servera mora biti tačno jedan odgovor. U slučaju kada nema odgovora sa servera u nizu odgovora koji bi se poslao klijentu, server ne bi trebalo da vrati prazan niz i ne bi trebalo da vrati odgovor uopšte.

#### 4.9. Proširenja

Nazivi metoda koji počinju sa „rpc-“ rezervisani su za sistemska proširenja i ne smeju se koristiti za bilo šta drugo. Svaki sistem proširenja je definisan u svojoj specifikaciji koja je slična ovoj. Svi sistemi proširenja su opcioni.

## 5. ANDROID

Android je otvorena platforma dizajnirana za mobilne uređaje. Glavni pokretač platforme je kompanija Google, ali je u vlasništvu Open Headset Alliance, čiji je osnivač Google i još nekoliko kompanija. Glavni cilj alijanse je da ubrza inovacije, ponudi bogatije iskustvo korisnicima, učini platformu dostupnijom svima i sve ukupno bolje iskustvo korisnicima u radu sa mobilnim uređajem.

Kao takav, Android je uveo revoluciju među mobilnim uređajima i predstavlja prvu platformu koja čini da se razvoji razvoj hardvera od softvera koji je pokrenut na uređaju. To nam omogućava mnogo veći izbor uređaja koji mogu da pokrenu istu aplikaciju, a ujedno se dobija bogatiji ekosistem kako za programere tako i za korisnike.

Android je platforma koja je uzela u obzir uticaj svih elemenata, što je čini kompletnom softverskom podrškom za mobilne uređaje.

## 6. IMPLEMENTACIJA JSON-RPC 2.0 PROGRAMSKE BIBLIOTEKE

U ovom poglavlju opisaćemo implementaciju JSON-RPC 2.0 programske biblioteke. Biblioteku ćemo nazvati **JsonRpcLib**. Specifikacija biblioteke je definisana standardom JSON-RPC 2.0 koji je prikazan u odeljku „Specifikacija JSON-RPC 2.0“.

JSON-RPC predstavlja dodatnu apstrakciju koja je postavljena iznad HTTP ili TCP/IP-a, tj. transportnog sloja. **JsonRpcLib** programska biblioteka ima implementiran samo HTTP transportni sloj. Implementacija TCP/IP je sasvim moguća i dostupna za Android platformu, ali zbog široke zastupljenosti i jednostavne implementacije serverske strane, odlučeno je da se implementira samo HTTP transportni sloj.

Na sledećem dijagramu prikazan je put obrade jednog JSON-RPC zahteva.



Slika 1: Prikaz obrade jednog JSON-RPC zahteva

Glavni akter i inicijator obrade zahteva je Android aplikacija. Aplikacija kreira JSON-RPC zahtev. Zahtev se upotrebom **JsonRpcLib** programske biblioteke konvertuje u HTTP zahtev koji se upućuje ka željenom veb serveru i transportuje upotrebom Interneta. Veb server prihvata zahtev i vrši odabir koji će metod veb servera biti pozvan. Odabir se radi na osnovu parametra koji je prosleđen u JSON-RPC zahtevu.

Postoje dve vrste metoda kao i dve vrste zahteva: zahtevi za koje se očekuje odgovor i zahtevi za koje se ne očekuje odgovor od veb servera. Zahtevi za koje se ne očekuje odgovor su takozvane notifikacije. To su zahtevi koji nemaju JSON-RPC **id** polje definisano. Na veb serveru se vrši obrada zahteva za oba tipa, tj. poziva se odgovarajući metod koji je implementiran na veb serveru.

Kod zahteva koji očekuju odgovor, pozvani metod generiše odgovor koji se prosleđuje klijentu. Odgovor se transportuje upotrebom HTTP odgovora i preko Interneta isporučuje klijentu, u našem slučaju Android aplikaciji.

U okviru `JsonRpcLib` programske biblioteke HTTP odgovor se konvertuje u JSON-RPC odgovor, koji je rezultat traženog zahteva naše Android aplikacije.

Minimalna verzija Androida za koju je biblioteka podržana je Android 4.0. Korišćene su samo programske biblioteke koje su već dostupne u okviru okruženja, nema dodatnih/eksternih biblioteka od kojih zavisi

Pomoćne klase su definisane u okviru paketa `common` i `model`. U paketu `common` su definisane klase: `JsonRpcConstants` (klasa odgovorna za sve konstante), `JsonRpcException` i `JsonHttpClientException` (klase definišu izuzetaka). I jedna enumeracija `JsonRpcTransportProtocol` (definiše transportni protokol). U paketu `model` definisane sledeće klase: `JsonRpcRequest` (klasa koja definiše zahtev), `JsonRpcResponse` (klasa koja definiše odgovor) i `JsonRpcError` (predstavlja grešku prilikom obrade zahteva). I jedan interfejs `JsonRpcObject` (interfejs koji specificira način konverzije u JSON format i obrnuto).

Drugi deo programske biblioteke predstavlja samu logiku. Glavna funkcija je mogućnost poziva udaljenog metoda, upotrebom jednostavnog interfejsa. Poziv metoda se obavlja prosleđivanjem `JsonRpcRequest` objekta, a odgovor dobijamo u obliku `JsonRpcResponse` objekta. Moguće je redefinisati ove objekte kako bi uključivali podatke koji su u domenu aplikacije. Sam poziv iza sebe sakriva mrežnu komunikaciju i potrebne konverzije podataka iz objekata u JSON format i obrnuto.

Klase koje su definisane u osnovnom paketu programske biblioteke `JsonRpcLib` su: `JsonHttpClient` (klasa sadužena za implementaciju HTTP transportnog sloja), `JsonRpcClient` (glavna klasa koja je zadužena za pozive udaljene procedure) i `JsonRpcRequestFactory` (klasa zadužena da kreira zahteve na osnovu unetih parametara).

Ako bismo želeli da implementiramo TCP/IP transportni sloj to bismo uradili tako što bi implementirali klasu koja ima isti interfejs kao i `JsonHttpClient` klasa. Novo kreiranu klasu bismo iskoristili u okviru konstruktora klase `JsonRpcClient`, kako bismo omogućili korišćenje TCP/IP transportnog sloja.

## 7. ZAKLJUČAK

U ovom radu smo opisali jednu od mogućih implementacija JSON-RPC 2.0 specifikacije iz ugla Android aplikacije. Sama specifikacija je jednostavna i vrlo laka za implementaciju. Ima jednostavne koncepte koji su laki za razumevanje. Definiše formate poruka za zahtev i format poruke odgovora. U okviru poruke zahteva može da se izostavi `id` poruke, i u tom slučaju taj zahtev postaje notifikacija. Na notifikaciju server nije dužan da vrati odgovor. Dok na ostale zahteve mora da odgovori. Sama specifikacije predviđa i kodove grešaka koji mogu da se dese prilikom izvršavanja poziva udaljene procedure.

U okviru Android aplikacije specifikacija je implementirana kao zaseban modul, tj. kao zasebna celina kako bi mogla da se iskoristi na još nekom projektu. Pošto je nebitno koje podatke prenosi i na koji server prosleđuje podatke, ako su ispunjeni svi zahtevi koje specifikacija zahteva, komunikacija će biti uspešna.

Programska biblioteka `JsonRpcLib` implementirana je samo za HTTP protokol, dok specifikacija predviđa da može da se koristi i TCP/IP protokol. Zbog široke rasprostranjenosti i dosta lakšeg serverske implementacije odlučeno je da se implementira samo za HTTP protokolu. Implementacija biblioteke za TCP/IP protokol je jedno od mogućih proširenja programske biblioteke.

## 8. LITERATURA

- [1] RPC  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Remote\\_procedure\\_call](https://en.wikipedia.org/wiki/Remote_procedure_call)
- [2] JSON-RPC 2.0, Specifikacija  
<http://www.jsonrpc.org/specification>
- [3] Arpaci-Dusseau, Remzi H.; Arpaci-Dusseau, Andrea C.  
(2014), Introduction to Distributed Systems,  
<http://pages.cs.wisc.edu/~remzi/OSTEP/dist-intro.pdf>
- [4] ECMA-404, The JSON Data Interchange Format,  
1st edition (October 2013)
- [5] The application/json Media Type for  
JavaScript Object Notation (JSON),  
<http://www.ietf.org/rfc/rfc4627.txt>
- [6] ECMA-262 (ISO/IEC 16262), ECMAScript®  
Language Specification, 3rd edition (December 1999)

### Kratka biografija:

**Darko Stevanović** je rođen 22.3.1984. u Smederevu. Osnovnu školu „Dr Jovan Cvijić” završio je 1999. godine. Srednju Tehničku školu u Smederevu završio je 2003. godine. Iste godine upisao se na Fakultet tehničkih nauka, odsek Računarstvo i automatika. Školske 2007/2008. godine upisao se na smer Računarska nauka i informatika. Položio je sve ispite predviđene planom i programom.

**Milan Vidaković** je rođen u Novom Sadu 1971. godine. Na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu završio je doktorske studije 2003. godine. Na istom fakultetu je 2014. godine izabran za redovnog profesora iz oblasti *Primenjene računarske nauke i informatika*.

## KORIŠĆENJE OPENVIBE PROGRAMSKOG PAKETA U BCI EKSPERIMENTIMA

### APPLICATION OF OPENVIBE PROGRAM PACKAGE IN BCI EXPERIMENTS

Bojan Popović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

#### Oblast- ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

**Kratak sadržaj** – Ovaj rad prikazuje upustvo za pravljenje OpenVibe kutije za vizuelizaciju koja se može koristiti u BCI eksperimentu.

**Abstract** – This paper features a guide fore creating OpenViBE visualization box for use in BCI experiments.

**Keywords:** *Electroencefalography(EEG), Steady state visual potencials (SSVEP), OpenViBE, Brain-computer interface (BCI)*

#### 1. UVOD

Svaki BCI sistem se zasniva na prikupljanju, analizi i prevodenju moždanih signala u upravljačke komande. Najčešće korišten metod prikupljanja moždanih signala je EEG. OpenViBE spada u multi-platformski open-source programski paket. Zbog visoke modularnosti, mogućnosti offline i online eksperimenata, real-time vizuelizaciji i prikupljanju podataka OpenViBE nam pruža veliku fleksibilnost i laku prilagodljivost eksperimenata [1]. Zbog sistema kutija u OpenViBE-u lako možemo izmeniti neke parametre tokom eksperimenta da bi dobili bolje rezultate. Vizuelizacija nam omogućava da na licu mesta vidimo određene podatke i skrenemo pažnju korisniku na greške ukoliko je to potrebno.

Kutija je abstraktni pogled jednog lanca procesiranja, koji može da sadrži više algoritama povezanih da reše zadatak i ona upravlja svim podacima. U našem BCI sistemu kutija će nam služiti samo za vizuelizaciju, odnosno za stimulaciju mozga pomoću polja koja trepere određenom frekvencijom.

Cilj eksperimenta je da pokažemo da se mogu odrediti vizuelni evocirani potencijali pomoću OpenViBE aplikacije. Eksperiment se vrši u dve faze: relaksacija i snimanje sa stimulacijom. Zbog osvežavanja ekrana od 60 Hz u aplikaciji smo postavili treperenja ekrana na 12 Hz. Svaka faza relaksacije traje 1 minut, a faza stimulacije traje 2 minuta i ima ukupno 8 ponavljanja. Posle preuzimanja podataka delimo EEG signal po fazama i svaku fazu posmatramo kao jedan kontinuiran signal. Tako dobijene signale delimo na segmente različitih dužina i stepena poklapanja i nad njima vršimo obradu signala. Signal prebacujemo iz vremenskog u frekventni domen da bi našli dominantnu frekvenciju. U našem eksperimentu bi to trebalo da bude 12 Hz

#### NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio Nikola Jorgovanović

#### 2. KREIRANJE OPENVIBE KUTIJE

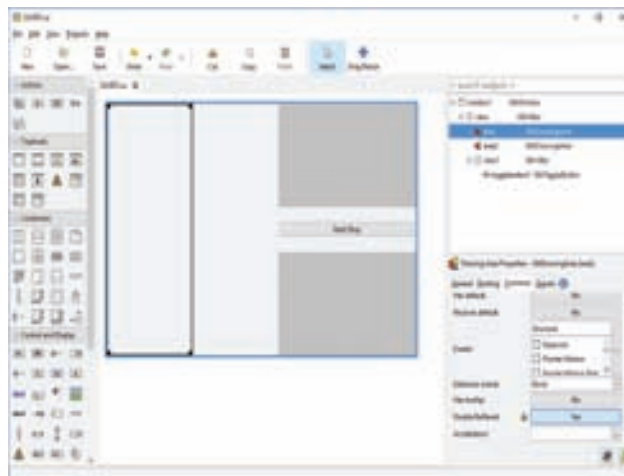
Kreiranje nove kutije u OpenViBE programskom paketu može da se podeli na 3 koraka:

1. Kreiranje korisničkog interfejsa
2. Korišćenje Skeleton Generatora za kreaciju skeletona kutije
3. Dodavanje koda kutiji da bi ispunila naše zahteve

##### 2.1. Kreiranje korisničkog interfejsa

Za kreiranje UI-a smo koristili Glade alat. Glade je RAD(*Rapid Application Development*) alat za lak i brz razvoj korisničkih interfejsa za GTK+ toolkit i prvenstveno za GNOME desktop okruženja.

GTK+ (Gnome Tool-kit) je multi-platformski toolkit za kreiranje grafičkih korisničkih interfejsa. On nudi kompletan set elemenata za grafički prikaz(vidžeta) kojim se može napraviti sve od jednokratnih alata do kompletnih zahteva aplikacija. Gt+ je napisan u C-u ali je dizajniran tako da podržava veliki broj jezika ne samo C/C++. Koristeći GTK+ uz Perl ili Python jezike, pogotvo u kombinaciji sa Glade GUI kreatorom, dobijamo efektivnu metodu za brzo pravljenje aplikacija. Korisnički interfejsi kreirani u Glade-u se čuvaju kao XML datoteke i koristeći GtkBuilder (GTK+ objekat) mogu biti dinamički učitani od strane različitih aplikacija. Glade se jednostavno koristi prevlačenjem elementa koji su nam potrebni za vizuelizaciju.



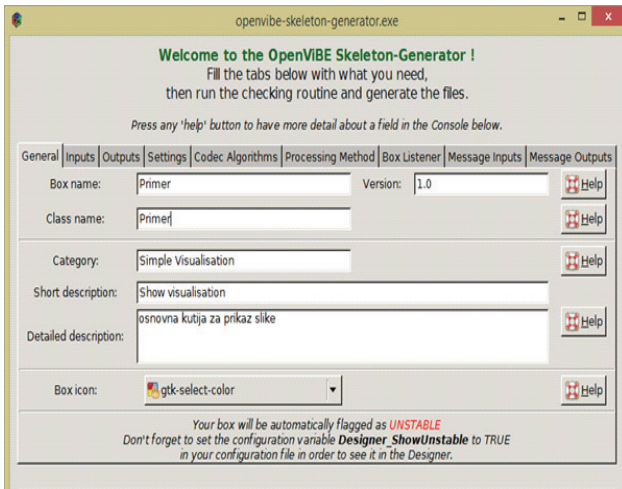
Slika 1. Kreiranje UI-a u Glade-u

Sa slike 1 se vidi da smo za vizuelizaciju našeg eksperimenta napravili prozor sa dva polja za iscertavanje i jednim Start/Stop dugmetom. Polja za iscertavanje će trepereti crno-belom bojom frekvencijom kojom zadamo u kutiji. Start i stop dugme pokreće odnosno zaustavlja treperenje.



## 2.2. Korišćenje Skeleton Generatora za kreaciju skeletona kutije

Skeleton generator je aplikacija koja olakšava developerima da naprave osnovu kutije odnosno njen skeleton.



Slika 2. Prikaz UI-a Skeleton Generatora

Na slici 2 je prikazan osnovni prozor skeleton generatora. U skeleton generatoru zadajemo osnovne parametre kutije, kao što su ime, kategorija i tipovi ulaza i izlaza. Zatim zadajemo kodek algoritme, najčešće su to dekoderi i enkoderi za ulazne i izlazne signale. Metod procesiranja može biti jedan od dva tipa. U zavisnosti od toga šta nam je potrebno biramo da se procesiranje podataka vrši nakon stizanja određenog komada podataka (data-driven) ili nakon određenog vremena (clock-driven). Nakon podešavanja svih parametara Skeleton-Generator treba proveriti imali nekih inkohherentnosti koje bi mogle da prave probleme procesu generisanja. Pritiskom na dugme Check trebalo bi da se u konzoli dobije indikacija (OK) da je uspešno izvršena provera. Ako je sve u redu pritiskom na dugme Generate se generišu svi potrebni fajlovi za funkcionalnu kutiju odnosno skeleton kutije.

## 2.3. Dodavanje koda kutiji

Pomoću skeleton-generatora generišu se 3 fajla:

- Primer.h
- Primer.cpp
- Readme.txt

U headeru imamo dve klase. Jedna predstavlja klasu kutije koju želimo da napravimo. U njoj se nalaze deklaracije osnovnih funkcija kao što su *initialize*, *uninitialize* i *processClock*. Dodatno je potrebno deklarirati varijable koje ćemo vezati za objekte na korisničkom interfejsu i dodatne varijable koje će koristiti proces funkcija. Druga klasa je deksriptor klasa i u njoj imamo sve funkcije koje su vezane za OpenViBE dizajner odnosno sve funkcije koje su potrebne da se kutija prikaže u OpenViBE dizajneru. Tu je potrebno dodati funkciju za vizuelizaciju

```
Virtual OpenViBE : bool ean
hasFunctionality (OpenViBE : Kernel : EPIuginFunctionality ePF) const
{
    Return ePF == OpenViBE : Kernel :
    PluginFunctionality (Virtual)
}
```

Funkcija *initialize* se pokreće kad se pritisne start u OpenViBE dizajneru. U cpp fajlu u funkciji *initialize* potrebno je inicijalizovati elemente za vizuelizaciju. Pomoću GTK\_WIDGET funkcije te elemente vezujemo za elemente iz UI-a. S obzirom da naša kutija ne prima signale već samo treba da menja boju polja u određenoj frekvenciji, koristimo *processClock* funkciju koja će se pozivati 60 puta u sekundi (zbog osvežavanja ekrana) i u toj funkciji pišemo kod za menjanje boja polja 12 puta u sekundi (12 Hz).

## 3. AKVIZICIJA PODATAKA

U fazi akvizicije signala korišćen je Smarting EEG uređaj, razvijen od strane mBrainTrain kompanije. Smarting EEG uređaj ima 24 kanala, ulazne impedanse 500 MΩ i CMRR veći od 100 dB. Između Smarting EEG uređaja i računara na kome se smeštaju podaci snimanja uspostavlja se bežična Bluetooth (engl. Bluetooth) komunikacija. AD konvertor ovog uređaja ima učestanost odabiranja 500 Hz i 24-bitne je rezolucije. Na slici 3 prikazan je izgled Smarting EEG uređaja samostalno i postavljenog na EEG kapu, tokom akvizicije signala. Za naš eksperiment smo koristili samo 2 kanala i to 2 elektrode u occipitalnoj regiji (O1 i O2).



Slika 3. Prikaz Smarting EEG uređaja samostalno (gore) i tokom akvizicije signala (dole)

## 4. OBRADA SIGNALA

Prikupljeni signal sa elektroda se nalazi u vremenskom domenu a nama za obradu treba da bude u frekventnom. Pre prebacivanja signala u frekventni domen rasparčaćemo signal na segmente različitih dužina i preklapanja i vršićemo obradu signala nad njima. Uzeli smo više različitih segmenata da bi našli najbolji odnos specifičnosti i senzitivnosti:

Tabela 1. Dužine segmenata i preklopi

	1	2	3	4	5	6	7	8
Dužina [s]	10	15	18	20	30	30	35	35
Preklop [s]	8	10	13	15	20	25	25	30

Svaki od segmenata prebacujemo u frekventni domen. Spektar snage vremenskog signala opisuje distribuciju frekvencijskih komponenti koje sačinjavaju taj signal. Po Furieu bilo koji fizički signal može biti rastavljen na određen broj diskretnih frekvencija ili spektra frekvencija u kontinualnom opsegu. Statistička srednja vrednost signala analizirana u frekventnom domenu naziva se spektar. Cilj procene spektralne gustine (*spectral density estimation* (PSD)) je da proceni spektralnu gustinu nasumičnog signala iz sekvence vremenskih semplova signala. Spektralna gustina karakteriše frekvencijski sadržaj signala. Jedan od razloga za procenu gustine spektra je da se pronađu bilo kakve periodičnosti u podacima posmatrajući maksimalne vrednosti na frekvencijama koje odgovaraju ovim periodičnostima.

Jedan od načina procenjivanja PSD jeste nalaženje diskretne Furijeove transformacije segmenta signala konačne dužine, a zatim kvadriranje amplitude rezultata. Ovakva procena se naziva *periodogram*. Periodogram je procena spektralne gustine snage koja se za signal  $x_n$  semplovan N puta definiše na sledeći način:

$$S(f) = \frac{\Delta t}{N} \left| \sum_{n=0}^{N-1} x_n e^{-i2\pi f n} \right|^2. \quad (1)$$

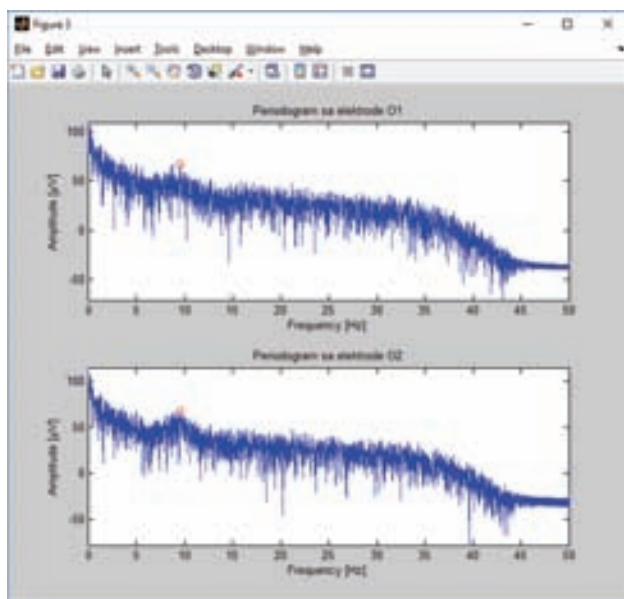
Pri čemu je  $1/(2 \Delta t)$  Nikvistova frekvencija.

$$-\frac{1}{2\Delta t} \triangleleft f \leq \frac{1}{2\Delta t}. \quad (2)$$

Jedan od segmenata izgleda kao na slici 4. Da bi odredili maksimum koristili smo peakFinder funkciju [2].

#### 4.1. Specifičnost i senzitivnost

Kada prebrojimo sve nadjene vrhove, odnosno ne nadjene u svim segmentima signala koristimo specifičnost i senzitivnost za određivanje tačnosti našeg eksperimenta.



Slika 4. Prikaz jednog segmenta

Specifičnost i senzitivnost su statistička merenja performansi binarnog klasifikacionog testa, poznatog u statistici kao funkcija klasifikacije [3]:

- Senzitivnost (*true positive rate*) – meri razmeru pozitivnih rezultata koji su identifikovani kao pozitivni (procenat tačaka na 10Hz koje su identifikovane kao maksimum)

$$TPR = TP / P = TP / TP + FN \quad (3)$$

- Specifičnost (*true negative rate*) - meri razmeru negativnih rezultata koji su identifikovani kao negativni (ako nije našao maksimum na 10 Hz u tačkama u kojima nije bilo stimulacije)

$$SPC = TN / N = TN / TN + FP \quad (4)$$

Senzitivnost kvantifikuje izbegavanje lažnih negativnih a specifičnost izbegavanje lažnih pozitivnih rezultata. Tačnost se određuje kao odnos svih tačnih rezultata i svih ukupnih rezultata.

$$ACC = (TP + TN) / (TP + FP + FN + TN) \quad (5)$$

## 5. REZULTATI

Daljom obradom ovih signala odnosno podelom signala na segmente sa različitim dužinama preklapanja i pri različitim tresholdima dobijamo rezultate prikazane u tabelama ispod. U tabelama 2 i 3 su predstavljeni rezultati obrade signala snimanih pred monitorom odnosno senzitivnost i specifičnost našeg eksperimenta. Signali su deljeni na segmente od 10, 15, 18, 20, 30 i 35 sekundi sa dužinom preklapanja od 8, 10, 13, 15, 20, 25 i 30 sekundi. Takođe smo podešavali treshold algoritma odnosno razliku između maksimuma u segmentu i njegovih okolnih tačaka da bi dobili najbolji odnos specifičnosti i senzitivnosti.

## 6. ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada je bio prikaz korišćenja OpenViBE programskog paketa u BCI eksperimentima. Iako OpenViBE ima veoma dobru dokumentaciju što se tiče korišćenja same platforme i pravljenja različitih scenarija, malo toga je bilo dokumentovano o tome kako se prave kutije sa vizuelizacijom kakva je nama potrebna. Zato smo odlučili da fokus rada bude upravo na pravljenju takvih kutija. U radu je opisano, pored arhitekture samog OpenViBE-a, i korak po korak objašnjenje pravljenja kutije sa vizuelizacijom kakvu mi želimo.

Iako nismo iskoristili sve mogućnosti OpenViBE programskog paketa rezultati su pokazali da je korišćenje OpenViBE-a u SSVEP baziranim BCI sistemima vrlo moguće i pokazuje veliki potencijal.

Algoritam koji smo koristili, uzimanjem segmenata dužeg vremenskog trajanja, određuje da li smo gledali u polje koje treperi ili ne sa prilično visokom tačnošću.

Tabela 2. TPR i SPC signala snimanih pred monitorom pri tresholdu od 20 $\mu$ V

Dužina segmenta(s) /dužina preklapanja(s)	10/8	15/10	18/13	20/15	30/20	30/25	35/25	35/30
Threshold – 20								
TPR (%)	64.53	78.52	90.94	94.26	94.52	95.55	100	100
SPC (%)	96.08	97.72	94.41	94.70	92.67	93.28	93.24	91.89

Tabela 3: TPR i SPC signala snimanih pred monitorom pri tresholdu od 27  $\mu$ V

Dužina segmenta(s) /dužina preklapanja(s)	10/8	15/10	18/13	20/15	30/20	30/25	35/25	35/30
Threshold – 27								
TPR (%)	48.4	66.1	74.5	81.08	85.61	84.59	90.41	89.65
SPC (%)	94.80	95.67	92.51	92.60	90.86	91.43	91.46	92.75

S obizrom da ova platforma pruža potrebne alate za akviziciju podataka u realnom vremenu, procesiranje i prikazivanje moždanih signala, u budućem radu je moguće proširiti sam OpenViBE scenario da obuhvati celokupni deo akvizicije podataka i obradu signala. Sa tim na umu bi mogli poboljšati sam UI gde bi mogli dodati više polja koja trepere ili čak koristiti različite boje. Danhua Zhu i drugi su sproveli pregled literature proučavajući različite metode stimulacija korištenih u SSVEP studijama i zaključili da “poboljšanja u stimulima mogu poboljšati SSVEP (odnost signal-šum), pojednostaviti procesiranje, omogućiti korištenje više polja za gledanje i sprečiti gubitak pažnje” [4]. Takođe u realnim uslovima algoritmi za translaciju moraju biti efikasniji da bi se mogle odrediti namere korisnika u što kraćem vremenskom roku. Ovde su dati samo neki od predloga za pravac daljeg razvoja ovog rešenja, kako bi se dobio funkcionalan i pouzdan BCI sistem.

## 7. LITERATURA

- [1] Y. Renard, F. Lotte, G. Gibert, M. Congedo, E. Maby, V. Delannoy, O. Bertrand, A. Lécuyer, “OpenViBE:

*An Open-Source Software Platform to Design, Test and Use Brain-Computer Interfaces in Real and Virtual Environments*”, Presence: teleoperators and virtual environments, vol. 19, no.1, 2010

- [2] Yoder, N. (2009). PeakFinder. In <http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/25500-peakfinder>; (ed), Matlab, MathWorks.
- [3] R. Parikh, A. Mathai, S. Parikh, G.S Chandra, R. Thomas, “Understanding and using sensitivity, specificity and predictive values”. *Indian J Ophthalmol.* 2008; 56:45–50.
- [4] D. Zhu *et al.*, “A Survey of Stimulation Methods Used in SSVEP-Based BCIs”, *Computational intelligence and Neuroscience*, 2010. doi:10.1155/2010/702357

### Kratka biografija:



**Bojan Popović** rođen je u Novom Sadu 1989. god. Osnovne studije na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnika i računarstvo – Računarstvo i automatika završio je 2013. god. Trenutno student master studija na smeru Biomedicinski Inženjering.



ПОДЕЛА ГРАФА УПОТРЕБОМ АЛГОРИТАМА ИНСПИРИСАНИМ ПОНАШАЊЕМ  
МРАВЉЕ КОЛОНИЈЕ

GRAPH PARTITIONING USING ALGORITHMS INSPIRED BY ANT COLONY  
BEHAVIOR

Дражен Пуповац, Факултет техничких наука, Нови Сад

**Област – ЕЛЕКТРОТЕХНИКА И РАЧУНАРСТВО**

**Кратак садржај** – Паралелна обрада података, VLSI и мрежно рутирање су јако важне области чија проблематика се може свести на проблем поделе графа на  $k$  балансираних делова, тако да број пресека буде минималан. Овај проблем спада у NP тешке проблеме и стога су предложени разни начини за упориштавање доласка до решања. У овом раду приказана су два начина базирана на хеуристици. Један који се ослања на меморију у виду феромона, а други само на стање суседних чворова. На малим графовима оба алгоритма дају врло добре резултате.

**Abstract** – Parallel data processing, VLSI, and network routing are very important fields which issues could be reduced to the problem of partitioning the graphs on the  $k$  balanced subsets, so that the number of cuts is a minimum. This problem is an NP-complete, and therefore various ways to simplify finding a solution have been proposed. This paper presents two ways based on heuristics. One that relies on memory in the form of pheromones, and the other based just on state of neighbor nodes. On small graphs both algorithms give good results.

**Кључне речи:** подела графова, мравњи алгоритам, ACO, више-агентни алгоритам

**1. УВОД**

Проблеми чије решавање се може свести на поделу графова имају примену у областима као што је расподела стотине хиљада или милиона транзистора на једном чипу (Very Large Scale Integrated Circuit – VLSI), класификација WEB садржаја, мрежно рутирање, распоред саобраћаја, реализације распореда предавања, векторско множење ретких матрица, паралелна обради података итд. Сваки алгоритам има задатак да оптимално подели систем на подскупове. У случајевима када је проблем једноставан могуће је користити грубо (brute force) претраживање или интегрално линеарно претраживање (ILP). Тако исцрпно претраживање је једини начин да се гарантује оптимално решење. Ипак, ово важи само за једноставне проблеме у којима је број чворова мали.

У случају великих графова не може се гарантовати да ће оптимално решење бити пронађено у разумном временском периоду [1]. Из тог разлога се користе

**НАПОМЕНА:**

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Дарко Чапко, доцент.

хеуристичке методе и методе засноване на вероватноћи како би се добила решења близу оптималног. Вингтонг и сарадници [2] су упоредили три популарне хеуристичке методе за поделу система на партиције и доказали потребу за кориштењем решавања задатака на нивоу хеуристике.

Задатак проналажења  $k$  уравнотежених подскупова графа, своди се на проналажење подскупова који требају да имају максималан број тежина ивица или минималан број пресечних ивица у току поделе графа. При томе укупна величина сваког подскупа треба да буде приближно иста.

У овом раду је проблем поделе графа решен применом алгоритама базираних на алгоритму мравље колоније. То је еволутивни алгоритам инспирисан понашањем мрава. Метод је једноставан за разумевање. У раду се елаборирају неке основне идеје из ове области на примеру поделе графова на  $k$  једнаких партиција. Приказана су два начина реализације алгоритма.

**2. ПРОБЛЕМ ПОДЕЛЕ ГРАФА**

Ако имамо неусмерени граф  $G = G(V, E)$  где је  $V$  скуп чворова, а  $E$  скуп грана. Подела графова је мапирање  $V$  у  $k$  неповезаних региона  $S_i$  таквих да је унија свих региона  $V$ , тј.  $\cup_{i=1}^k S_i = V$ . Кардиналност региона је број чворова у региону  $S_i$ , а скуп пресечених грана је означен као  $E_c$ . Циљ поделе графова је да се пронађе балансиран однос кардиналности региона, а при том минимизирајући број пресечених грана,  $|E_c|$ . За балансиране регионе, кардиналност оптималног региона се рачуна као  $|S_{opt}| = \lceil \frac{|V|}{k} \rceil$ . У том случају подела графа се може описати као: пронаћи регион графа  $G$  таквог да је  $|E_c|$  минимално са ограничењем да  $|S_{opt}| - 1 \leq |S_i| \leq |S_{opt}|$  за  $1 \leq i \leq k$  [3].

**3. ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА**

У раду су описана два приступа решавања проблема поделе графа на балансиране регионе базирана на мравима. Основна разлика између ова два алогоритма је што први користи глобалну меморију у виду феромона како би дошао до најбољег решења. У свакој итерацији колонија мрава проналази једну верзију решења и у зависности од добијене вредности критеријума оптималности пропорционално освежава феромон на путањама између чворова. Други алгоритам не користи ниједан вид меморије, ни феромоне ни локалну меморију. Овде мрав у свакој

итерацији мења припадност једног чвора одређеном региону, на основу припадности суседних чворова регионима.

Оба алгоритма су реализована у програмском језику C#.

### 3.1. Алгоритма базиран на мрављим колонијама

Као основа за креирање првог алгоритма коришћен је мрављи алгоритам за поделу тежинских графова [4].

```

АСПГ (Улазни параметри)
Иницијализација
while (итерација < максимална_итерација)
  for мрав = 1 to БројМрава
    Почетна позиција мрава
  end for
  for корак = 1 to БројСлободнихЧворова
    Одабир следећег чвора
  end for
  Рачунање критеријума оптималности
  Освежавање феромона
end while
end АСПГ

```

Слика 1: Псеудокод алгоритма базираног на мрављим колонијама.

Феромони у овом алгоритму играју кључну улогу. Прво се дефинише матрица феромона која се иницијализује на вредност  $C$  ( $10^{-5}$ ) на местима који симболизују везу између два чвора. Број мрава је исти као и број партиција на који се дели дати граф. Сваки мрав проналази по једну партицију. Почетне позиције за сваког мрава се насумично додељују из скупа слободних чворова. Како би систем остао блансиран до краја наредни чворови се додељују мравима наизменично.

У случају када се регион састоји из више чворова који су повезани са истим наредним чвором, потребно је узети у обзир вредности свих тежина грана и феромона. Ако између два чвора постоји више веза, то се представља у облику једне гране чија је тежина ( $\eta_{ij}$ ) једнака суми тежина тих веза. Феромон је представљен као средња вредност збира количина феромона ( $\tau_{ij}$ ) ка свим слободним чворовима ( $S$ ). Вероватноћа преласка ( $p$ ) у наредни чвор се одређује формулом:

$$p_{ij}^k = \frac{[\tau_{ij}]^\alpha \cdot [\eta_{ij}]^\beta}{\sum_{l \in S} [\tau_{il}]^\alpha \cdot [\eta_{il}]^\beta}, \quad (1)$$

где је  $k$  број региона, а  $\alpha$  и  $\beta$  су позитивни реални параметри чије вредности дефинишу релативну важност феромона у односу на тежине грана. Потом се над израчунатом вероватноћом примењује рулет. Одабере се насумична вредност од 0 до 1, где је 1 сума свих вероватноћа преласка. Потом се простим сумирањем вероватноћа преласа између чворова, добија вредност која се упоређује са насумичном вредношћу. Наредни чвор је онај чија вероватноћа премаши случајну вредност.

Након поделе графа рачуна се критеријум оптималности ( $F$ ) као сума функција квалитета партиција  $f_k$ . Квалитетна подела представља максимум повезаности унутар партиција, што уједно значи и минимални пресек између партиција.

На основу добијеног критеријума оптималности одреди се колико ће се посути феромона по путањама тренутног решења. Квалитетнија решења ће бити посута са више феромона. Најквалитетнији регион ће бити присут са додатном количином феромона. Поред посипања феромона сваки од елемената матрице феромана биће помножен са фактором  $(1-\rho)$ . Овај поступак има за циљ да спречи прерану конвергенцију, односно гомилање феромона на локалном оптимуму. Овај процес је аналоган процесу испаравања феромона у природи.

### 3.2. Више-агентни алгоритам

Више-агенти алгоритам је креиран по узору на алгоритам Франсис Комељаса [3].

```

ВА (Улазни параметри)
Иницијална насумична подела
Иницијализација мрава
Иницијализација локалног квалитета чворова
Иницијализација глобалног квалитета
while(итерација < максимум_итерација)
  for мрав = 1 to БројМрава
    Прелазак мрава на следећи чвор
    Промена припадности чвора партицији
    Одржавање баланса
    For чвор to СвиИзмењениЧворовиСаСуседима
      Израчунај локални квалитет
    End for
    Израчунај глобали квалитет
  end for
end while
end ВА

```

Слика 2: Псеудокод више агентног алгоритма.

На самом почетку алгоритма сви чворови се насумично расподеле по регионима тако да број чворова исти или приближно исти у свим регионима. Балансираност графа се задржава током целе поделе. Након расподеле чворова одређени број мрава се такође распореди насумично по чворовима.

Након расподеле потребно је израчунати локални квалитет сваког чвора. Локални квалитет се дефинише као однос између броја повезаних чворова који припадају различитим регионима и максималног броја грана које има један чвор у графу.

По завршетку иницијализације у свакој од итерација мрави се крећу један по један по графу између повезаних чворова и мењају припадност чвора неком од региона. Мрав се премешта из тренутног чвора у чвор са најлошијим локалним кретењујом оптималности са вероватноћом  $p_m$ , а вероватноћом  $1-p_m$  се креће ка било ком другом повезаном чвору. Додељивање чвора најбољом региону се дешава са вероватноћом  $p_c$ , иначе се чвор додели било ком региону. Параметри  $p_m$  и  $p_c$  део стохастике алгоритма како би се избегла конвергенција у локални минимум. Са параметром  $s$  се дефинише број насумично одабраних чворова из региона који је изгубио један чвор, од којих ће бити насумично одабран један како би се одржао баланс између региона по броју чворова након што мрав промени припадност чвора региону.

Након промене припадности два чвора, поново се израчунава локални критеријум оптималности за два одабрана чвора и за све повезане чворове са њима.

#### 4. РЕЗУЛТАТИ

За тестирање је кориштена виртуелна машина која се налази на *Microsoft Azure Cloud*-у. Виртуелна машина има процесор *Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2660 0 @ 2.20GHz 2.20 GHz* и 7 Gb радне меморије.

Оба алгоритма описана у предходној секцији су тестирана са графовима из рада Франсис Комељаса [3]. Свака комбинација параметара за сваки граф је извршена 20 пута за оба алгоритма описана у овом раду. У Табела 1 приказани су резултати четири различита алгоритма, алгоритма Франсис Комељаса [3], резултати добијени *Metis*-ом [5], и два из овог рада, више-агентним алгоритмом (ВА) и алгоритмом базираном на мрављим колонијама (АСПГ). Најбољи резултати сва четири алгоритма су болдована.

*Metis* је алат који служи за поделу великих графова и коначних мрежа. Алгоритми су базирани на вишестепеној рекурзивној-бисекцији и вишестепеној подели на  $k$  делова. Вишеслојни приступ, који се користи у тесту, се састоји од три фазе: скупљање, почетне подела и ширења. У току фазе скупљања улазни граф се смањује групишући суседне чворове. У току фазе почетна подела, угрупњени чворови се деле, најчешће са алгоритмом Керниген-Лин. У току ширења, чворови који су били скупљени заједно додељују истој групи, и истовремено се примењују хеуристичке методе како би се чворови мешали и решење побољшало [6].

Резултати ВА алгоритма (табела 1) су добијени за 1000 пута са 3 мрва. Вредности вероватноћа  $p_m$  и  $p_c$  су редом 0,9 и 0,85. Компонента  $s$  била је до 100 насумичних тачака [3]. Поред поменутог теста вршен је тест утицаја броја мрва на квалитет решења. За сваки граф узет је број мрва из опсега од 3 до 9 и тестиран по 20 пута. На основу добијених резултата није потврђено да број мрва виши од 3 утиче на квалитет поделе графа, без обзира на број чворова, грана или дијаметар графа. За тестирање конвергенције додатно је вршено тестирање и за 25 итерација по 4 мрва (100 акција).

У случају АСПГ алгоритма резултати (табела 1) су добијени за 3000 итерација. Вредности осталих параметара су:  $\alpha=1$ ,  $\beta=5$ ,  $\rho=0.6$  и  $C=0.00001$ . Такође, и овај алгоритам је тестиран и са 100 итерација.

АСПГ иницијално долази до квалитетних решења, али са већим бројем итерација напредак је јако мали. Најбоља подела са 3000 итерација графа C2000.5 је за само 5 пресека мање боља од најбољег решења са 100 итерација.

Табела 1: Најбољи резултати алгоритма.

Граф	k	Multiagent	Metis	MA	АСПГ
C2000.5	125	<b>922706</b>	987681	991069	989339
DSJC125.1	8	522	<b>479</b>	529	492
DSJC1000.1	63	<b>43001</b>	46727	48335	47225
DSJC1000.5	63	<b>228850</b>	243282	245363	244576
jean	5	161	83	84	<b>63</b>
flat1000_50_0	63	<b>224378</b>	238491	240589	239787
flat1000_60_0	63	<b>225183</b>	239329	241368	240617
flat1000_76_0	63	<b>225962</b>	240215	242246	241479
le450_5a	29	<b>4030</b>	5418	5254	4815

le450_5b	29	<b>4055</b>	5404	5265	4802
le450_5c	29	<b>7656</b>	9413	9195	8663
le450_15a	29	<b>5619</b>	7760	7642	6820
le450_15b	29	<b>5641</b>	7725	7680	6812
le450_15c	29	<b>13509</b>	16151	15805	15034
le450_15d	29	<b>13550</b>	16272	15884	15082
le450_25a	29	<b>5302</b>	7865	7760	6885
le450_25b	29	<b>5037</b>	7835	7759	6802
le450_25c	29	<b>13456</b>	16815	16461	15487
le450_25d	29	<b>13539</b>	16853	16540	15547
miles500	8	770	655	760	<b>561</b>
miles750	8	1673	<b>1340</b>	1647	1357
miles1000	8	2768	<b>2343</b>	2650	2379
miles1500	8	4750	<b>4262</b>	4431	4265
multsol.i.1	13	<b>3270</b>	3516	3516	3336
multsol.i.5	12	3368	3622	3512	<b>3289</b>
myciel4	2	64	34	<b>27</b>	<b>27</b>
myciel5	3	205	140	125	<b>124</b>
myciel7	12	<b>1920</b>	1945	2056	1928
queen5_5	2	151	82	<b>60</b>	<b>60</b>
queen8_8	4	632	<b>416</b>	<b>416</b>	441
queen8_12	6	1128	917	<b>869</b>	907
queen12_12	9	2020	1939	<b>1867</b>	1997
queen16_16	16	<b>4400</b>	<b>4400</b>	<b>4400</b>	5167

У случају ВА алгоритма ситуација је доста боља, број пресека је смањен за 1004. Средња дужина извршавања алгоритма АСПГ у случају 100 итерација је приближно иста као и средња брзина извршавања ВА од 3000 акција. Најд2220растичнији пример је граф le450\_5 где је ВА алгоритам био бржи скоро 127 пута. Из овог разлога одбацићемо резултате АСПГ са 3000 итерација и упоредити резултате 100 итерација АСПГ и 1000 итерација са 3 мрва ВА алгоритма.

Упоредивањем најбољих резултата видимо да је АСПГ алгоритам дао боље резултате за скоро све графове. Највећа разлика је у случају графова са великим бројем чворова. Највећа одступање је у случају графа C2000.5, DSJC1000.1 као и Лејтонових графова. Међутим, ВА алгоритам се показао бољи у случају queen графова. За најмање графове резултати су доста приближнији.

*Metis* је долазио доста брзо до решења, у случају највећег графа више од 200 пута брже од АСПГ. За *Multiagent* не постоје прецизни подаци, осим да је за извршавања сваког од графова било потребно око једног минута [3]. За поређење брзине извршавања алгоритма мора да се узме у обзир да су алгоритми писани у различитим програмским језицима. *Metis* је писан у програмском језику C++, *Multiagent* у C.

100 итерација АСПГ алгоритма дало је боље резултате од *Metis*-а за multsol графове и Лејтонове графове. Међутим, *Metis* је дао боље резултате за C2000.5, DSJC и flat. Такође, АСПГ је поново дао лошије резултате за граф queen16\_16. За остале графове није било правила, оба алгоритма су дала приближно исте резултате. *Metis*-а је дао значајно боље резултате од ВА алгоритма готово за све графове. Највећа разлика је у подели највећег графа C2000.5 ВА алгоритам је дао сличне резултате као и *Metis* у случају Лејтонових графова. За остале мање графове резултати су били приближно исти.

Оригинални више-агентни алгоритам [3] је био бољи од 100 итерација АСПГ у случају графова са више од 450 чворова. Разлика у пресеченим гранама иде до 66628 у случају графа C2000.5. Мрављи алгоритам је био бољи у случају геометријских графова miles, као и у случају осталих мањих графова. Више-агентни алгоритам из овог рада показао је лошије резултате у случају графова са бројем чворова већим од 128. Највећа разлика је опет за највећи граф C2000.5, 68398. ВА је био бољи у случају мањих графова.

## 5. ЗАКЉУЧАК

Алгоритми за поделу графа, који су описани у овом раду, могу да се примењују за све проблеме који се могу свести на проблем проналажења  $k$  балансираних подскупова графа. Два алгоритма описана у овом раду су написана ослањајући се на понашање мрва у природи.

Ако упоредимо АСПГ алгоритам и ВА на основу добијених резултата можемо видети да 100 итерација АСПГ алгоритма даје доста сличне резултате као и ВА приступ са 1000 итерација и 3 мрва, како у погледу брзине извршавања тако и у погледу добијених резултата. Иако убрзање добијено некористићењем глобалне меморије у виду феромона није занемарљиво, ипак добијени резултати нису много различити од АСПГ алгоритма који приближно дуго траје. Metis, ВА, као и оригинални више-агентни алгоритам [3] пронашли су једно оптимално решење, за граф queen16\_16. Једини алгоритам који није успео је АСПГ, а потенцијални разлог за то је спора конвергенција алгоритма и споро искакање из локалног оптимума. Потенцијални пут за решење би могао да буде промена параметра испаравања феромона тако да испаравање буде брже. Такође, велики утицај на конвергенцију има и начин на који се вреднује решење и посипа феромон. Стога предмет даљег истраживања би могао да буде усмерен ка измени приступа ажурирања феромона.

Више-агентни алгоритам је извршавао брже queen графове, што значи да на квалитет поделе у великом обиму утицала структура самих графова, али и број чворова у графовима.

Са бољим подешавањем параметара у зависности од типа графа постоји могућност да би резултати Metis-а били пуно бољи. По брзини оба алгоритма описана у раду су далеко спорија од Metis-а. С обзиром на квалитет подела алгоритма описаних у овом раду постоји основ да се ови алгоритми искористе у једној од фаза вишеслојног приступа код Metis-а. Евентуална примена једног од алгоритма у Metis-у у току скупљања, над ограниченом малом групом чворова могла би да побољша квалитет решења.

На основу приложених резултата испитивања закључено је да оба описана алгоритма дају квалитетне резултате на графовима мањих димензија. У случају већих графова алгоритми нису показали очекивану брзину конвергенције уз додатни проблем дужине извршавања. Због потребе да се алгоритми дуго тестирају и због великог броја параметара који треба да се комбинују, алгоритми нису оптимизовани до краја.

## 6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] G. R. and J. S., "Computers and Intractability: A Guide to the Theory of NP-Completeness," 1979.
- [2] W. T., C. K. and L. W., "Comparing Three Heuristic Search Methods for Functional Partitioning in Hardware-Software Codesign," Design Automation for Embedded Systems, vol. 6, no. 4, pp. 425-449, Jul 2002.
- [3] F. Comellas and E. Sapena, "A Multiagent Algorithm for Graph Partitioning," EvoWorkshops, pp. 279-285, 2006.
- [4] Д. Пуповац, "Подела графа на к делова применом алгоритма базираног на мрављим колонијама," Нови Сад, 2010.
- [5] "METIS - Serial Graph Partitioning and Fill-reducing Matrix Ordering," 2015. [Online]. Available: <http://glaros.dtc.umn.edu/gkhome/metis/metis/overview>. [Accessed 30 04 2016].
- [6] G. Karypis, METIS: A Software Package for Partitioning Unstructured Graphs, Partitioning Meshes, and Computing Fill-Reducing Orderings of Sparse Matrices, Minneapolis: University of Minnesota, 2013.

### Кратка биографија:



Дражен Пуповац је рођен 1986. године у Задру. Школске 2005/2006 уписује Факултет техничких наука, смер Рачунарство и аутоматика. У мају 2010. године брани дипломски рад.

**IMPLEMENTACIJA SISTEMA ZA KNJIGOVODSTVENU EVIDENCIJU  
UZ OSLOMAC NA ENTITYFRAMEWORK****IMPLEMENTATION OF THE SYSTEM OF ACCOUNTING RECORDS  
RELYING ON ENTITYFRAMEWORK**

Bojan Vojnović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

**Kratak sadržaj** – U radu je predstavljena implementacija sistema za knjigovodstvo u okviru EntityFramework okruženja. Rad se fokusira na unos i obradu naloga za knjiženje. EntityFramework je okruženje koje je pomoglo brži razvoj sistema za knjigovodstvo.

**Abstract** – This paper presents implementation of the system of accounting records relying on EntityFramework. Emphasis of this paper is the journal entry. EntityFramework helped to more rapidly develop system of accounting records.

**Ključne reči:** EntityFramework, knjigovodstvo, .NET

**1. UVOD**

U ovom radu će biti opisana aplikacija za knjigovodstvenu evidenciju koja ima mogućnost praćenja više pravnih subjekata nezavisno. Prikazano rešenje razvijano je u .Net tehnologiji, programskom jeziku C# i radnom okruženju EntityFramework koje u ovom slučaju koristi MySQL tip baze podataka.

Od aplikacije se očekuje da omogući korisniku unos i pregled podataka firme čija se knjigovodstvena evidencija vodi kao i unos svih službenih dokumenata vezanih za poslovanje kao što su nalozi za knjiženje, fakture, izvodi itd.

Aplikacija treba da čuva podatke po određenim pravilima definisanim u privrednom savetniku i ekonomskim propisima o knjigovodstvenoj evidenciji pa će se ovaj rad baviti i analizom pravila, načina i sistema čuvanja podataka. Specifikacije dijagrama slučajeva korišćenja, dijagrama klasa i tehnologije korišćene za razvoj sistema za unos i čuvanje biće opisane u ovom radu.

EntityFramework je razvojno okruženje dizajnirano da ubrza kreiranje šema baze podataka i korišćenje podataka iz iste.

**2. SPECIFIKACIJA SISTEMA**

Razvoj svakog softverskog rešenja se sastoji iz više faza. Nakon što se zahtevi korisnika detaljno analiziraju, projektanti modeluju sistem. Za projektovanje je korišćen UML (Unified Modeling Language) - objedinjeni jezik za modelovanje.

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Gordana Milosavljević.**

Use case dijagram (dijagram slučajeva korišćenja) je jedan od UML dijagrama koji predstavlja grafički prikaz interakcije korisnika i sistema. U nastavku teksta će biti prikazane slike tog dijagrama koji je kreiran za potrebe daljeg razvoja sistema za knjigovodstvenu evidenciju.

Konceptualni model će takođe biti prikazan u ovom poglavlju, koji prikazuje entitete i veze u okviru sistema, a na osnovu kojih je u toku razvoja izgenerisan deo koda i model podataka.

Aplikacija podržava samo jednu korisničku grupu, tj. predviđena je za samostalne knjigovođe koji imaju dovoljno predznanje za otvaranje evidencije novih firmi i rad na njima. Po otvaranju aplikacije moraju se upisati kredencijali osobe koja ima pristup za rad, prethodno uneti i podešeni od strane projektanta aplikacije.

Na slici 1. prikazan je dijagram slučajeva korišćenja koji prikazuje prava koja korisnik odnosno knjigovođa ima u sistemu. Korisnik može otvoriti novu firmu, menjati neke njene podatke, unositi naloge za knjiženje sa svim potrebnim podacima (brisanje naloga nije moguće). Omogućen je i pregled analitičke kartice, svih naloga i promena, kontni plan kao i podataka o firmi.

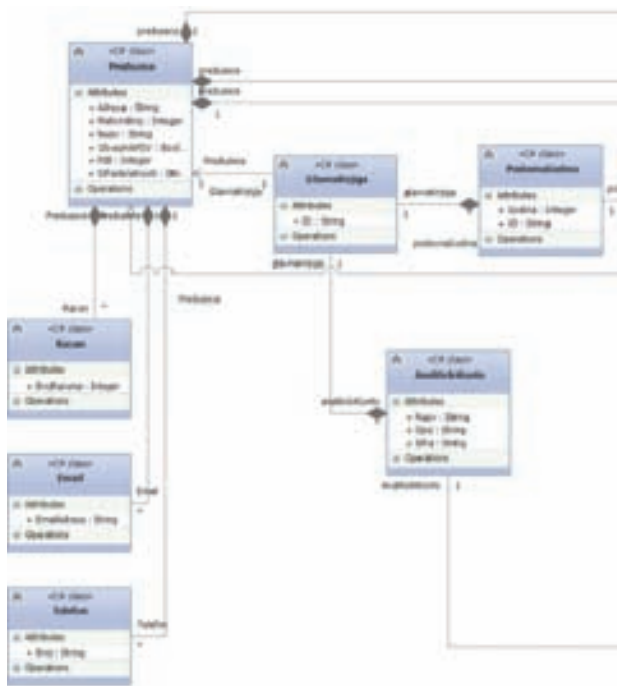


Slika 1 Dijagram slučajeva korišćenja

Mogući slučajevi korišćenja u ovoj aplikaciji su prikazani na slici 1 i daju mogućnost korisniku da se uloguje pod svojim imenom i šifrom iz bezbednosnih razloga i čuvanja podataka od neovlašćenog korišćenja trećih lica. Korisniku se daje mogućnost i da otvori novu firmu tj. da sam unese podatke novog pravnog subjekta kom će se voditi knjigovodstvena evidencija. U sklopu knjigovodstvene evidencije korisniku je omogućeno unošenje naloga za knjiženje, pregled unetih naloga, ispravka naloga novim nalogom, pregled analitičke kartice, pregled glavne knjige, pregled dnevnika unosa naloga, pregled prometa po kontima, pregled kontnog plana, štampanje analitičke kartice i drugih pregleda podataka.



Na sl. 2 je prvi deo dijagrama klasa koji opisuje strukturu sistema i podataka sa kojima se rukuje kao i međusobni odnos, zavisnost i tipove podataka koje svaki entitet sadrži.



Slika 2. Dijagram klasa - prvi deo



Slika 3. Dijagram klasa - drugi deo

Entiteti koji se nalaze na dijagramu su:

- Preduzeće
- Račun
- Email
- Telefon
- Radnik
- Poslovni partner
- Organizaciona jedinica
- Glavna knjiga
- Poslovna godina
- Analitički konto
- Nalog za knjiženje
- Vrsta naloga
- Promena

*Preduzeće* predstavlja entitet koji sadrži podatke svih firmi kojima knjigovođa vodi evidenciju.

*Račun*, *Email* i *Telefon* su podaci preduzeća čija se knjigovodstvena evidencija vodi ali su izdvojeni iz entiteta *Preduzeće* radi lakše manipulacije podacima koji mogu biti češće menjani.

*Promena* predstavlja jedan od najbitnijih entiteta za ovaj projekat obzirom da ona predstavlja promenu u knjigovodstvenom stavu i označava određeni prihod ili rashod za preduzeće.

*Nalog za knjiženje* je entitet koji predstavlja skup promena, tj. dokument koji se zavodi pod *Poslovnom godinom* i predmet je provere u slučaju dolaska finansijske inspekcije.

Svaki od entiteta poseduje svoje atribute koji u tabelama šeme baze podataka predstavljaju nazive kolona.

### 3. IMPLEMENTACIJA SISTEMA

U ovom poglavlju biće prikazani detalji implementacije sistema za knjigovodstvenu evidenciju i njegovog korišćenja. Biće reči i o razvojnom okruženju, tehnologiji kao i o aplikativnom aspektu samog softvera.

Implementacija sistema je vršena korišćenjem programskog jezika C#, sa grafičkim korisničkim interfejsom *Visual Studio*, bazom podataka i LINQ upitima koji vraćaju entitete definisane konceptualnim modelom.

Razvojno okruženje i alati koji su korišteni su proizvod Majkrosoft korporacije da bi aplikacija mogla da se održava na racionalan i konzistentan način poznat svim naslednicima projekta.

Glavni alat za razvoj aplikacije bio je *Visual Studio 2013*, integrisano programsko okruženje (eng. *IDE*) razvijeno od strane kompanije Majkrosoft, široko je rasprostranjen i koristi se u skoro svim kompanijama koje se bave razvojem softvera vezanog za programiranje desktop aplikacija, web aplikacija i servisa, igrice itd. *VS2013* podržava različite programske jezike, a ugrađeni jezici uključuju C, C++, VB.NET, F# i C# u kom je rađen veći deo ovog projekta.

Sam *Visual Studio* koristi .NET softversku platformu, tj. razvojno okruženje koje radi primarno na *Microsoft Windows* operativnim sistemima. *VS 2013* podržava .NET 4.5 verziju koja uključuje i biblioteke za razvoj aplikacija za mobilne uređaje i drugih novina kao i sve biblioteke prethodnih verzija .NET platforme koje omogućuju lakši razvoj korisničkog interfejsa, delova koda za rad sa bazom podataka i komunikaciju i slične potrebe.

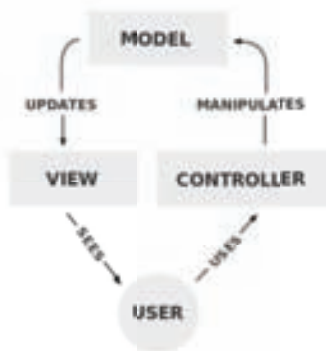
Za razvoj u ovom tipu tehnologije pod kapom Majkrosoft korporacije osnovao se 2014. godine ogranak pod nazivom .NET Foundation koji radi na poboljšanju "open-source" softvera, tj. softvera koji je besplatan za korišćenje, a uključuje .NET tehnologiju. Od Jul 2015. godine .NET Foundation vodi 36 projekata među kojim su .NET Core, Umbraco, NuGet i Entity Framework (EF) koji je korišten u ovom radu za generisanje i upravljanje baze podataka.

Objektno relaciono mapiranje (eng. *Object-relational mapping, ORM*) je tehnika za konvertovanje podataka između nekompatibilnih sistema u objektno orijentisan programski jezik. Ovo kreira, na neki način, virtualni objekat baze podataka, koji može biti upotrebljen direktno iz C# koda poslovne logike.



Slika 4. Arhitektura EntityFramework - a

Primarni obrazac kodiranja po kom se ovaj projekat razvijao bio je MVC (eng. *Model-View-Controller*). Koristi se u softverskom inženjerstvu za odvajanje pojedinih delova aplikacije u komponente zavisno o njihovoj nameni. Model se sastoji od podataka, poslovnih pravila, logike i funkcija ugrađenih u programsku logiku. *View* odnosno pogled je bilo kakav prikaz podataka kao što je obrazac, tabela ili dijagram. Moguć je prikaz podataka kroz više različitih pogleda. *Controller* ili upravljač prihvata ulazne podatke tj. inpute i pretvara ih u naloge modelu ili pogledu. Ovakva arhitektura olakšava nezavisan razvoj, testiranje i održavanje aplikacije.

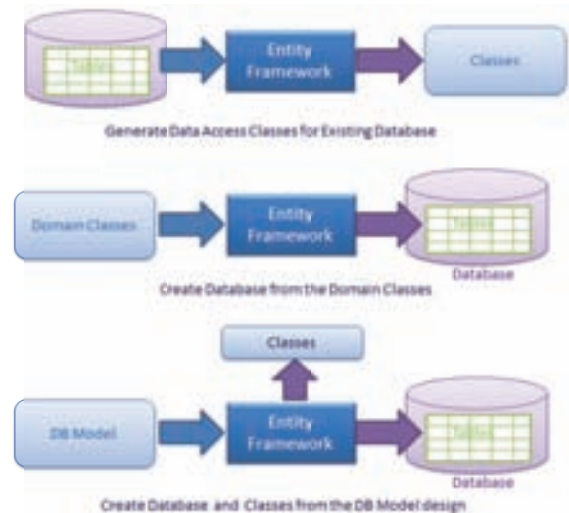


Slika 5. MVC koncept

Konkretno, u ovom radu model bi bio klasa koja opisuje model podatka npr. nalog za knjiženje i sve njegove attribute, pogled bi bio xaml dokument koji definiše korisnički interfejs i ono što korisnik vidi dok koristi aplikaciju, a upravljač bi bio C# kod koji se oslanja na model podataka i sadrži u sebi logiku za unos i dalje procesuiranje podataka koji predstavljaju input. Drugi šabloni koji su korišteni su Adapter i State šabloni kao i CRUD tehnika.

Dodatna tehnika u toku razvoja aplikacije su bile i CRUD klase, tj. klase koje su vršile implemen-taciju metoda za kreiranje, povrat, promenu i brisanje svih podataka definisanih u modelu, a koji se nalaze u bazi podataka. "CRUD" (eng. *create, read, update, delete*) akronim se odnosi na glavne funkcije implementirane u aplikacijama koje rade sa relacionim bazama podataka. Primera radi, za SQL jezik bi *CRUD* operacije bile *INSERT, SELECT, UPDATE, DELETE*.

*EntityFramework* je relativno novo radno okruženje razvijeno od strane Majkrosofta i potpuno je besplatno za korištenje. Koristi se za objektno relaciono mapiranje, tj. omogućuje programerima da radi sa podacima kao sa domenskim objektima isključujući na taj način dodatni rad sa bazom podataka. EF daje lakoću rada jer se koriste LINQ upiti u samom C# kodu pa se brzo dolazi do potrebnih podataka iz baze koji se onda koriste kao objekti. Sve te funkcije olakšavaju posao razvoja aplikacije jer je fokus stavljen na razvoj koda i algoritama funkcionisanja, a manje na rad sa bazom jer su mehanizmi pristupa i memorisanja podataka automatizovani.



Slika 6. Tri scenarija korištenja EF - a

U ovom projektu se koristio scenario *Code First* koji predstavlja drugi scenario sa slike u kom već postoji kod tj. skup klasa generisanih iz dijagrama klasa sa popunjenim metodama i na osnovu kog se generiše relaciona šema baze podataka. Međutim, postoji međukorak koji nam arhitektura EF-a zahteva, a to je pisanje *DbContext* klase u kojoj su navedeni svi entiteti po kojima će biti generisane šeme u bazi podataka

Sistem za knjigovodstvenu evidenciju sastoji se iz klijentskog dela tj. interfejsa, poslovne logike i baze podataka. Ova tri dela su integrisana u jednu celinu koja služi korisniku da vrši evidenciju i pregled poslovnih događaja unetih na osnovu dobijenih validnih poslovnih dokumenata.

Pošto je dokument osnov za knjiženje, neophodno je da bude tačan i da odgovara stvarnom stanju izvršenog poslovnog događaja, a posle kontrole se propušta na dalji postupak koji predstavlja određivanje kako i na kojim računima knjigovodstveno obuhvatiti poslovni događaj iz dokumenta. Ovo sve pomenuto treba da je obuhvaćeno u nalogu za knjiženje.

Nakon što je firma "otvorena" u aplikaciji za knjiženje i nakon što su sva polja sa podacima popunjena, automatski se otvara poslovna godina za koju se vežu tj. memorišu nalozi za knjiženje sa svim svojim promenama koji onda mogu da se pregledaju ili u glavnom dnevniku ili u prozoru analitička kartica gde se vrši pretraga po datumu i kontu.

Web metode su dostupne preko REST Web servisa koje pruža Django Rest Framework. Listing 3.2. prikazuje putanje na kojima su dostupni CRUD servisi (omogućavaju CRUD operacije snimanja, čitanja, brisanja i ažuriranja):

```

/auth/
/api/users/
/api/groups/
/api/project-members/
/api/projects/
/api/projects/{id}/branches/
/api/projects/{id}/branches/{b-id}/branch-revisions

```

Listing 3.2. Spisak putanja CRUD servisa

Branch-Revision web servis sadrži i dodatne operacije koje su prikazane na listingu 3.3.:

```

/api/projects/{id}/branches/{b-id}/branch-revisions/{br-id}
- /branch POST
- /change POST
- /commit POST
- /project_state GET
- /metadata GET
- /diagram?id={id} GET

```

Listing 3.3. Dodatne operacije nad revizijom grane

Dodatne operacije omogućavaju korisniku grananje od trenutne grane, pravljenje izmena nad svojim sandbox okruženjem, snimanje napravljenih izmena kao i pribavljanje celokupnog stanja projekta, pribavljanje samo metapodataka ili pribavljanje informacija o pojedinim dijagramima.

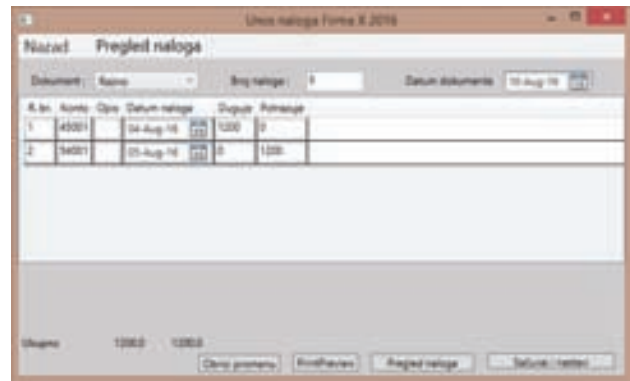
#### 4. PRIKAZ GOTOVE APLIKACIJE

Na prikazanom interfejsu za unos naloga za knjiženje vidi se više polja za unos i odabir. Prvi je padajući meni pod nazivom "Dokument" u kom korisnik bira jedan od pet predefinisanih dokumenata čiji se unos radi, a to mogu biti: izvod, izlazna faktura, ulazna faktura, blagajna i razno.

Drugo polje za unos predstavlja redni broj naloga koji korisnik sam unosi, a koje poseduje mehanizam za prepoznavanje unosa već postojećeg rednog broja i time upozorava korisnika da izabere redni broj koji nije zauzet. Treće polje služi za biranje datuma dokumenta koji će biti sačuvan kao takav.

U srednjem delu prozora se nalazi tabela sa redovima koji se automatski otvaraju prilikom unosa podataka i predstavljaju promene.

Svaka promena na račun u firme se upisuje kao skup podataka, u ovom slučaju redosled je takav da je u prvoj koloni redni broj koji se automatski ispiše, u drugoj koloni je konto tj. zakonski definisan račun koji predstavlja oznaku tipa prihoda ili rashoda, dalje je datum naloga i na kraju su polja duguje i potražuje



Slika 7. Unos naloga za knjiženje

#### 5. ZAKLJUČAK

U ovom radu predstavljeni su razvoj i realizacija jezgra softverskog sistema za knjigovodstvenu evidenciju. Razlozi razvoja ovakih aplikacija danas su mnogi, a na prvom mestu su brzina praćenja i evidentiranja poslovnih događaja kao i brzina obrade podataka. Implementacijom alata za knjigovodstvenu evidenciju, prevođenje aplikacija sa starije platforme na noviju, omogućava da se postojeće aplikacije čija implementaciona tehnologija izlazi iz svog životnog ciklusa migriraju na jeftiniji način.

#### 6. LITERATURA

- [1] Računovodstvo, 4 izdanje, prof. dr Ljiljana Dmitrović Šaponja, prof. dr Đerđi Petković, doc. dr Dejan Jakšić, Subotica 2007
- [2] Dr. Stavan Beslač, Osnove računovodstva, 4 izdanje, Banja Luka 2007
- [3] G. Milosavljević, Poslovna informatika, materijali sa predavanja, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, 2012
- [4] Računovodstvena načela, Savez računovođa i revizora Srbije, Beograd 2000. g.
- [5] Računovodstvo poduzetnika, Knjiga I (2000.) i Knjiga II (1993.), RRIF Zagreb
- [6] <http://www.knowledge-bank.org/racunovodstvo>
- [7] *Wikipedia*, Otvorena internet enciklopedija, <http://en.wikipedia.org>

#### Kratka biografija

**Bojan Vojnović** rođen je u Bihaću, BiH, 1988. godine, Fakultet tehničkih nauka upisao je 2007. godine. Diplomski rad na osnovnim studijama je odbranio 2014. godine, a iste godine upisao je master studije. Položio je sve ispite predviđene planom i programom.

**UTICAJ UZEMLJENJA DISTRIBUTIVNIH MREŽA NA STRUJE JEDNOPOLNOG KRATKOG SPOJA****INFLUENCE OF DISTRIBUTION NETWORK GROUNDING ON SINGLE PHASE SHORT CIRCUIT CURRENTS**

Dragan Petković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

**Kratak sadržaj** – Glavni zadatak rada je opis uticaj različitih konceptata uzemljenja zvezdišta transformatora na struju jednopolnog kratkog spoja. Osim toga, predstavljena su moguća rešenja za zaštitu distributivnih mreža u zavisnosti od načina uzemljenja.

**Abstract** – The main goal of this paper is to describe the effects of different concepts of transformer neutral grounding on the short circuit single phase current. Besides that, possible methods of relay protection are represented, depending on the selected grounding concept.

**Ključne reči:** Uzemljenje, zvezdište, distributivne mreže, jednopolni kratki spoj.

**1. UVOD**

Različiti koncepti uzemljenja utiču na različite oblike i vrednosti prenapona i struja kvara, prilikom pojave jednopolnih kratkih spojeva. Radi smanjenja šteta i opasnosti pri jednopolnim kratkim spojevima pristupa se uzemljenju neutralne tačke napojnih transformatora.

Cilj rada predstavlja utvrđivanje uticaja svakog koncepta uzemljenja zvezdišta distributivnih mreža (DM) pojedinačno na struje jednopolnog kratkog spoja, pritom analizirajući prednosti i nedostatke svakog od ovih koncepta [1]. Potrebno je izložiti koliko se struje menjaju primenom ovih konceptata, pri kojim rešenjima je moguće ostvarivanje uslova za samogašenje zemljospoja, odnosno koja rešenja, zahvaljujući višim vrednostima struje kvara, omogućavaju jednostavnije izvođenje zaštite. Osim toga, potrebno je opisati postupak koji se primenjuje u slučaju nedostupnosti zvezdišta radi izvođenja uzemljenja.

U drugom poglavlju rada opisane su prilike za vreme trajanja jednopolnog kratkog spoja sa zemljom. Treće poglavlje posvećeno je razlozima za uzemljenje zvezdišta, kao i kriterijumima za izbor vrste uzemljenja zvezdišta DM. U četvrtom poglavlju detaljno su obrađeni svi mogućih načini uzemljenja DM u Evropi, ilustrovane su prilike u mreži za vreme trajanja kratkog spoja za sve koncepte uzemljenja zvezdišta, te istaknute njihove dobre i loše osobine. Takođe, u ovom poglavlju opisane su moguće primene relejne zaštite za svaki koncept uzemljenja zvezdišta pojedinačno. U petom poglavlju izložen je praktični deo ovog rada. Korišćenjem ADMS softvera, prikazani su rezultati dobijeni primenom funkcije

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je dr Duško Bekut, red.prof.

Proračun Kvarova (Fault Calculation) za različite načine uzemljenja zvezdišta DM. Na kraju su dati Zaključak i pregled korišćene literature.

**2. JEDNOPOLNI KRATKI SPOJ SA ZEMLJOM**

Prema statističkim podacima, u mešovitim distributivnim mrežama najviše su zastupljeni jednopolni dozemni kvarovi. U zavisnosti od tretmana zvezdišta, dozemni kvar predstavlja zemljospoj ili jednopolni kratki spoj [2]. Jednopolni kratki spoj sa zemljom ima značenje kratkog spoja samo onda ako je zvezdište mreže direktno uzemljeno [3]. U tom slučaju vrednost struje jednopolnog kratkog spoja reda je veličine iznosa struje tropskog kratkog spoja. Jednopolni kratki spoj u mreži sa izolovanim zvezdištem naziva se zemljospoj. Struje zemljospoja su kapacitivne i teku kroz dozemne kapacitete.

**3. RAZLOZI I KRITERIJUMI ZA UZEMLJENJE ZVEZDIŠTA DISTRIBUTIVNIH MREŽA**

U Evropi ne postoji jedinstveni koncept uzemljenja zvezdišta srednjenaponskih mreža. Načini uzemljenja zvezdišta variraju od države do države, a na njihov odabir utiču brojni činioci, koji se ne mogu svi istovremeno zadovoljiti izborom jednog načina uzemljenja.

Razlozi za uzemljenje zvezdišta su:

- prelazak na viši naponski nivo (niže dopuštene vrednosti kapacitivne struje kvara kako bi se zadovoljio uslov radnog karaktera struje jednopolnog kvara koja je uslov za prihvatljiv nivo unutrašnjih prenapona),
- porast struje jednopolnog kratkog spoja – opasni naponi dodira,
- kabliranje – veći iznosi kapacitivne vrednosti struje kvara te se luk ne može sam ugasiti,
- širenje mreža (posledice kao i kod kabliranja),
- zahtev za većim kvalitetom snabdevanja električnom energijom [2].

Veliki broj korišćenih načina uzemljenja zvezdišta u Evropi razlog je ustupaka između dva glavna i međusobno suprotna zahteva:

- smanjivanje amplitude struje zemljospoja, što može uzrokovati teškoće pri otkrivanju kvarova,
- dopuštanje većih amplituda struja zemljospoja, što olakšava detekciju zemljospoja, ali može uzrokovati opasne napone dodira, a u tom slučaju je i povećan broj ispada [2].

## 4 KONCEPTI UZEMLJENJA ZVEZDIŠTA

### 4.1 Izolovano zvezdište

Kod izolovanih mreža, zvezdište transformatora je odvojeno od zemlje. Jedini spoj sa zemljom se ostvaruje preko dozemnih kapaciteta dalekovoda i kablova. Kod ovakvih mreža, zbog malih struja kvara, omogućen je besprekidni pogon u slučaju zemljospoja, sve dok su ispunjeni uslovi za samogašenje zemljospoja. Na taj način, ostavljena je mogućnost da se kvar otkloni u najpovoljnije vreme za potrošača.

Kod jednofaznog zemljospoja u mreži sa izolovanim zvezdištem, faza pogođena kvarom dolazi na nulti potencijal a ispravne faze na potencijale koji su jednaki međufaznim naponima. Usled toga, od ispravnih faza, preko njihovih kapacitivnosti i odvodnosti prema tlu, protiču struje koje se zatvaraju preko mesta kvara. Ove struje su relativno male, pretežno kapacitivnog karaktera i zavise od ukupne dužine vodova mreže i prelaznog otpora [4].

Granične vrednosti dozvoljenih kapacitivnih struja date su u tabeli 1 [3].

Tabela 1. Granične vrednosti dozvoljenih kapacitivnih struja

Nazivni napon mreže [kV]	Kapacitivna struja [A]
35	10
20	15
10	20
6	30

Za zaštitu od zemljospoja u izolovanom mrežama moguće je primenjivati sledeće vrste zaštite:

- neselektivna zemljospojna zaštita – primenjuje se u slučajevima kada struje zemljospoja ne prelaze 10 A. Koristi se samo za signalizaciju zemljospoja u vremenskom intervalu (0,2 – 3) s a postiže se primenom releja nulte komponente struje. Granično vreme za isključenje zemljospoja je 2 h [3].
- selektivna zemljospojna zaštita – ostvaruje se primenom usmerene zemljospojne zaštite, koja predstavlja kombinaciju prekostrujnog i usmerenog releja [5]. Postoje različite metode za otkrivanje mesta kvara poput onih zasnovanih na nultim komponentama struja, zatim vatmetarskoj metodi sa  $\sin\phi$  spregom, itd.

### 4.2 Zvezdište uzemljeno preko male impedanse

Kod mreža uzemljenih preko male impedanse, neutralna tačka jednog ili više energetskih transformatora vezana je za uzemljivač sistema preko aktivne otpornosti ili impedanse, određene vrednosti, tako da je struja jednofaznog zemljospoja bar dva puta veća od kapacitivne komponente struje zemljospoja mreže [2]. Ovim se postiže smanjenje unutrašnjih prenapona i pouzdaniji rad zaštite.

Otpornik za uzemljenje je karakterisan svojom nazivnom strujom koja mora da zadovoljava sledeći kriterijum:

$$I_R \leq 3 \cdot I_C, \quad (1)$$

gde je  $I_R$  nazivna struja otpornika za uzemljenje, a  $I_C$  kapacitivna struja zemljospoja. Uobičajeno se otpornik uzima da ograničava vrednost struje na 300 A.

Stalnost isporuke manja je nego kod izolovanih mreža, jer se isključuju i prolazni kvarovi, pa su i štete usled neisporučivanja energije i prekida napajanja veće. Ove nepoželjne pojave umanjuju se primenom APU ili zemljospojnih prekidača [6]. Za zaštitu ovakvih mreža koristi se klasična prekostrujna zaštita koja reaguje na nulte komponente struja, ali je moguća i izvedba gde ova zaštita reaguje na fazne struje.

### 4.3 Rezonantno uzemljenje

Mreža sa rezonantnim (kompenzacionim) uzemljenjem zvezdišta energetskih transformatora spojena je sa zemljom preko induktivne reaktanse, u praksi poznate kao *Peterse–nova prigušnica*. Osnovni razlog za ugradnju automatskih kompenzacionih prigušnica za rezonantno uzemljenje je povećanje kvaliteta snabdevanja električnom energijom sa stanovišta pouzdanosti napajanja. Pomenuta prigušnica smanjuje kapacitivnu komponentu struje zemljospoja jer kroz mesto kvara proizvodi induktivnu komponentu struje koja se superponira na kapacitivnu komponentu struje kvara i poništava je delimično ili u potpunosti, u zavisnosti od podešenja prigušnice [4].

Prema načinu izvođenja kompenzacione prigušnice za rezonantno uzemljenje dele se na:

- kontinuirana (ravnomerna) kompenzaciona prigušnica,
- stupnjevita kompenzaciona prigušnica [2].

Kod rezonantnog uzemljenja se, po pravilu, paralelno prigušnici spaja aktivni otpor čiji je zadatak povećavanje aktivne komponente struje kvara, što omogućava zaštitu lakše otkrivanje kvara i kod većih otpora na mestu kvara. Otpornik se dimenzioniše tako da se dobije aktivna struja od nekoliko desetina ampera.

Stalnost napajanja kod ovakvog načina uzemljenja je jako dobra jer omogućava samogašenje zemljospoja i pogon mreže i uz prisustvo zemljospoja u onoj meri u kojoj to propisi pojedinih zemlja dopuštaju [6].

Ograničenje za primenu ovakvog načina uzemljenja može predstavljati verovatnoća pojave dvostrukih zemljospoja. Faktori prenapona pri zemljospojevima su nešto manji ili isti kao i kod izolovanih mreža. Opasnost od većih prenapona postoji pri isključivanju zemljospoja u mrežama s većim nesimetrijama i pri drugim sklopnim operacijama, ako se ove radnje događaju pri nepovoljnim konfiguracijama mreže [6].

Za selektivnu zaštitu ovakvih mreža uglavnom nije dovoljno meriti samo vrednost nulte komponente struje. Stoga se koriste vatmetarski releji sa  $\cos\phi$  spregom, koji reaguju samo kada aktivna snaga registrovanja u nultom redosledu teče od voda ka postrojenju [7]. Problem ove metode je to što je ograničena samo na visokoomske kvarove do 3 kΩ. Osim ove metode, u upotrebi su i mnoge druge, poput otkrivanja mesta kvara na osnovu viših harmonika struje.

### 4.4 Delimična kompenzacija

Ovakav koncept uzemljenja koristi se u situacijama kada kapacitivne struje mreža prethodno uzemljenih preko male impedanse prevazilazi granične vrednosti iznad kojih je neophodno kompenzovati kapacitivnu struju mreže. Primena ručno regulisane kompenzacione prigušnice s izvodima koji se podešavaju u beznaponskom stanju

predstavlja ekonomično rešenje, koje omogućava samo delimičnu kompenzaciju kapacitivne struje mreže [2]. Ovakvom izvedbom zadržavaju se sve ostale karakteristike uzemljenja preko male impedanse te stoga nije potrebno menjati zaštitne uređaje. Samogašenje prolaznih kvarova nije predviđeno kod ručno regulisane prigušnice, već samo ostvarivanje povoljnijih uslova uzemljenja transformatorskih stanica s aspekta napona dodira, pre svega.

#### 4.5 Direktno uzemljeno zvezdište

U slučaju mreža sa direktno uzemljenim zvezdištem, neutralna tačka jednog ili više energetskih transformatora je neposredno direktno spojena na uzemljivač. Ovaj način zaštite sastoji se od toga da se zemljospoj pretvori u kratki spoj [1]. Direktnim spajanjem zvezdišta sa zemljom dobijamo zatvorenu petlju kroz koju teče srazmerno velika struja kvara. Na taj način je relejnoj zaštiti omogućeno relativno lako detektovanje kvarova. Druga prednost uzemljenja zvezdišta na ovaj način leži u činjenici da su unutrašnji prenaponi smanjeni što posebno dolazi do izražaja za više nazivne napone budući da dolazi do uštede zbog niže cene opreme s obzirom da su troškova dimenzionisanja izolacije manji [2].

Tehnička ograničenja za direktno uzemljenje predstavljaju uslovi bezopasnosti u sistemu uzemljenja (postojanje visokih napona dodira) kao i magnetni i galvanski uticaji na telekomunikacione instalacije [8].

Za zaštitu ovakvih mreža koristi se trofazna neusmerena i usmerena prekostrujna zaštita koja reaguje na nultu komponentu struje. Primenom APU-a ne postižu se značajni pozitivni efekti jer veliki broj prolaznih kvarova prelazi u trajne.

#### 4.6 Transformatori za uzemljenje

Ugradnjom posebnog transformatora za uzemljenje, s niskom nultom impedansom formira se veštačka neutralna tačka u transformatorskim stanicama sa jednim ili više transformatora gde na strani distributivne mreže nije dostupna neutralna tačka transformatora. Transformator se postavlja u izolovanu mrežu, a neutralna tačka se zatim priključuje na otpornik ili prigušnicu za uzemljenje.

Transformator za uzemljenje je specijalni transformator najčešće izvedbe primarnog namotaja sprege slomljena zvezda (cik-cak) ZN, mada može biti izveden i kao transformator za uzemljenje sprege zvezda-trougao. Izvedba primarnog namotaja u vidu slomljene zvezde je prikladna zbog male vrednosti nulte reaktanse tj. manjih prenapona u odnosu na izvedbu transformatora za uzemljenje spregnutog u trougao ili zvezdu [2]. Takođe, ekonomski benefit u korist navedene izvedbe primarnog namotaja nije zanemarljiv.

Transformator za uzemljenje može biti jednonamotajni i dvonamotajni. Jednonamotajni ima funkciju oblikovanja neutralne tačke dok se dvonamotajni koristi i za uzemljenje i za napajanje sopstvene potrošnje.

Preporučuje se upotreba dva transformatora za uzemljenje povezana paralelno, radi rezerviranja napajanja u slučaju kvara na jednom od transformatora.

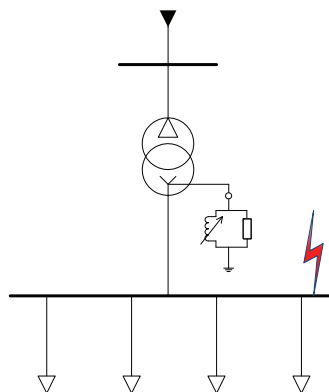
Za zaštitu transformatora za uzemljenje koriste se brzi i osetljivi prekostrujni releji, ali i klasična diferencijalna zaštita.

## 5. RAČUNARSKI PRIMERI ZA POJEDINE TIPOVE UZEMLJENJA

Za realizaciju primera korišćene su test mreže u ADMS okruženju. U pitanju su distributivne mreže različitih naponskih nivoa kod kojih je zvezdište transformatora izolovano. Razmatraju se situacije kada se ove mreže uzemlje pomoću male impedanse, odnosno rezonantno uzemlje. Postupak se sastoji iz simulacije jednopolnog kratkog spoja na sabirnici, a zatim i provera uslova za samogašenje zemljospoja. Za kraj će se posmatrati koliko se struja kvara menja primenom pomenutih koncepata uzemljenja i da li su te vrednosti zadovoljavajuće.

### 5.1 Primer rezonantnog uzemljenja

Test mreža na kojoj je izvršena simulacija jednopolnog kratkog spoja je radijalna mreža koja se napaja sa dvonamotajnog transformatora 132/15 kV/kV, slika 1.



Slika 1. Test mreža za slučaj rezonantnog uzemljenja

Faza zahvaćena kvarom je faza L1. Na osnovu dobijenih rezultata prikazanih u tabeli 2, može se primetiti da su potvrđene teorijske konstatacije da su u slučaju kvara u izolovanoj mreži naponi faza nezahvaćenih kvarom jednaki (u ovom slučaju faze L2 i L3) i poprimaju vrednost međufaznih napona, te iznose 15,08 kV. Struja kvara postoji samo u fazi sa kvarom (L1) i iznosi 77,20 A.

Tabela 2. Vrednosti struja i napona u slučaju zemljospoja u izolovanoj mreži

	L1	L2	L3
I [A]	77,20	0	0
V [kV]	0	15,08	15,08

Pošto ova vrednost prevazilazi tehničkom preporukom propisane granične vrednosti za samogašenje zemljospoja, date u tabeli 1, izvršeno je uzemljenje zvezdišta. Ovo je postignuto primenom stupnjevite automatske kompenzacije Petersenovom prigušnicom, uz dodatak paralelno povezanog otpornika, radi povećanja aktivnog dela struje kvara.

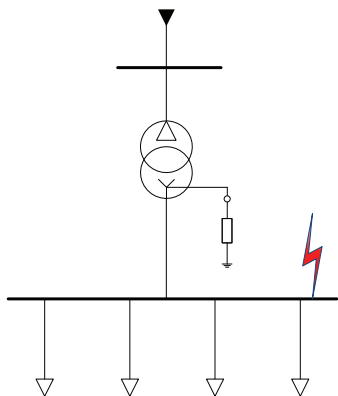
Prigodnim podešavanjem otepa regulacione sklopke prigušnice, tako da radi 95% potkompenzovano, izvršena je kompenzacija kapacitivne struje mreže. Rezultati dobijeni ovim postupkom prikazani su u tabeli 3. Pri ovoj vrednosti struje (22,67 A) moguće je samogašenje zemljospoja.

Tabela 3. Vrednosti struja i napona nakon primene kompenzacije Petersenovom prigušnicom

	L1	L2	L3
I [A]	22,67	0	0
V [kV]	0	15,00	15,00

## 5.2 Primer uzemljenja preko male impedanse

U ovom slučaju, simulacija jednopolnog kratkog spoja izvršena je na radialnoj test mreži koja se napaja sa dvonamotajnog transformatora 35/10,5 kV/kV, slika 2.



Slika 2. Test mreža za primer uzemljenja preko male impedanse

Neka se za početak razmatra da je zvezdište transformatora sa slike 2 izolovano. Faza sa kvarom je faza L1. Struja kvara ove faze iznosi 25,93 A, dok naponi faza nezahvaćenih kvarom dobijaju vrednost međufaznih napona. Ovi rezultati prikazani su u tabeli 4.

Tabela 4. Vrednosti struja i napona u slučaju zemljospoja u izolovanoj mreži

	L1	L2	L3
I [A]	25,93	0	0
V [kV]	0	10,88	10,88

S obzirom da struja kratkog spoja prevazilazi propisane vrednosti date u tabeli 1, te nije moguće samogašenje zemljospoja u izolovanoj mreži, izvršeno je uzemljenje ove mreže preko male impedanse otpornosti 20  $\Omega$ . Rezultati ovog postupka prikazani su u tabeli 5. Novodobijena vrednost struje kratkog spoja iznosi 312,77 A. Pri ovoj vrednosti struje, releji bez problema mogu prepoznati kvar.

Tabela 5. Vrednosti struja i napona nakon primene male impedanse

	L1	L2	L3
I [A]	312,77	0	0
V [kV]	0	10,61	11,03

## 6. ZAKLJUČAK

U radu su razmatrani postojeći koncepti uzemljenja zvezdišta srednjenaponskih mreža, kao i moguće izvedbe relejne zaštite u zavisnosti od izbora koncepta uzemljenja. Prilikom izbora koncepta uzemljenja, posebnu pažnju treba posvetiti vrednostima struja kratkog spoja i iznosima prenapona. Kod izolovanih i rezonantno uzemljenih mreža prenaponi su značajno veći u odnosu na mreže uzemljene

preko male impedanse i direktno uzemljene mreže, dok su iznosi struja kratkih spojeva obrnuto proporcionalni ovoj konstataciji. Zato je preporučljivo da se odluka o izboru uzemljenja sprovodi za svaku transformatorsku stanicu posebno, s obzirom na specifičnosti mreže priključene na nju. Poređenjem karakteristika svih koncepata, kao generalno bolji od ostalih, izdvaja se rezonantno uzemljenje. Implementacija rezonantnog uzemljenja, uz sve prednosti i vrlo malo nedostataka osigurava postizanje značajnih ušteda, koje naspram većih, početnih, investicionih troškova u odnosu na druga moguća rešenja, garantuju relativno brz povrat uložениh sredstava, kako u nadzemnim, tako i u mešovitim i pretežno kablovskim urbanim mrežama. Kada su u pitanju rešenja zaštite srednjenaponskih mreža u zavisnosti od uzemljenja, unapređenje postojećih sistema zaštite omogućeno je primenom numeričkih releja, a sve u sklopu postupnog kretanja ka potpunoj automatizaciji pogona elektroenergetskog sistema.

## 7. LITERATURA

- [1] H. Požar: Visokonaponska rasklopna postrojenja, Tehnička knjiga, Zagreb, 1990.
- [2] S. Ravlić: Prepoznavanje visokoomskih kvarova u mrežama srednjega napona uzemljenima preko transformatora za uzemljenje zvjezdišta, doktorski rad, FER, Zagreb, 2016.
- [3] Tehnička preporuka br. 4a1, Zaštita elektrodistributivnih vodova 10 kV, 20 kV i 35 kV, IV izdanje, JP Elektroprivreda Srbije, Beograd, 2001.
- [4] J. Nahman, V. Mijailović: Razvodna postrojenja, Akademska misao, ETF, Beograd, 2005.
- [5] D. Bekut: Relejna zaštita, FTN, Novi Sad, 2009.
- [6] G. Šagovac: Uzemljenje neutralne tačke SN distributivnih mreža, HO CIRED, 5.(11.) savetovanje, Osijek, 2016., No. SO2-10.
- [7] D. Franković: Određivanje parametara zaštitnih i regulacijskih uređaja u rezonantno uzemljenim srednjenaponskim mrežama, doktorski rad, FER, Zagreb, 2009.
- [8] J. Nahman: Uzemljenje neutralne tačke distributivnih mreža, Naučna knjiga, Beograd, 1980.

### Kratka biografija:



**Dragan Petković** rođen je u Vrbasu 1990. godine. Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu upisao je školske 2009/2010, smer energetika, elektronika i telekomunikacije. Na osnovnim studijama diplomirao je 2013. godine, smer elektroenergetski sistemi. Diplomski – master rad iz oblasti Elektrotehnike i računarstva odbranio je 2016. godine.



MODELOVANJE DISTRIBUIRANIH IZVORA ENERGIJE ZA POTREBE OSNOVNIH PRORAČUNA DISTRIBUTIVNIH SISTEMA

MODELING OF DISTRIBUTED ENERGY RESOURCES NEEDED FOR BASIC DISTRIBUTION SYSTEMS ANALYSIS

Andrea Rodić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

**Kratak sadržaj** – U ovom radu je izvršena klasifikacija distribuiranih izvora na osnovu vrste energije koje koriste. Najzastupljeniji tipovi izvora su opisani i nastavku. U cilju obezbeđenja kvaliteta osnovnih proračuna distributivnih sistema, u glavnom delu rada dat je spisak atributa koji predstavljaju predlog novog, proširenog modela distribuiranih izvora. Integracija ovog modela u softverske pakete za analizu bi unapredila kvalitet proračuna.

**Abstract** – In this paper, distributed resources are classified on the basis of the type of energy used. In addition, the most common types of sources are described. In order to provide the quality of basic calculations in distribution systems, the main part of the paper provides a list of attributes that represent a proposal for a new, expanded model of distributed resources. Implementation of this model into typical software packages would improve quality of basic analysis.

**Ključne reči** – Aktivne distributivne mreže, distribuirani izvori, distribuirani generatori, naponski ispravljači, modelovanje distribuiranih izvora, softverski model distribuiranih izvora.

**1. UVOD**

Danas energija distribuiranih izvora pokriva samo mali deo ukupne potrošnje sistema. Međutim, postoji tendencija da se povećava energija proizvedena tim putem kako bi se poboljšale karakteristike sistema, ali i kako bi se obezbedili svakim danom sve veći zahtevi potrošača. Stepenn integracije takvih izvora u okviru distributivnog sistema raste i novonastala situacija u mreži zahteva poboljšani pristup analizi sistema i planiranju zaštite, i optimizaciju upravljanja aktivnim distributivnim sistemom. U tu svrhu koriste se odgovarajući softverski paketi za osnovne proračune i analizu distributivne mreže. Međutim, primenjen simplifikovan model (PQ) za modelovanje distribuiranih izvora, u softverskim funkcijama, ne ispunjava kriterijume savremene analize sistema. Stoga je cilj ovog rada da pruži određeni skup atributa koji predstavljaju predlog proširenog i poboljšanog modela distribuiranih izvora. Implementacija novog modela bi doprinela kvalitetu i tačnosti dobijenih rezultata funkcija, koji su od velikog značaja za precizno i kvalitetno modelovanje mreža. Samim tim, obezbedilo bi se efikasnije i ekonomičnije upravljanje distributivnom mrežom.

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji je mentor dr Duško Bekut, red.prof.

U drugom poglavlju su opisane pogodnosti koje pruža integracija distribuiranih izvora sa mrežom, ali i probleme na koje se nailazi u upravljanju i zaštiti mreže, koja priključenjem distribuiranih izvora, postaje aktivna zbog toka snage u oba smera. U trećem poglavlju je izvršena klasifikacija distribuiranih izvora prema vrsti energije koje koriste. Takođe, ukratko su opisane neke od pomenutih vrsta, njihova upotreba, način rada i tipovi generatora koje se koriste u njima. U četvrtom poglavlju navedeni su različiti načini povezivanja distribuiranih izvora na postojeću mrežu, kriterijumi koji trebaju da budu ispunjeni i uticaj distribuiranih generatora na osobine mreže. Peto poglavlje posvećeno je detaljnom modelovanju distribuiranih izvora za proračun tokova snaga. Tačnije, dati su potpuni i redukovani matematički modeli asinhronih i sinhronih generatora koji se koriste u distribuiranim izvorima. Osim toga, dat je i model distribuiranih izvora povezanih preko uređaja energetske elektronike, naponskih invertora. Takođe, predstavljen je aktuelan model distribuiranih izvora u softverskim paketima, ali i predlog proširenog modela kome se teži radi što kvalitetnijeg planiranja, razvoja, analize i upravljanja sistema. U šestom poglavlju izloženo je upravljanje aktivnim elektroenergetskim sistemima, odnosno distribuiranim izvorima priključenim na mrežu. Opisane su regulacija napona i optimizacija mreže. Sedmo poglavlje je posvećeno relejnoj zaštiti distribuiranih generatora, njihovom uticaju na rad relejne zaštite, odnosno probleme na koje se nailazi njihovom integracijom i moguća rešenja istih.

**2. VRSTE DISTRIBUIRANIH IZVORA**

Distribuirani generatori se razlikuju po vrsti energije koji koriste, a to su [1]:

- kombinovane toplane-elektrane (kogeneracija),
- male, mini i mikro hidroelektrane,
- vetroelektrane,
- solarne elektrane,
- elektrane koje koriste biomasu,
- elektrane koje koriste biomasu – biogas,
- geotermalne elektrane,
- elektrane koje koriste gorivne ćelije,
- elektrane na fosilna goriva (ugalj, nafta itd.).

Distribuirani generatori, koji su danas u upotrebi, su u stvari rotacione mašine, tj. sinhroni ili asinhroni generatori ili u nekim slučajevima to su strujni sklopovi sačinjeni od energetske elektronike. Energetska elektronika koristi se za konverziju energije koja se dobija iz fotonaponskih ćelija, gorivih ćelija i slično, ali koriste se i kao pretvarači koji služe za upravljanje rotacionim mašinama.



### 3. MODELOVANJE DISTRIBUIRANIH IZVORA

Modelovanje distribuiranih izvora ili distribuiranih generatora (DG) pri proračunu tokova snaga zavisi od tehnologije, načina priključenja, tipa i snage. Primarna energija distribuiranih izvora se transformiše u električnu energiju i injektira u distributivnu mrežu na nekoliko načina [2]:

- direktnim priključivanjem sinhronih ili asinhronih generatora na mrežu (HE, vetrogeneratori, gasne elektrane),
- priključivanjem sinhronih ili asinhronih generatora na mrežu posredstvom uređaja energetske elektronike (vetrogeneratori, mikroturbine),
- posredstvom uređaja energetske elektronike (fotonaponski izvori, gorivne ćelije).

Ukoliko je električna mašina (sinhrona ili asinhrona) direktno priključena na mrežu, tada se model DG u algoritmu proračuna tokova određuje na osnovu načina rada. U ostalim slučajevima se model DG određuje na osnovu kontrolnih karakteristika kola energetske elektronike, pomoću koga se DG povezuje na mrežu. Ovi modeli se mogu sumirati u dve grupe [2]:

- model konstantne snage PQ, kada je specificirana aktivna i reaktivna snaga, odnosno aktivna snaga i faktor snage u tački priključenja DG (model „negativne potrošnje“),
- model konstantnog napona PV, kada je specificirana aktivna snaga i modul napona direktnog redosleda u tački priključenja DG.

Kroz rad su obrađeni modeli distribuiranih generatora, odnosno dati su potpuni i redukovani matematički modeli asinhronih i sinhronih generatora koji se koriste u distribuiranim izvorima [3]. Takođe, predstavljen je i model distribuiranog generatora povezanog preko naponskog invertora (VSC – *Voltage Source Inverter*). Trofazni VSC se najčešće koristi za povezivanje distribuiranih resursa, kao što su sistemi za akumuliranje energije (baterije itd.), gorivne ćelije, solarni fotonaponski moduli, vetrogeneratori promenljive brzine sa pretvaračima energetske elektronike itd. [4].

#### 3.1 Primenjeni model distribuiranih izvora u savremenim softverskim paketima

Kako u teoriji, tako i u praksi različiti elementi, kao deo distributivne mreže na koju se povezuju se, modeluju na različit način. Pod tim se podrazumeva da se u zavisnosti od konkretnog elementa biraju ključni atributi koji imaju uticaj na mrežu ili njene potrošače, odnosno na proračune tokove snaga i ostale funkcije koje se koriste za upravljanje distributivnom mrežom. Svakom distribuiranom izvoru pripada odgovarajući distribuirani generator prema kome se taj izvor modeluje u savremenim softverima upravljanja mrežom.

Aktuelan model koji se danas koristi predstavlja simplifikovan PQ model, koji obuhvata minimalan skup atributa, a to su:

- Un – nominalni napon distribuiranog generatora [V];
- P – aktivna snaga distribuiranog generatora [kW];
- Q – reaktivna snaga distribuiranog generatora [kVAr].

Međutim, primenjen model ne pruža odgovarajuću preciznost i kvalitet rezultata funkcija kojima se teži. Stoga je cilj proširiti i unaprediti taj skup atributa na kojima se bazira model distribuiranih izvora, kako bi ishod proračuna bio iznad zadovoljavajućeg.

#### 3.2 Predlog dodatnih atributa modela distribuiranih izvora

Cilj ovog dela rada je da pruži skup parametara i veličina koje bi doprinele kvalitetu i tačnosti dobijenih rezultata funkcija. Nedostupnost merenja je jedan od glavnih problema sa kojima se suočava precizno modelovanje elemenata. Stoga, uvodeći pseudo i virtuelna merenja povećava se redundantnost, međutim, kako bi se ta merenja adekvatno iskoristila ona se prilagođavaju, odnosno kalibrišu u odnosu na realna merenje kako je opisano.

U zavisnosti od tipa distribuirane jedinice uvodi se novi skup promenljivih i dodatnih formula, a to je [5]:

- Interna aktivna snaga koja je određena tipom distribuirane jedinice.

Za mini i male hidroturbine bez rezervoara, interna aktivna snaga je izvedena iz toka vode, kao:

$$P_h = P_T = \eta_h \rho_h g q_h h_h \quad (3.1)$$

gde su:

- $\eta_h$  – efikasnost DG-a,
- $\rho_h$  – gustina vode ( $\approx 1000 \text{ kg/m}^3$ ),
- $g$  – gravitacija zemlje ( $\approx 9,81 \text{ m/s}^2$ ),
- $h_h$  – visinska razlika vodotoka (m),
- $q_h$  – količina protoka vode ( $\text{m}^3/\text{s}$ ).

Za vetroturbine, interna aktivna snaga je izvedena iz protoka vazduha, kao:

$$P_{WT} = P_T = 0.5 \rho_a A_{WT} c_p(\lambda) v^3 \quad (3.2)$$

$$c_p(\lambda) = \sum_{k=0}^n a_k \lambda^k \quad (3.3)$$

$$\lambda = \omega_R R / v \quad (3.4)$$

gde su:

- $\rho_a$  – gustina vazduha ( $\approx 1.225 \text{ kg/m}^3$ ),
- $A_{WT}$  – površina rotora vetroturbine ( $\text{m}^2$ ),
- $c_p(\lambda)$  – koeficijent iskorišćenja snage vetroturbine, koji se definiše kao odnos mehaničke snage vetroturbine prema odgovarajućoj snazi vetra na ulazu u vetroturbinu,
- $a_k$  – koeficijent dobijen iz kriterijuma srednje vrednosti odstupanja,  $\omega_R$  – ugaona brzina rotora vetroturbine (rad/s),
- R – radijus vetroturbine (m),
- $\lambda$  – odnos obimne brzine vrha lopatice i brzine vetra (tip-speedratio),
- v – brzina vetra na ulazu u vetroturbinu (m/s).

Za distribuirane jedinice zasnovane na fotonaponskim sistemima, interna aktivna snaga se računa kao:

$$P_{PV} = P_T = \eta_{PV} \mathcal{R} \cos \gamma A_{PV} \quad (3.5)$$

gde su:

- $\eta_{PV}$  – efikasnost fotonaponskog panela,

- $\mathfrak{R}$  – sunčevo zračenje koje se dobija iz vremenske prognoze ako je dostupna, ili normalizovanog dnevnog hronološkog dija-grama ( $W/m^2$ ),  
 $\gamma$  – nagibni ugao fotonaponskog panela,  
 $A_{PV}$  – površina fotonaponskog panela ( $m^2$ ).

Što se tiče motora sa unutrašnjim sagorevanjem, gorivnih ćelija, gasnih turbina i mikroturbina, unutrašnja aktivna snaga ( $P_T$ ) i brzina motora su kontrolisane uređajima energetske elektronike koji optimizuju potrošnju goriva. U ovu svrhu uzima se da je interna aktivna snaga jednaka nominalnoj snazi.

Za distribuirane jedinice bazirane na sinhronim generatorima (SG): u ovom slučaju  $Q_T$  se može usvojiti iz P-Q dijagrama, uzimajući u obzir internu aktivnu snagu ( $P_T$ ) i ograničenja sinhronog generatora.

Za distribuirane jedinice bazirane na asinhronim generatorima (AG): ovde se reaktivna snaga uzima iz mreže ( $Q_g$ ) kako bi se pokrili reaktivni gubici, ili  $Q_T=0$ . Ovakva konfiguracija se obično dobija pomoću kondezatora kako bi se kompenzovala reaktivna snaga.

Za distribuirane jedinice povezane preko naponskog invertora (VSC-coupled DER unit): u ovom slučaju se za  $Q_T$  pretpostavlja da je  $Q_T=0$ .

Da bi se inkorporisali granični uslovi distribuiranih jedinica povezanih preko VSC-a u softverske funkcije, njegovi interni parametri moraju biti određeni, a to su indeks modulacije, fazne struje i interna reaktivna snaga.

Za svaku iteraciju tokova snaga procenjuju se izlazni uslovi u tački priključenja i zatim se računaju komponente struje razmenjene između VSC-a i ostatka sistema u simetričnom domenu kao:

$$\underline{I}_{DER}^{0,2} = \underline{I}_I^{0,2} - \underline{Y}_g^{0,2} V_{PC}^{0,2} [\theta_{PC}^{0,2}] \quad (3.6)$$

$$\underline{I}_{DER}^1 = \frac{P^1 - jQ^1}{V_{PC}^1 [-\theta_{PC}^{0,2}]} \quad (3.7)$$

Zatim se trofazna struja injektirana od strane VSC-a može izračunati kao:

$$\underline{I}_{DER}^{abc} = T \underline{I}_{DER}^{012} \quad (3.8)$$

$$\text{odnosno } \underline{I}_{DER}^{abc} = [\underline{I}_{DER}^a \quad \underline{I}_{DER}^b \quad \underline{I}_{DER}^c]^t.$$

Indeks modulacije u simetričnom i faznom domenu je:

$$m^{012} = \frac{V_t^{012}}{K_{inv} V_{dc}} \quad (3.9)$$

$$m^{abc} [\theta_t^{abc} = T m^{012} [\theta_t^{012}] \quad (3.10)$$

gde  $K_{inv}$  predstavlja konstantu konvertora i određena je tehnikom modulacije koja je usvojena.

### 3.3 Pregled novog modela distribuiranih izvora u savremenim softverskim paketima

Model distribuiranih izvora koji se koriste u softverskim funkcijama bazirani su na osnovnim atributima:

- $U_n$  - nominalni napon distribuiranog generatora [V];  
 $P$  - aktivna snaga distribuiranog generatora [kW];  
 $Q$  - reaktivna snaga distribuiranog generatora [kVAr];

Dodatni atributi koji bi doprineli preciznosti funkcija su:

- $I_n$  - nominalna struja distribuiranog generatora [A];  
 $S_{nG}$  - nominalna prividna snaga jedinice [kVA];  
 $\cos\varphi_{G,n}$  -faktor snage pri nominalnoj snazi;  
 $\omega$  - električna ugaona sinhrona brzina [rad/s];

Dok je za detaljniji model za estimaciju stanja predložen sledeći set atributa:

- $P_T$  - interna aktivna snaga generatora [kW];  
 $Q_T$  - interna reaktivna snaga generatora [kVAr];  
 $m^{abc}$  - indeks modulacije;  
 $I_{DER}^{abc}$  - fazne struje.

Detaljniji model za proračun struje kvara dat sledećim atributima:

- $S_{nG}$  - nominalna snaga generatora;  
 $U_{ns,G}$  - nominalna napon generatora;  
 $x'_G$  - relativna sinhrona(asinhrona) tranzijentna reaktansa generatora;  
 $x''_G$  - relativna sinhrona (asinhrona) subtranzijentna reaktansa generatora;  
 $T_{aG}$  - vremenska konstanta prigušenja jednosmerne komponente struje kvara;  
 $\varphi_{G,n}$  - nominalni fazni ugao generatora.

Skup dodatnih atributa koji predstavljaju predlog novog, proširenog modela distribuiranih izvora dat je u Tabeli 1.

Tabela 1. – Skup dodatnih atributa

Tip izvora	Vrsta generatora	Predlog modela
Male hidroturbine	SG - direktno povezan	$U_n, P, Q, \omega, I_n, Q_T, P_h, \eta_h, \rho_h, q_h, h_h$
Mikro hidroturbine	AG - direktno povezan	$S_{nG}, U_{ns,G}, x'_G, x''_G, T_{aG}, \varphi_{G,n}$
Vetroturbine sa promenljivom brzinom	Dvostrano napajani AG povezan preko VSC-a	$U_n, P, Q, \omega, I_n, P_{WT}, Q_T, P_a, A_{WT}, c_p(\lambda), R, v, \omega_R$
Vetroturbine sa stalnom brzinom	Kavezni AG – direktno povezan	$S_{nG}, U_{ns,G}, x'_G, x''_G, T_{aG}, \varphi_{G,n}$
Fotonaponski sistemi	VSC	$P_{sp}, Q_{sp}, P_{pv}, \eta_{pv}, \mathfrak{R}, \gamma, A_{pv}, I_{DER}^{abc}, m^{abc}, K_{inv}$

## 4. UPRAVLJANJE DISTRIBUIRANIM IZVORIMA

Kako su distribuirani izvori najčešće u vlasništvu privatnih investitora te je zbog njihovog broja i prostorne rasprostranjenosti otežano upravljanje njima, pre njihovog priključenja je potrebno izvršiti analizu mogućnosti priključenja takvih izvora kako se ne bi narušile postojeće električne prilike u mreži. Da bi se postigao što bolji učinak takvih izvora na mrežu potrebno je razviti matematičke optimizacijske modele kojima se određuju njihovi parametri. Optimizacija je neophodna radi minimizacije gubitaka u mreži kako bi se ostvarila što bolja energetska efikasnost elektroenergetskog sistema. Optimizacija distribuirane proizvodnje se najčešće sprovodi za sledeće parametre [6]: lokacija distribuiranog izvora, snaga distribuiranog izvora i gubici energije

Koncept upravljanja distribuiranim izvorima zasniva se na regulaciji napona, čija je osnovna funkcija je permanentno održavanje ravnoteže između proizvodnje i potrošnje. U

normalnom radnom režimu glavni zadatak regulacije je održavanje željenih nivoa napona u čvornim tačkama EES-a, pomoću stalnog podešavanja ravnoteže između proizvodnje i potrošnje reaktivnih snaga koristeći veći broj različitih regulacionih resursa i uređaja [1].

## 5. ZAŠTITA DISTRIBUIRANIH IZVORA

Priključenje distribuiranih izvora se odražava i na rad uređaja relejne zaštite. Teškoće na koje se nailazi integracijom distribuiranih generatora na mrežu su [7]: skraćanje dosegaja releja, problem selektivnosti i ostrvski rad.

Osim toga, distribuirana proizvodnja utiče na povećanje struja kratkog spoja u distributivnoj mreži. Problem koji se javlja nakon priključenja DG-a jeste da mesto kvara postaje dvostrano napajano, jer određena struja kvara dotiče i sa strane distribuiranog izvora [8]. Poznavanje ponašanja EES-a pri kvarovima je važno radi dimenzionisanja opreme, provere uzemljenja i adekvatnog izbora i podešavanja uređaja relejne zaštite. Stoga su u predlogu novog modela distribuiranih izvora navedeni i dodatni atributi, koji bi imali značaj i uticaj u analizi kratkih spojeva.

## 6. ZAKLJUČAK

Povećana integracija distribuiranih izvora, značajno menja način upravljanja distributivnim sistemom, što je uslovalo i izmenu, odnosno integraciju matematičkih modela distribuiranih generatora u savremenim softverskim paketima.

Primenjen PQ model distribuiranih izvora u softverskim funkcijama predstavlja jednostavno rešenje s obzirom na postotak distribuiranih izvora u mreži.

Međutim, kako sve više raste broj distribuiranih jedinica, njihov uticaj na ishod funkcije neminovno se povećava i iziskuje napredak u njihovom modelovanju. Stoga, cilj ovog rada je da pokaže koji su to dodatni podaci koji mogu da se iskoriste za proširenje matematičkog modela distribuiranih izvora, odnosno kako povećati redundansu podataka radi što kvalitetnijeg modelovanja.

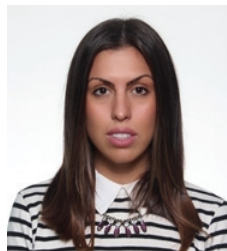
Uvođenjem dodatnih pseudo i virtuelnih merenja, adaptiranih u odnosu na realna merenja, povećava se redundansa i dobija se prostor za uvođenje novih parametara, varijabli u zavisnosti od vrste distribuiranog izvora. U ovom radu uveden je novi skup promenljivih i

dodatnih formula. Detaljno modelovanje različitih distribuiranih jedinica, odnosno težnja ka što sofisticiranijem modelu ima veliki značaj u kvalitetnom i preciznom modelovanju samih distributivnih mreža. Implementacija poboljšanih modela je korak kom se teži u budućnosti standardnih savremenih informacionih tehnologija za merenje, upravljanje, kontrolu i komunikaciju.

## 7. LITERATURA

- [1] [http://documents.tips/documents/distribuiranidisperzni\\_izvori.html](http://documents.tips/documents/distribuiranidisperzni_izvori.html)
- [2] J.Radosavljević, M.Jevtić, D.Klimenta: „Modelovanje transformatora i distribuiranih izvora u proračunu nesimetričnih tokova snaga distributivnih mreža“, Fakultet tehničkih nauka, Kosovska Mitrovica, Srbija, 2012.
- [3] D.Popović, V.Perić, V.Vasić, Z.Gorečan, J.Dujić: „Modelovanje u elektroenergetici“, Novi Sad, 2009.
- [4] M.Z.Kamh, .Iravani: „A Unified Three-Phase Power-Flow Analysis Model For Electronically Coupled Distributed Energy Resources“, IEEE, 2011.
- [5] A.Ranković, B.M.Maksimović, A.T.Sarić: „A three-phase state estimation in active distribution network“, Elsevier, 2013.
- [6] T.Alinjak: „Optimizacija pogona distribucijske mreže sa značajnim udjelom distribuiranih izvora“, Hrvatska
- [7] D.Četenović: „Uticaj distribuiranih generatora na rad relejne zaštite u srednjenaponskoj distributivnoj mreži“, Čačak, 2011/2012.
- [8] V.Mijailović: „Distribuirani izvori energije – principi rada i eksploatacioni aspekti“, Beograd, 2011.

### Kratka biografija:



**Andrea Rodić** rođena je u Subotici 1990. godine. Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu upisala je školske 2009/2010, smer energetika, elektronika i telekomunikacije. Na osnovnim studijama diplomirala je 2014. godine. Diplomski – master rad iz oblasti Elektroenergetski sistemi odbranila je 2016. godine.

**POREĐENJE RADNIH OKVIRA ZA JAVASCRIPT JEZIK  
COMPARISON OF FRAMEWORKS FOR JAVASCRIPT LANGUAGE**Milan Stančić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

**Kratak sadržaj** – U ovom radu ispitane su mogućnosti radnih okvira za poboljšanje strukture i organizacije JavaScript koda.

**Abstract** – This thesis discusses characteristics of frameworks for improving the structure and organization of JavaScript code.

**Ključne reči:** Radni okvir, Web aplikacija, JavaScript

**1. UVOD**

Pre pojave JavaScript jezika, u okviru web stranice bilo je moguće samo prikazivanje statičkih podataka. Zbog potrebe za alatom koji će omogućiti interakciju web stranice sa korisnikom, nastao je skriptni jezik JavaScript. Od pojavljivanja JQuery-a, mnogobrojne funkcionalnosti web aplikacija se prebacuju na klijentsku stranu, koja obično rezultuje slabije organizovanim, neurednim i isprepletenim kodom. Što je aplikacija kompleksnija, to je veća potreba za boljom strukturom i organizacijom koda, kako bi bilo lakše njegovo održavanje. Danas postoje mnogi JavaScript okviri koji omogućavaju bolju organizaciju i olakšavaju i ubrzavaju pisanje koda za web aplikacije, a takođe usmeravaju programere da aplikacije pišu po utvrđenim pravilima. Radni okviri u svojoj osnovi često imaju već implementirane elemente, koji se u kodu web aplikacija iznova ponavljaju, čime se ubrzava implementacija i umanjuje količina koda. Potrebno je samo opredeliti se za podoban JavaScript okvir, koji zadovoljava odgovarajuće kriterijume prema potrebama određene aplikacije.

**2. OPIS REŠAVANOG PROBLEMA**

U ovom radu ispitane su mogućnosti za poboljšanje strukture i organizacije JavaScript koda, kako bi se obezbedila modularnost web aplikacije. Opisana je arhitektura odabrane MVC web aplikacije pisane pomoću JavaScript jezika, a zatim su obrazložene prednosti koje uvode JavaScript okviri prilikom razvijanja web aplikacije. Analizirane su mogućnosti koje pružaju Angular i Ember JavaScript okviri. Pored upoređivanja arhitekture ovih radnih okvira, upoređene su i njihove funkcionalnosti i karakteristike, poput implementacije rutiranja, uključivanja šablona, uvezivanja podataka, veličine zajednice i kvaliteta postojećih dokumentacija.

**2.1. Radni Okvir**

Radni okvir je koncept koji nam olakšava strukturiranje koda aplikacije. Kod njega je akcenat više na arhitekturi aplikacije nego na sintaksi jezika. Svaki radni okvir može

da sadrži razne alate, biblioteke i API-e. JavaScript okviri, koji su nam od interesa za rad, su oni koji prate MVC patern ili predstavljaju njegovu varijaciju.

**2.2. MVC Patern**

Model-View-Controller je arhitektonski patern koji se koristi u softverskom inženjeringu. Patern razdvaja aplikacionu logiku za korisnika od korisničkog interfejsa. MVC deli aplikaciju u tri glavne komponente: model, pogled (view) i kontroler (controller).

Patern specificira gde će se nalaziti svaki tip logike za aplikaciju. Poslovnu logiku smešta u model, logiku unosa u kontroler, a UI logika se nalazi u pogled komponenti [1]. Model reprezentuje podatke i logiku za upravljanje pristupom, a takođe i ažuriranje ovih podataka. Cilj MVC-a je da model bude nezavistan od pogleda i kontrolera, tj. da ne referencira te komponente. Modeli upravljaju podacima u okviru aplikacije. Kada se model promeni, tada obavesti svoje posmatrača da je došlo do promene, kako bi ovi odreagovali u skladu sa tim. Za jedan isti model može da bude vezano više parova pogleda i kontrolera.

Pogled (View) je zadužen za predstavljanje podataka modela u okviru korisničkog interfejsa. On najčešće ima direktnu vezu sa modelom, s tim što treba da je koristi samo za čitanje podataka, ne i za njihovu izmenu. Kontroler je posrednik između modela i pogleda, zadužen za reagovanje na korisnički unos i primenu odgovarajućih izmena na modelu ili pogledu.

Dekomponovanjem aplikacije preko MVC paterna olakšava se modularizacija, omogućava se lakše održavanje i uklanja se dupliciranje koda niskog nivoa u okviru modela i kontrolera.

JavaScript MVC okviri mogu da se razlikuju u svojoj interpretaciji MVC paterna, pogotovo u svom tumačenju kontrolera.

Otvoreni su za razne varijacije, ali ipak sadrže neke od osnovnih koncepata MVC paterna.

**3. ARHITEKTURA ODABRANE APLIKACIJE**

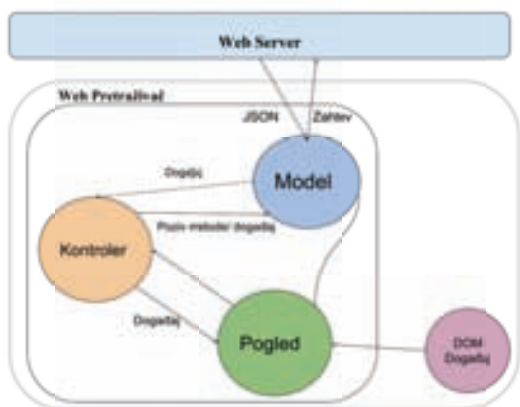
Klijentska strana odabrane aplikacije je organizovana praćenjem MVC paterna, kao što se može primetiti na slici 1. Model, preko AJAX zahteva/odgovora, komunicira sa web serverom i na osnovu odgovora ažurira svoje podatke.

Pored toga on je zadužen za slanje poručenih događaja kontroleru. Poručeni događaji se koriste za rukovanje ponašanjem unutar komponente. Pogled na osnovu šablona generiše UI. On takođe sluša DOM događaje, koji su izazvani od strane korisnika.

Sa kontrolerom komunicira ili direktnim pozivom metoda ili slanjem/prijemom poručenih događaja, dok preko modela čita uskladištene podatke.

**NAPOMENA:**

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



Slika 1. Arhitektura odabrane Web aplikacije

Kontroler direktnim pozivom određenih metoda obavlja kontrolu nad modelom i pogledom. Takođe, osluškuje poručene događaje, koji se šalju od strane modela, i obaveštava pogled da se događaj desio.

#### 4. OPIS REŠENJA PROBLEMA

U cilju poboljšanja strukture i organizacije odabrane aplikacije upoređeni su *Angular* i *Ember JavaScript* okviri kroz njihovu primenu na *JavaScript web* aplikaciju. Radni okviri su upoređivani po: arhitekturi, modularnosti, upravljanju zavisnostima, lakoći i brzini učenja, nivou apstrakcije, zajednici koja stoji iza njih i zrelosti.

##### 4.1 Analiza implementacije upotrebom *Ember* okvira

*Ember* je radni okvir, koji potpomaže optimizaciju koda i omogućava izgradnju velikih i kompleksnih aplikacija. *Ember* na svom sajtu sadrži veoma detaljnu dokumentaciju, koja je pristupačno napisana. Često je ažurirana dodavanjem novih ili izmenom starih svojstava, stoga je veoma opsežna.

*Ember* apstrahuje mnoge funkcionalnosti kako bi programerima, tokom razvijanja aplikacija, sačuvala dosta vremena, ali je potrebno pročitati mnogo dokumentacije, da bi se razumelo kako njegova apstrakcija zapravo funkcioniše. *Ember* pokušava da ponudi objektno-orijentisani pristup programiranja. *Ember* aplikacija koristi sloj za usmeravanje (Ruter), baziran na URL-u, kako bi razrešila odgovarajući model, koji se zatim predaje komponenti, radi prikazivanja i interakcije. Servisi mogu da se koriste za sinhronizaciju modela. *Ember* je usmeren po principu pojedinačne odgovornosti, koji navodi da svaki modul ili klasa treba da imaju odgovornost nad jednim delom funkcionalnosti, koju pruža softver i da ta odgovornost treba da bude u potpunosti enkapsulirana od strane klase [3].

Aktuelna je tranzicija ka nadolazećem standardu, baziranom na *web* komponentama, gde *Ember* ima za cilj da podrži svojstvo rutabilnih komponenti. U ranijim verzijama *Ember-a*, kontroleri su se brinuli o očuvanju stanja aplikacije i pripremanju podataka, koji se koriste unutar šablona.

U okviru *Ember-a*, sada su raščlanjene ove prethodno pomešane višestruke odgovornosti kontrolera i delegirane servisima i komponentama. *Ember-ov* Servis predstavlja *singleton* koji perzistira stanje aplikacije.

Komponente služe za rukovanje događajima i akcijama vezanim za templejte. Sastoje se od dela u kome je definisano adekvatno ponašanje i od šablona, koji koristi *Handlebars.js* biblioteku. *Ember* komponente su po

dizajnu izolovane, nisu svesne konteksta svog okruženja, a podatke primaju preko svojih atributa. Prilikom kreiranja nove aplikacije, *EmberData* je podrazumevana biblioteka i usko povezana sa *Ember-om*, kako bi sa servera olakšala: vraćanje modela u obliku *JSON* formata, slanje ažurnih stanja modela nazad ka serveru i kreiranje novih modela u pretraživaču.

*EmberData* biblioteka se, po potrebi, preko adaptera, može konfigurisati kako bi saradivala sa serverskom stranom. Ruter predstavlja jedno od najznačajnijih svojstava *Ember* okvira. On koordinira stanjem aplikacije preko lokacije unutar pretraživača. Podržava tradicionalne *web* karakteristike kao što su navigacija kroz istoriju aplikacije, kao i povratak na prethodnu stranicu.

U zavisnosti od trenutnog URL-a, ruter poziva odgovarajuću rutu, koja renderuje sve umetnute šablone na stranici [2]. Svaki od ovih šablona ima kontekst modela. Ruta je primarno odgovorna da šablonu obezbedi kontekst modela. Ruter se automatski kreira prilikom inicijalizacije aplikacije. Za automatsko generisanje projekta u radu se koristi *Ember CLI* alat. Prilikom generisanja se automatski referenciraju zavisnosti od svih neophodnih biblioteka. Pored toga, preko komandne linije je moguće startovati *Node.js* server, koji je konfigurisan da automatski komunicira sa izgenerisanom klijentskom stranom aplikacije.

Za potrebe odabrane aplikacije je neophodno da se konfiguracija *Ember* okruženja izmeni i podesi kako bi *Ember* aplikacija komunicirala sa postojećim serverom odabrane aplikacije. Prilikom generisanja komponenti, njihova modularnost i jednoznačnost je automatski obezbeđena. Razdvojene su u zasebne direktorijume, pri čemu je obezbeđena organizacija unutar folderske strukture, o čemu korisnik više ne mora da brine. Prilikom generisanja nove rute, ona je automatski definisana unutar rutera u okviru njegove metode za mapiranje svih ruta u aplikaciji. Osnovni koncept *Ember-a* zasnovan je na komunikaciji između njegovih baznih činioca. Ruter parsira URL i kontrolu predaje odgovarajućoj ruti. Ruta poziva model, koji se dobavi preko servisa. Zatim se renderuje odgovarajuća komponenta i prosleđuje joj se model. *Ember* još uvek ne podržava svojstvo rutabilne komponente, pa su kontroleri u i dalje prisutni u radnom okviru.

U složenijim aplikacijama postoji potreba da se pristupi podacima šablona sa više od jednog izvora, pa se kontroleri koriste kao dodatni kontekst nad šablonom, gde su nadležni za renderovanje. Komponenta je preuzela ostale odgovornosti za korisnički interfejs, poput ažuriranja *DOM-a* i rukovanja događajima u pretraživaču. Rute prosleđuju model sve do komponenti. Komponente mogu da pozivaju akcije definisane unutar ruta. Rute se uglavnom upotrebljavaju za definisanje aplikativne logike, koja uključuje promenu URL-a i operacije nad podacima. Cilj je da različiti delovi aplikacije ostanu potpuno raščlanjeni i predvidivi, kako bi uvek bio poznat izvor promene objekta. *Ember* je do skoro bio baziran na MVC paternu. S obzirom da su i *View* i *Controller* zamenjeni drugačijim komponentama, može se primetiti da je okvir usmeren ka tome da obezbedi protok podataka u jednom smeru, a pozivanje akcija u drugom. Odbacivanjem kontrolera, ovaj okvir se udaljio od MVC

paterna, ali i dalje se može povući paralela između aktuelnih *Ember* komponenti i MVC paterna. U tabeli 1. prikazana je analogija između komponenti klijentskog dela odabrane aplikacije sa komponentama aplikacije razvijene primenom *Ember*-a.

Tabela 1. Analogija arhitekture klijentskog dela odabrane aplikacije sa arhitekturom *Ember* aplikacije

Komponente Arhitekture Odabrane Aplikacije	Komponente <i>Ember</i> Aplikacije
Pogled i Kontroler (rukovanje događajima i akcijama nad pogledom)	<i>Ember</i> Komponenta
Šablon	Šablon <i>Ember</i> Komponente
Kontroler (perzistencija stanja aplikacije)	Servis
Rutiranje upotrebom #	Ruter
Model	<i>EmberData</i>

Prednosti *Ember* okvira su brojne funkcionalnosti, brza i jednostavna implementacija *web* aplikacija i sofisticiran *templating* mehanizam za upravljanje kompleksnim pogledima.

Nedostatak *Ember*-a je što se nešto sporije započinje sa njegovom upotrebom. Kao dodatna mana se može okarakterisati postojanje *controller*-a, koji je označen kao zastarela komponenta, ali se i dalje koristi za potrebe renderovanja šablona.

#### 4.1 Analiza implementacije upotrebom *Angular* okvira

*Angular* je *JavaScript* radni okvir, koji je, poput *Ember*-a, implementiran u smeru konvencije. Da bi se savladao *Angular* potrebno je razumeti njegov osnovni koncept, ali je nešto jednostavnije započeti korišćenje ovog okvira u odnosu na *Ember*. *Angular* se inicijalizuje automatski, nakon učitavanja sadržaja *DOM*-a, tada *Angular* vrši pretragu za *ngApp* direktivom, koja označava koren aplikacije. Kad je *ngApp* direktiva pronađena, kreira se aplikacioni servis *\$injector*, koji se koristi za povrat objektnih instanci, instanciranje tipova, pozivanje metoda i učitavanje modula. *Angular* zatim učitava module, povezane sa direktivom, kompajlira *DOM* dok *ngApp* direktivu posmatra kao koren kompajliranja. Ovim je omogućeno da se samo deo *DOM* stabla tretira kao *Angular* aplikacija. Za potrebe odabrane aplikacije, inicijalno učitavanje *Angular* okvira je obezbeđeno njegovim referenciranjem unutar indeksne stranice. Aplikacija je podeljena u module. Na nivou aplikacije je definisan jedan modul, koji sadrži razne dodatne module i ponaša se kao kontejner za komponente korišćene u aplikaciji. Modeli se formiraju u okviru *\$scope* objekta. *Scope* objekti su uređeni tako da prate hijerarhijsku strukturu *DOM* stabla aplikacije. Oni imaju značajnu ulogu u spajanju kontrolera sa pogledom. *Angular* nudi nekoliko različitih opcija za enkapsuliranje funkcionalnosti podataka, uključujući servise, fabrike i provajder. Sinhronizacija modela sa serverom je podređena *factory* klasama, koje su dodatno smeštene u module. Za razrešavanje višestrukih asinhronih poziva upotrebljava se *Promise* softverska apstrakcija, koja u

mnogome olakšava rad sa asinhronim operacijama. Direktive u *Angular* okviru se koriste za proširenje *HTML*-a sa prilagođenim atributima i elementima. Postoje ugrađene direktive, poput direktive povezane sa *ng-app* atributom, koja automatski inicijalizuje aplikaciju. Kontroler se povezuje sa *DOM*-om preko *ng-controller* direktive, koja preko konstruktora kontrolera instancira njegov objekat. Kontroler se u implementaciji koristi za podešavanje početnog stanja aplikacije i kod dodavanja ponašanja *\$scope* objektu. Preko komunikacije između osnovnih komponenti *Angular*-a može se sagledati koncept na kojem je ovaj radni okvir zasnovan. Modul preko svoje *config* metode i *\$routeProvider* objekta podešava rutiranje u okviru aplikacije. Fabrika je odgovorna za kreiranje i vraćanje objekta, koji se može koristiti za rad sa podacima. Fabrike su *singleton*, tako da objekat, koji fabrika vraća može ponovo da se koristi od strane različitih kontrolera u aplikaciji. Kada kontroler dobije podatke preko fabrike, ažurira se *\$scope*, a time i korisnički interfejs. Dvosmerno povezivanje podataka predstavlja najznačajnije svojstvo *Angular* okvira, koje obezbeđuje automatsku sinhronizaciju između pogleda i modela. *Angular* detektuje promene u modelu, poredeći sadašnje vrednosti sa vrednostima koje su sačuvane kroz raniji proces provere, za razliku od *Ember*-a, koji se aktivira tek kada nastane promena na modelu. Ova takozvana "prljava" provera podataka, gde se kopija svakog modela čuva u prethodnom stanju, a u određenom intervalu proverava razlika kopije i trenutne vrednosti, značajno ugrožava performanse aplikacije u situaciji kada su modeli brojni. Šabloni su pisani preko *HTML*-a, koji sadrži specifične atribute i elemente. *Angular* kombinuje šablon sa dostupnim informacijama modela i kontrolera da bi renderovao pogled. Svaki kontroler je uparen sa svojim *scope* objektom, koji se koristi za komunikaciju sa pogledima, gde je *scope* objekat, koji prvi prima korisničke akcije. Može se primetiti da je patern, na kom je *Angular* koncipiran, zapravo jedna varijacija MVC paterna, koja se označava kao MVVM, gde bi *scope* predstavljao *ViewModel* komponentu. U tabeli 2. prikazana je analogija komponenti arhitekture klijentskog dela odabrane aplikacije sa komponentama *Angular* aplikacije

Tabela 2. Analogija arhitekture klijentskog dela odabrane aplikacije sa arhitekturom *Angular* aplikacije

Komponente Arhitekture Odabrane Aplikacije	Komponente <i>Angular</i> Aplikacije
Kontroler	<i>Angular</i> Kontroler zajedno sa <i>\$scope</i> komponentom
Model	Model se dobavlja preko Fabrike ili Servisa, a formira u okviru <i>\$scope</i> objekta
Pogled	<i>\$routeProvider</i> , <i>\$scope</i> i dvosmerno povezivanje
Šablon	Direktive i <i>templating</i> mehanizam zasnovan na stringovima
Rutiranje upotrebom # fragmenat	<i>\$routeProvider</i> komponenta

Direktive mogu biti korišćene umesto ugrađenih kontrolera. Ovaj radni okvir time unosi nedoumicu, kada da se pišu nove direktive, a kada se koristi *ng-controller* i da li uopšte postoji potreba za tako definisanim kontrolerima. Unutar bilo kog *DOM* element može da se doda *ng-controller*, tako da je moguće imati nekoliko *ng-controller* atributa u jednom *HTML* šablonu. Ovo uzrokuje problem, gde odgovornosti između *HTML* fajlova i *JavaScript* fajlova kontrolera, nisu preslikane jedan na jedan. To dalje znači da nije lako uočljivo gde se u *HTML*-u koristi određeni kontroler. Kod duboke hijerarhijske strukture *scope* objekata postoji problem sa održavanjem i razumevanjem deljenih podataka i metoda. U slučaju više ugnježenih kontrolera, koji pristupaju istom *scope-u*, podaci mogu stizati sa bilo kog kontrolera, pa se lako izgubi trag gde je šta definisano. Svi opisani problemi se mogu prevazići boljom i striktnom organizacijom koda. Problem je što sam radni okvir nije taj koji vodi programera u pravom smeru.

Prednosti *Angular* okvira su obilje funkcionalnosti, jednostavnost prilikom započinjanja, brz razvoj, mala količina opštenamenskog koda, brojni alati za testiranje i aktivno učestvovanje u radu sa ustanovama zaduženim za razvijanje *web* standarda.

Nedostaci su primetni kod dvosmernog povezivanja pogleda i velikog broja modela, gde su performanse aplikacije značajno ugrožene, kao i kod organizacije koda aplikacije, gde *Angular* ne usmerava programera na najbolji mogući način.

### 4.3 Upoređivanje *Ember* i *Angular* okvira

Oba okvira podržavaju osnovne funkcionalnosti, neophodne za razvoj jedne *web* aplikacije. *Angular* aplikacija može biti usko fokusirana na deo funkcionalnosti unutar *web* stranice, dok *Ember* mora biti implementiran nad čitavom aplikacijom. *Ember* je na pravilniji način usmeren ka objektno orijentisanom programiranju. Nasleđivanje, koje se u *JavaScript* jeziku, a i *Angularu* odvija preko prototipova, u *Ember-u* je implementirano preko klasa. *Ember* je nešto apstraktniji od *Angular* okvira. *Ember* u pozadini sadrži obilje već implementiranih funkcionalnosti, a programeru je ograničena sloboda da sam odabere način implementacije i konfigurisanja, tako da se uglavnom uslovljava kako šta da implementira. Na početku rada sa radnim okvirima, može se primetiti da je za razumevanje *Ember-a*, u poređenju sa *Angular-om*, potrebno više napora, kako bi se steklo iskustvo i savladali njegovi koncepti. Iza *Angular-a* stoji nešto brojnija zajednica, ali može se reći da oba radna okvira imaju značajne zajednice, koje aktivno učestvuju u rešavanju i otkrivanju novih zajedničkih problema okvira i time direktno pospešuju razvoj samih okvira.

## 5. ZAKLJUČAK

Tema ovog rada bila je da se prouče mogućnosti primene *JavaScript* okvira za poboljšanje strukture i organizacije klijenskog koda, kao i obezbeđivanje modularnosti *web* aplikacije. Razvijanje *web* aplikacija, upotrebom radnog okvira, nesumnjivo pruža mnogo koristi, kako za sam tok implementacije, tako i na dalje održavanje koda. *Angular* i *Ember* su radni okviri koji ubrzavaju razvoj, obezbeđuju modularnost, poboljšavaju organizaciju i strukturu aplikacije. Ideja oba okvira je da se smanji potreba za pisanjem opštenamenskog koda i usmeri fokus ka radu na specifičnom domenu problema koje zahteva aplikacija. Odgovor na pitanje, za koji se radni okvir opredeliti, zavisi od raznih aspekata, poput veličine i kompleksnosti aplikacije, kao i same organizacije, iskustva programera unutar tima, potrebe za deljenjem iskustva u okviru kompanije, itd. Dobrobiti koje donose okviri su višestruke, ali za migraciju postojeće aplikacije na jedan od okvira treba uzeti u obzir razne činioce. Kod obimnih i složenih aplikacija, migracija klijenskog dela postojeće aplikacije ka jednom od ovih moćnih okvira, može da potraje. Kod većih aplikacija, često su uslovi takvi, da nema dovoljno vremena za refaktorizaciju koda. *Angular* okvir, s obzirom da može da se implementira i u sklopu jednog dela aplikacije, omogućava postepeno prelaženje na njegovu implementaciju, ali ovakav pristup bi mogao da prouzrokuje dodatnu neuređenost koda. Odabrana aplikacija, korišćena u analizi radnih okvira, je nešto jednostavniji primer *web* aplikacije, pa je tokom implementacije sa stanovišta poboljšanja organizacije, strukture i ubrzanja razvoja, za ispunjenje svih njenih zahteva bilo dovoljno i jednostavnije upotrebljavati *Angular*. Kod obimnih i kompleksnih aplikacija preporučljivo je koristiti *Ember*, koji bolje usmerava korisnika po pitanju organizacije, radi lakšeg održavanja koda.

## 5. LITERATURA

- [1] Addy Osmani, Learning JavaScript Design Patterns, 2012, ISBN: 978-1449331818
- [2] Mitchel Keloney, Mastering Ember.js, 2014 Packt Publishing, ISBN: 978-1-78398-198-4
- [3] Single responsibility principle, [https://en.wikipedia.org/wiki/Single\\_responsibility\\_principle](https://en.wikipedia.org/wiki/Single_responsibility_principle)

### Kratka biografija:



**Milan Stančić** rođen je u Kikindi 1986. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva odbranio je 2016.god.

**MOBILNI PODSISTEM ZA RUKOVANJE ISPADIMA U ELEKTROENERGETSKOM  
DISTRIBUTIVNOM SISTEMU****MOBILE OUTAGE MANAGEMENT SUBSYSTEM IN ELECTRIC POWER  
DISTRIBUTION SYSTEM**Igor Krstin, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

**Kratak sadržaj** – U ovom radu je opisan mobilni, veb klijent-server podsistem za rukovanje ispadima u okviru elektroenergetskog distributivnog sistema, zasnovan na WebSocket komunikaciji između klijenta i servera. Opisano je generisanje grafičkog prikaza distributivne mreže u SVG formatu, kao i njegovo zumiranje i pomeranje.

**Abstract** – This paper presents mobile, Web client-server outage management subsystem within the electric power distribution system, based on WebSocket communication between client and server. It describes generation of distribution network graphical view in SVG format and its zooming and panning as well.

**Ključne reči:** OMS, ispad, rukovanje ispadima, WebSocket, SVG, vektorska grafika.

**1. UVOD**

Distribucija je preposlednja faza u isporuci električne energije krajnjim potrošačima (posle proizvodnje i prenosa, a pre maloprodaje). U današnje vreme je nezamislivo da elektrodistributivna preduzeća kvalitetno i efikasno obavljaju svoju delatnost bez upotrebe softvera za upravljanje i nadgledanje distributivne mreže u realnom vremenu. Sistem za upravljanje distribucijom električne energije, **Distribution Management System (DMS)**, je softverski sistem za obavljanje svih tehničkih zadataka u elektrodistributivnim preduzećima na efikasan i optimalan način. Najvažniji zadatak softvera je da obezbedi pouzdanost i sigurnost u snabdevanju potrošača električnom energijom, za šta je neophodno da omogući rukovanje greškama i planiranim radovima u distributivnoj mreži, koji kao posledicu imaju prestanak isporuke električne energije. U tu svrhu se koristi softverska aplikacija za upravljanje ispadima, **Outage Management System (OMS)**, koja nadgleda promene u mreži i ima sposobnost da detektuje, locira i izoluje kvarove, kao i da podrži njihovo rešavanje u minimalnom vremenskom intervalu. Za terenski rad je važno dozvoliti korišćenje OMS aplikacije sa proizvoljne lokacije. Radi toga je potrebno realizovati mobilni, veb klijent-server podsistem za rukovanje ispadima. Podsistem je mobilni, jer je prvenstveno namenjen za korišćenje OMS-a na prenosnom računaru (laptopu, tabletu i pametnom telefonu) sa terena, ali nije klasična mobilna aplikacija.

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Miroslav Hajduković, red. prof.

Cilj ovog rada je da predstavi mobilni podsistem za prikazivanje informacija o ispadima u distributivnoj mreži, zasnovan na **WebSocket (WS)** komunikaciji između veb klijenta i servera u realnom vremenu. Mobilni podsistem je realizovan kao veb aplikacija kojoj se pristupa preko Interneta pomoću veb brauzera (slika 1). U radu je predstavljen **Scalable Vector Graphics (SVG)** format zapisa dvodimenzionalne grafike, koji je korišćen za generisanje geografskog (**Geographic Information System - GIS**) prikaza transformatorskih stanica, koji se može zumirati i pomerati. Obezbeđeno je označavanje i zumiranje transformatorske stanice gde je lociran ispad.



Slika 1. Mobilni (veb) podsistem za rukovanje ispadima

Drugo poglavlje opisuje OMS aplikaciju, interakciju sa klijentima, kao i tipove i kreiranje ispada. DMS model podataka je predstavljen u trećem poglavlju. Četvrto poglavlje opisuje mobilni podsistem, WS komunikaciju servera i klijenta, vezu sa OMS-om i DMS modelom podataka, SVG format i generisanje GIS prikaza. Peto poglavlje opisuje korišćenje veb aplikacije, dok šesto poglavlje daje osvrt na rad i predloge za unapređenja.

**2. APLIKACIJA ZA UPRAVLJANJE ISPADIMA**

OMS aplikacija je deo DMS softvera koji vodi evidenciju svih prekida napajanja, planiranih ili neplaniranih, unutar jedne distributivne mreže. Ona obezbeđuje upravljanje trajanjem ispada, daje podršku za rešavanje ispada, analiziranje prethodnih ispada itd.

**2.1 Tipovi i kreiranje ispada**

Ispad (**outage**) može biti uzrokovan neplaniranim događajem (greškom) ili planiranom operacijom (radnim nalogom ili rasterećenjem) u distributivnoj mreži i on rezultuje neisporučenom električnom energijom. Postoje tri tipa ispada. **Greške** su neplanirani ispadi, predstavljaju incidente ili kvarove u distributivnoj mreži, koji mogu biti uzrokovani lošom instalacijom, nedostatkom održavanja,

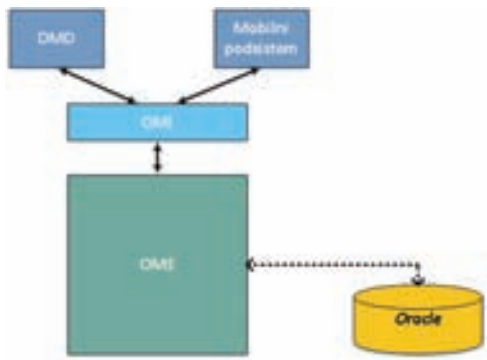


prenaponom, preopterećenjem, ljudskom greškom, višom silom (vremenske nepogode, pad drveća, ptice, ratovi, terorizam) itd. **Radni nalozi** su planirani ispadi, predstavljaju planirane radove na mreži, npr. zamena dotrajale opreme. Obavljanje planiranih radova iziskuje praćenje predefinisano procesa rada (dozvole, dokumente, procedure). **Rasterećenja** su planirani ispadi, sprovode se u kritičnim situacijama kada je potrošnja električne energije veća od proizvodnje i podrazumevaju plansko isključenje dela mreže ili smanjenje napona u cilju sprečavanja nekontrolisanih poremećaja snabdevanja (potpun nestanak električne energije) i oštećenja opreme.

Životni ciklus ispada u DMS softveru obuhvata kreiranje, aktivaciju i ažuriranje, rešavanje, zatvaranje i arhiviranje. Sprovođenje ispada kroz njegove faze predstavlja upravljanje ispadima (**outage management**). Ispad može biti kreiran ručno (planirani i neplanirani) i automatski (samo neplanirani). **Dynamic Mimic Diagram** (DMD) je DMS aplikacija za nadgledanje, efikasno upravljanje i analizu distributivne mreže. Korisnik (operater, dispečer) može ručno kreirati novi ispad (npr. u slučaju telefonske prijave kvara) pomoću DMD aplikacije. Ispad će biti kreiran automatski ako je detektovan neplanirani prekid napajanja preko **Supervisory Control And Data Acquisition** (SCADA) podsistema. Podaci koji će se evidentirati za ispad zavise od njegovog tipa i dele se na zaglavlje ispada i ostale podatke ispada. Zaglavlje ispada sadrži identifikator (ID), naponski nivo, odgovornu osobu, naziv, rezime, broj pogođenih i kritičnih potrošača, neisporučenu snagu, lokacije, status, progres i tip [1].

## 2.2 Interakcija OMS aplikacije sa klijentima

Klijenti OMS-a su DMD i mobilni podsistem. Oni komuniciraju sa OMS-om preko interfejsa **Outage Management Interface** (OMI), što je prikazano na slici 2.



Slika 2. Interakcija OMS-a sa klijentima

Glavni klijent OMS-a je DMD, on može da kreira novi ispad, primi obaveštenje o postojećim ispadima ili koristi bilo koju drugu OMS funkcionalnost. Mobilni podsistem radi samo u režimu čitanja i može da prima obaveštenja o svim ispadima. OMS koristi **Oracle** bazu podataka za arhiviranje informacija o ispadima. OMS poseduje mehanizme autentifikacije i autorizacije. OMS ima zadatak da rukuje klijentskim zahtevima i da prosleđuje obaveštenja o ispadima pretplaćenim klijentima. Klijent može da se pretplati da prima obaveštenja o pojedinačnim ili svim ispadima.

**Pretplata na listu ispada** (*outage list subscribe*) podrazumeva da će klijentu stizati podaci iz zaglavlja svih

aktuelnih (nezatvorenih i nearhiviranih) ispada. Ona služi jedino za pregled ispada i ne može da se koristi za promenu podataka ispada. Novokreirani ispad i svaka promena ispada će biti automatski poslata klijentu. Klijenti mogu da se pretplate na listu ispada:

- Sa ažuriranjem integriteta (**with integrity update**) – nakon pretplate klijent će primiti podatke svih ispada, a kasnije će primiti samo promenjene podatke ispada.
- Bez ažuriranja integriteta (**without integrity update**) – klijent neće primiti podatke nakon pretplate, već će mu stizati ispadi tek kada se promeni neki njihov podatak.

**Pretplata na pojedinačni ispad** (*outage subscribe*) podrazumeva da će klijentu stizati svi podaci o jednom ispadu. Ona omogućava rad na ispadu i promenu nekih njegovih podataka. Klijent se može pretplatiti na proizvoljan broj pojedinačnih ispada. Nakon pretplate, klijent će prvo primiti sve podatke o ispadu (**integrity update**), a zatim samo ažuriranja podataka tog ispada.

## 3. DMS MODEL PODATAKA

DMS softver distributivnu mrežu modeluje kolekcijama podataka podeljenih na statičke i dinamičke podatke. Statički podaci predstavljaju model mreže, koju čine osnovni i kataloški podaci, transformatorske stanice i električni elementi. U ovom radu su od interesa primarne transformatorske stanice (TSH), koje se koriste u oblasti visokog (**High Voltage** - HV) i srednjeg (**Medium Voltage** - MV) napona i sekundarne transformatorske stanice (TSM), koje se koriste u oblasti srednjeg (MV) i niskog (**Low Voltage** - LV) napona. Dinamički podaci predstavljaju status mreže u realnom vremenu, čine ih vrednosti merenja, statusi rasklopne opreme itd.

## 4. IMPLEMENTACIJA MOBILNOG PODSISTEMA

Mobilni (web) podsistem za rukovanje ispadima čine web server i jedan ili više web klijenata, koji komuniciraju pomoću **WebSocket** (WS) protokola (slika 3).



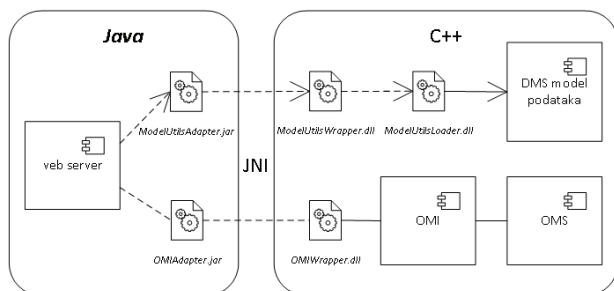
Slika 3. Komponente OMS mobilnog podsistema

Veb klijent se sastoji od veb stranice za prijavu na podsistem (*WebOMSLogin.html*) i glavne stranice OMS veb aplikacije (*WebOMSApp.jsp*). Klijent u **JavaScript** (JS) kôdu kreira WS sesiju. WS je protokol za punu dvosmernu ili bidirekcionu komunikaciju (**full-duplex**) u realnom vremenu između brauzera i veb servera preko jedne **Transmission Control Protocol** (TCP) konekcije. Prednosti WS protokola su što krajnja tačka može da pošalje poruku u bilo kom trenutku, poruke su minimalno uokvirene, sastoje se uglavnom od korisnih podataka, tako da nema mnogo nepotrebnog mrežnog saobraćaja [2]. Implementacija WS klijenta i servera je krajnje jednostavna, zasniva se na

definisaju funkcionalnosti za četiri rukovalaca događajima (*OnOpen*, *OnMessage*, *OnClose* i *OnError*) i pozivu metode za slanje poruke [1]. Podrazumevano WS sesija nikada ne ističe i tada korisnik mora sam da se odjavi da bi se uništila njegova sesija. Vremenom bi nagomilavanje neaktivnih sesija dovelo do usporenja i preopterećenja mobilnog podsistema, a postoje i sigurnosni problemi kod ovakvog pristupa. Zbog toga se postavlja maksimalni vremenski period (tajmaut) nakon kojeg će neaktivna WS sesija biti automatski uništena. Ukoliko je korisnik aktivan na veb aplikaciji, ona će periodično slati serveru poruku za održavanje konekcije. Postavlja se tolerancija, koja definiše koliko intervala korisnik može biti neaktivan, pre nego što veb klijent zatvori WS sesiju.

#### 4.1 Povezivanje veb servera sa OMS-om i DMS modelom podataka

Veb server je klijent OMS aplikacije i povezan je sa DMS modelom podataka. On je implementiran programskim jezikom *Java*, dok su OMS aplikacija i DMS model podataka implementirani programskim jezikom *C++*, pa se za njihovu međusobnu komunikaciju koristi *Java Native Interface* (JNI) tehnologija (slika 4).



Slika 4. Komunikacija veb servera sa OMS-om i DMS modelom podataka

Veb server komunicira sa DMS modelom podataka koristeći *Java* biblioteku (*Java Archive* - JAR) *ModelUtilsAdapter*, koja omogućava (de)inicijalizaciju i ponovno učitavanje DMS modela podataka, pribavljanje svakog GIS-a i svih TSH i TSM na određenom GIS-u. Da bi se povezao sa OMS aplikacijom, veb server koristi JAR *OMIAdapter*, koji mu omogućava (de)inicijalizaciju, prijavljivanje i odjavljivanje na OMS, kao i pretplatu i otkazivanje pretplate na OMS listu ispada za određenog veb klijenta [3]. Veb server se prilikom startovanja prijavljuje korisničkim imenom i lozinkom na OMS.

#### 4.2 Generisanje GIS prikaza u SVG formatu

SVG specificira format zapisa dvodimenzionalne, skalabilne, vektorske grafike, baziran na XML tekstualnom dokumentu, pogodnom za dinamičko generisanje. Skalabilan znači da se lako prilagođava različitim rezolucijama prikaza, što je ogromna prednost za korišćenje na mobilnim uređajima. Vektorski znači da sadrži grafičke objekte (linije i krive) opisane pomoću matematičkih formula i ispunjene tekst- urom. Prednost vektora je što mogu se transformišu i neograničeno skaliraju. Grafika znači da pruža strukturirani opis vektorske i mešavine vektorske i rasterske grafike [4] [5]. SVG omogućava iscrtavanje tri tipa grafičkih objekata na površini (kanvasu) beskonačnoj po obe dimenzije: vektorsku i rastersku grafiku i tekst. Vektorska grafika se može opisati kao skup instrukcija za crtanje. Rasterska grafika je bitmap slika, sastavljena od pravougaone mreže

obojenih piksela. Ona se može shvatiti kao boja na platnu, dok bi vektorska grafika bila skup linija i oblika od rastegljivog materijala, koji može da se pomera na pozadini. Grafički objekti mogu biti grupisani, stilizovani, transformisani i ubačeni u postojeće objekte. SVG omogućava ugnježdene transformacije, isecanje delova slike, transformacije boje i prozirnosti, filter efekte i templejt objekte [6]. SVG slika može biti dinamična i interaktivna upotrebom JS-a, može sadržati metapodatke, ima malu veličinu datoteke, ali veličina raste sa povećanjem broja grafičkih objekata.

Veb server za svaki GIS iz DMS modela podataka generiše posebnu SVG datoteku. Iz DMS modela podataka se za svaki TSH i TSM preuzimaju ID, naziv i *x* i *y* koordinate na GIS-u, na osnovu kojih se u SVG dokumentu generišu njihovi simboli. SVG slika je inicijalno skalirana da svi TSH i TSM budu prikazani.

### 5. KORIŠĆENJE OMS VEB APLIKACIJE

Korisnik pristupa veb klijentu preko brauzera i prvo mora da se prijavi unošenjem korisničkog imena i lozinke. Posle prijave i prelaska na glavnu stranicu, gube se podaci o prethodnoj WS sesiji, pa je za razlikovanje korisnika korišćena *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP) sesija. Prilikom učitavanja glavne stranice veb aplikacije u JS kôdu se otvara WS konekcija ka serveru. Server šalje klijentu naziv, ID i putanju do generisane SVG slike za sve GIS prikaze. Takođe, server šalje klijentu informaciju da li je pretplaćen na listu ispada. Ukoliko korisnik ponovo učita glavnu stranicu veb aplikacije, gube se svi JS podaci, zatvara se stara i otvara nova WS konekcija.

OMS veb aplikacija (slika 5) poseduje GIS pogled (*view*) na centralnom panelu, koji se sastoji od GIS prikaza (generisana SVG slika), alata za zumiranje i navigacionog krsta za pomeranje GIS prikaza i statusne linije sa nazivom otvorenog GIS-a i pozicijom kursora. Na levom panelu, pod sekcijom *Geographic View*, prikazana je lista naziva svih geografskih (GIS) prikaza. Klikom na naziv GIS-a, na centralnom panelu se otvara ili zatvara njegov GIS pogled. Na levom panelu se nalazi OMS sekcija sa opcijom za pretplatu (*Outage list subscribe*) ili odjavu pretplate (*Outage list unsubscribe*) na OMS listu ispada. Podaci o ispadima su smešteni u tabeli na donjem panelu.

#### 5.1 Zumiranje i pomeranje GIS prikaza

Zumiranje GIS prikaza se može obaviti na dva načina:

- relativno u odnosu na poziciju kursora miša – okretanjem točkića miša na željenoj tački,
- centrirano u odnosu na središnju tačku GIS prikaza – pomoću klizača ili izborom opcije iz padajućeg menija alata za zumiranje ili pomoću tastature (plus '+') za uvećanje i minus '-') za umanjenje).

Pomeranje GIS prikaza se može obaviti na dva načina:

- relativno u odnosu na pomeranje miša – dok je levi taster miša pritisnut, prikaz se pomera sa kursorom,
- u diskretnim koracima – pomoću dugmadi za pomeranje na navigacionom krstu ili pritiskom strelica za navigaciju na tastaturi, prikaz se pomera za definisani broj piksela (npr. 100) u željenom pravcu.

GIS prikaz se resetuje na inicijalnu vrednost pritiskom tastera '0' na tastaturi ili klikom na središnje dugme navigacionog krsta.



Slika 5. OMS veb aplikacija

## 5.2 Pretplata i rukovanje ispadima

Pretplata na OMS listu ispada se vrši pomoću opcije *Outage list subscribe*, a parametar *Integrity update* služi da se odabere da li će pretplata biti sa ažuriranjem integriteta ( - čekirano) ili ne. Pretplaćenom veb klijentu će server prosledivati informacije o novim ispadima i promenama podataka zaglavljajući svih aktuelnih ispada. Sa desne strane centralnog panela se prikazuju obaveštenja o novopristiglih promenama ispada i ažurira se tabela ispada. Svaki red tabele ispada sadrži podatke zaglavljajući jednog ispada. Ispadi mogu da se sortiraju po rastućem ili opadajućem redosledu bilo kog podatka. Tabela ispada je podeljena na stranice, a broj redova na jednoj stranici se podešava pomoću padajućeg menija *Display* i može biti 5, 10, 25, 50, 100 ili svi. Moguće je pretraživati ispadе ukucavanjem teksta za pretragu u polje označeno sa *Find*. Dozvoljeno je selektovanje jednog ispada u tabeli. Kada se selektuje ispad, ukoliko je otvoren GIS pogled, biće označena i zumirana transformatorska stanica (TSH) na kojoj je ispad lociran. Deselektovanjem ispada u tabeli, briše se označavanje TSH simbola na GIS prikazu. Selektovani ispad je moguće obrisati iz tabele klikom na dugme *Delete* ili kombinacijom tastera *Shift* + *D*. Veb klijentu neće stizati promene za obrisani ispad.

## 6. ZAKLJUČAK

Opisan je mobilni podsistem za rukovanje ispadima potreban za terenski rad, koji će prikazivati obaveštenja o promenama ispada u distributivnoj mreži. Mobilni podsistem bi se mogao proširiti dozvoljavanjem pretplate na pojedinačni ispad i omogućavanjem promene podataka ispada. Korisno bi bilo dodati podršku za kreiranje novog ispada pomoću veb aplikacije, kako bi ekipe sa terena mogle prijaviti kvar sa mesta gde je on lociran. Komunikacija između klijenta i servera se može zaštititi od čovek-u-sredini (*man-in-the-middle* - MitM) napada korišćenjem sigurne *WebSocket Secure* (WSS) konekcije, koja predstavlja WS preko *Transport Layer Security*

(TLS) kriptografskog protokola za obezbeđenje privatnosti i integriteta poruka i autentifikacije korisnika.

Opisano je povezivanje mobilnog podsistema sa DMS modelom podataka radi preuzimanja geografskih (GIS) podatka, na osnovu kojih se dinamički generiše SVG slika GIS-a, gde su prikazani simboli HV/MV i MV/LV transformatorskih stanica. GIS prikaz ostavlja veliki prostor za dalji razvoj. Trebalo bi dodati električne vodove, čime bi se dobila topologija distributivne mreže, a zatim i ostale električne elemente. Korisnički interfejs veb aplikacije je optimizovan za prikaz u brauzeru na laptopu i trebalo bi ga prilagoditi tabletu i pametnom telefonu. Veb aplikacija rukuje samo događajima miša, što bi trebalo unaprediti dodavanjem rukovalaca za događaje specifične ekranima osetljivim na dodir.

## 7. LITERATURA

- [1] Igor Krstin, "Mobilni podsistem za rukovanje ispadima u elektroenergetskom distributivnom sistemu", master rad, FTN NS, Novi Sad (RS), 2016
- [2] Ian Fette; Alexey Melnikov, "The WebSocket Protocol", IETF RFC 6455, 2011, ISSN 2070-1721, <https://tools.ietf.org/html/rfc6455>
- [3] Igor Krstin, "Web server sistema za upravljanje ispadima", diplomski rad, FTN NS, Novi Sad (RS), 2015
- [4] W3C, "Scalable Vector Graphics (SVG) 1.1 (Second Edition)", 2011, <https://www.w3.org/TR/SVG/>
- [5] David Dailey, Jon Frost, Domenico Strazzullo, "Building Web Applications with SVG", Microsoft Press, Sebastopol (CA), 2012, ISBN 978-0-7356-6012-0
- [6] J. David Eisenberg: "SVG Essentials", O'Reilly Media, 2002, ISBN 0-596-00223-8

### Kratka biografija:



**Igor Krstin** rođen je u Somboru 1985. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Primenjene računarske nauke i informatika odbranio je 2016. godine.



FENNEC SOFTVER ZA UPRAVLJANJE VERZIJAMA ŠEME BAZE: ALGORITMI I PRIPADAJUĆI KORISNIČKI INTERFEJS

FENNEC TOOL FOR DATABASE SCHEMA VERSION CONTROL MANAGEMENT: ALGORITHMS AND ASSOCIATED USER INTERFACE

Nikola Latinović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

**Kratak sadržaj** – Zadatak ovog rada jeste da opiše primjenu i potrebu dobrog UI dizajna i algoritme spajanja grana u sistemu za kontrolu verzija šeme baze podataka. Konkretno se odnosi na sistem za kontrolu verzija u okviru web aplikacije Fennec.

**Abstract** – The aim of this paper is to describe the usage and the requisite of good UI design and merging branches algorithms in the version control system for database schema. Specifically refers to the version control system within the web application Fennec.

**Ključne reči:** Fennec, verzioniranje šeme baze podataka, Git, Python, django, spajanje, konflikti, UI

**1. UVOD**

Činjenica je da u procesu razvoja softvera, šema baze podataka često podliježe promijenama, kao i da se rijetko vodi evidencija o tome, iako je baza podataka bitan dio bilo koje aplikacije. Upravo to je razlog zbog koga bi baza podataka uvijek trebalo da bude uključena u proces praćenja i verzioniranja. Na ovom mjestu nalazimo motivaciju za razvoj Fennec-a, u cilju automatizovanja pomenutog procesa.

Zadatak ovog rada je da opiše primjenu i potrebu dobrog UI dizajna i algoritme spajanja grana u sistemu za kontrolu verzija šeme baze podataka.

Fennec je dizajniran sa namenom da pruži funkcije modelovanja i verzioniranja šema baza podataka kao besplatan alat dostupan pod GNU general public licencom.

**2. SISTEMI ZA KONTROLU VERZIJA**

Sistem za kontrolu verzija predstavlja aplikaciju čiji je osnovni zadatak da skladišti podatke vezane za projekat. Pod podacima podrazumjevamo kod, komentare, dokumentaciju i uopšteno sve što je vezano za projekat a što želimo da dijelimo sa svim učesnicima koji rade na konkretnom zadatku. Čuvaju se i podaci o izmjenama ali na taj način da bude moguće u bilo kom trenutku rekonstruisati kompletan projekat onako kako je izgledao u određenom trenutku razvoja.

Svi sistemi se temelje na jednoj ideji da su konačne kopije projekta (elemenata vezanih za projekat koji se čuvaju) smještene u centralno skladište.

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Gordana Milosavljević.

Korisnici preuzimaju, provjeravaju i rade na kopijama relevantnih elemenata projekta i izmjene snimaju.

U osnovi možemo da uočimo tri osnovna načina na koji se sistemi za kontrolu verzija razlikuju. Oni mogu da budu centralizovani ili decentralizovani u kontekstu arhitekture. Iz drugog ugla razlikujemo sisteme na osnovu toga da li zaključavaju datoteke ili ne, te da li podržavaju koncept spajanja prije komita ili komita prije spajanja.

Pod važnijim konceptima posmatračemo stavku konfiguracije i jedinicu poređenja, verziju, promjenu i skup promjena [1]. Ostali pojmovi poput repozitorijuma, grana, itd. su, ili će biti, detaljnije pojašnjeni u drugim dijelovima rada.

Stavka konfiguracije (*Configuration item, CI*) se odnosi na osnovnu strukturnu jedinicu u sistemima za kontrolu verzija. Ona predstavlja osnovnu jedinicu identifikacije i praćenja [1]. Pod verzijom podrazumjevamo stanje stavke konfiguracije u određenom vremenskom trenutku. Proces koji se sastoji od skupa operacija i prevodi stavku konfiguracije iz jednog stanja u drugo, utičući na to da ona promjeni verziju, se definiše kao promjena.

**3. SPECIFIKACIJA SISTEMA**

Fennec je zamišljen kao alat za modelovanje šeme baze podataka i verzioniranje istog. Definisana je kao web aplikacija *otvorenog koda* i u ovom poglavlju će biti opisana arhitektura sistema kao i način implementacije.

U skladu sa modernim tokovima razvoja web aplikacija, korištena je takozvana *layered* arhitektura [2]. Ona se oslanja na korištenje raslojavanja sistema na osnovu odgovornosti. Uobičajeni slojevi danas su prezentacioni, aplikativni, logički i sloj za pristup podacima. Presjek arhitekture aplikacije se nalazi na slici 3.1.

Prezentacioni sloj sadrži funkcionalnosti orjentisane prema korisniku i to je ujedno i jedini sloj kojem korisnik može direktno da pristupi.

Web service sloj koji postoji između UI (prezentacioni sloj) i *back end* sistema koji su zaduženi za obradu i čuvanje podataka. Obezbeđuje metode preko REST servisa za sve akcije koje korisnik izvršava.

Sloj sa poslovnom logikom vodi računa o konverziji podataka u format odgovarajući za čuvanje u bazi podataka, i obrnuto, u format prihvatljiv za korisnika i dostupan za manipulaciju. Pored ovoga, obrađuje i dijelove koji se odnose na poslovni domen sistema u segmentu logike, prava pristupa i slično.

Sloj za komunikaciju sa bazom podataka je odgovoran za čuvanje i manipulaciju svih podataka koji se koriste u sistemu.



Slika 3.1 Presjek arhitekture sistema

Model podataka u samom projektu se oslanja na *django model package*. On sadrži osnovna polja i metode za podatke koji se čuvaju. Svaki model se mapira na tabelu u bazi podataka, gdje svaki atribut modela predstavlja polje u tabeli. Na osnovu ovoga Django omogućava automatsko generisanje API-ja za pristup bazi podataka.

Kada je u pitanju podrška za REST arhitekturu u sklopu sa djansom uključujemo još i *django rest kostur* kao dodatak. Ovaj kostur se jednostavnije naziva DRF i dodatak je na *django*, dizajniran posebno u cilju dodatnog olakšavanja razvoja.

#### 4. UI DIZAJN

Ova strana projekta spada u domen HCI-ja (*Human-computer interaction*), koji se bavi istraživanjem dizajna i upotrebe tehnologije fokusirajući se interfejsu između ljudi i kompjutera. Posmatra se način na koji ljudi komuniciraju sa kompjuterima i dizajn tehnologije koje olakšavaju taj proces. Prate se načini na koji krajnji korisnici koriste, ili ne koriste sve ono sa čim realno rapolažu. U tom procesu traže se načini kako bi se taj proces poboljšao na način povećavanja iskoristivosti UI.

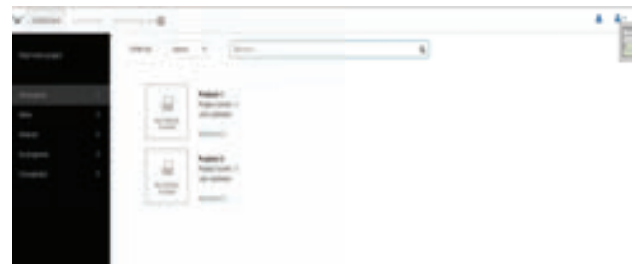
Griješiti je ljudski i greške se dešavaju kada se ljudi susretnu sa UI [3]. Dobrim dizajnom možemo da smanjimo broj grešaka nastalih prilikom korištenja sistema. Do njih dolazi ukoliko korisnik preduzima pogrešne akcije sa validnim ciljem ili ukoliko je korisnik razvio mentalni model na osnovu UI koji nije adekvatan i formira svoj cilj koji međutim ne odgovara kontekstu. Dobrim dizajnom smanjujemo i period učenja korištenja aplikacije.

Heuristike možemo posmatrati i kao generalne principe koje mogu da nas vode kroz odluke vezane za dizajn, ili

nam pomažu da kritikujemo odluku koja je već donešena. Heuristička evaluacija je razvijena od strane *Jakob Nielsen* i *Rolf Molicha*, i metoda je za strukturiranje kritike dizajna sistema koristeći se skupom jednostavnih pravila [4]. Heuristička evaluacija je inspekcija iskoristivosti softvera koja nam pomaže da identifikujemo probleme korištenja u dizajnu [5]. Pomenuta pravila su: Jasna vidljivost stanja sistema, podudaranje sistemskog sa realnim okruženjem, kontrola i sloboda korisnika, navigacija, konzistentnost i standard, spriječavanje grešaka, prepoznavanje a ne prisjećanje, fleksibilnost i efikasnost korištenja, estetika i minimalistički dizajn, pomoć u prepoznavanju, utvrđivanju i oporavku od grešaka i dokumentacija.

Kada je u pitanju rezultat rada, kao UI dizajn težilo se ka tome da se postave temelji i granice sistema u skladu sa heuristikama. Pored heuristika kao referentne tačke korišćeni su sistemi slične ili iste namjene kako bi se lakše prilagodili mentalnom modelu korisnika.

Kao što je prikazano na slici glavnog prozora (slika 4.1), okruženje je prilično jednostavno i lako za korištenje. Elementi su posloženi u pravougaone geometrijske cijeline razdijeljene takođe pravilno po cijelom ekranu.



Slika 4.1: Glavni prozor

Ono što ostaje za dalju implementaciju po pitanju dizajna je definicija i implementacija grafičke prezentacije kompletne istorije promjena na projektu, kao i kretanje kroz tu istoriju unutar same grafike.

#### 5. GRANANJA

Gotovo svaki Sistem za kontrolu verzija podržava grananje. Ovaj koncept predstavlja divergiranje od glavne trase razvoja projekta koje omogućava rad koji ne opstruiše primarni tok razvoja [6].

Postoji bar jedna grana, koja može da bude i dovoljna za sekvencijalni pristup razvoju, i koja se koristi za evidenciju svih izmjena nastalih u periodu razvoja. Međutim taj model u praksi jako brzo pokazuje svoje nedostatke. Kada dođe do potrebe za bilo kakvim izmjenama lako je uvidjeti da se one ne mogu na najsigurniji način integrisati na toj jednoj grani jer postoji realana opasnost od remećenja već postojećih funkcionalnosti.

Dostupni sistemi za kontrolu verzija omogućavaju spajanje grana na bazi tekstualnog sadržaja a takav pristup nije odgovarajući kada je u pitanju dizajn šeme baze podataka zbog naglaska na modelu nasuprot koda [7].

Koncepti stavke konfiguracije i jedinice poređenja se teško identifikuju sa šemom baze podataka zbog prirode grafičke reprezentacije. Problematika neupotrebljivosti sistema za kontrolu verzija u kontekstu modelovanja šeme

baze podataka donekle može biti riješena predstavljanjem modela u tekstualnom obliku. Tekstualni oblik odgovara bilo kojoj internoj specifikaciji načina čuvanja stanja šeme baze podataka, kako bi u odnosu na stanje projekta skladištenog na takav način bilo moguće definisati tekuće stanje projekta.

Pozitivna nuspojava pristupa se može primijetiti u količini memorije potrebne za čuvanje modela. To nije teško zaključiti jer je jasno da grafička predstava obično zahtijeva više prostora od tekstualne. Iako jeste lakše vizuelno procesuirati grafičku reprezentaciju, to u slučaju postojanja sistema za konverziju neće predstavljati problem. Takođe prednost se ogleda i u potencijalno mogućoj adaptaciji sistema za konverziju iz tekstualnog u grafički oblik, za bilo koju platformu na kojoj je potrebno predstaviti model u grafičkom obliku.

## 6. SPAJANJE GRANA

Operacija spajanja predstavlja osnovnu funkcionalnost u sistemima za kontrolu verzija. Ona sinhronizuje promjene nastale nad stavkama konfiguracije vođenim od strane sistema. Kao rezultat spajanja dobijamo jedinstvenu kolekciju svih stavki konfiguracije koje sadrže skup svih promjena načinjenih nad njima. Kompletanu fazu možemo raščlaniti na operacije poređenja, detekciju konflikta, razriješenje konflikta i spoja. Iako se ti procesi mogu automatizovati, neke situacije ipak zahtijevaju ručnu intervenciju [1].

U nekim slučajevima proces spajanja se može odvijati automatski, ukoliko nastale promjene nisu u konfliktu. Konflikt predstavlja nepoklapanje osnovnih jedinica poređenja između dva različita stanja koja se spajaju

Automatsko spajanje koje se odvija bez potrebe za interakcijom sa korisnikom. Identifikacija zajedničkog pretka, dve stavke konfiguracije koje učestvuju u spajanju je u ovom slučaju neophodna [7].

Ručno spajanje se javlja u slučaju kada je neophodno da korisnik koji je inicirao spajanje pribjegne ručnom razriješavanju konflikata.

U slučaju rješenja, kompletan model je predstavljen u JSON notaciji (kao dio rješenja), koja sadrži pomenute informacije. Takva predstava onemogućuje primjenu postojećih tehnika posmatranja jedinice poređenja kao linije teksta na osnovu koje se detektuju konflikti. Sam konflikt izazivaju konkurentne promjene na istoj jedinici poređenja. Što se tiče postojećih algoritama za spajanje, one su u stanju da automatski spoje samo one izmijene nastale nad različitim jedinicama poređenja [1].

Prvi korak u uspostavljanju algoritma za detekciju konflikta pri spajanju dve grane mora da bude definisanje jedinice poređenja. S obzirom na to da manipuliramo podacima u JSON notaciji, nad takvom strukturom pomenutu jedinicu trebamo i definisati.

Sama priroda takve reprezentacije nam omogućava da cijelu strukturu posmatramo iz objektnog ugla. Laički rečeno, kao da poredimo dva objekta sa istim pretkom. Razmatramo osobinu kao i njenu vrijednost i pokušavamo da detektujemo konflikt.

Naravno sve ovo važi u kontekstu automatskog spajanja bez potrebe ljudske intervencije. Razlike između pristupa nisu naročito velike, a među zastupljenije algoritme spadaju:

1. three-way merge
2. recursive three-way merge
3. fuzzy patch application
4. weave merge
5. patch commutation

Porast popularnosti konkurentnih modifikacija koristeći koncept grananja u kontekstu upravljanja konfiguracijom softvera je direktna posljedica razvoja i napretka u 3-way merge metodama i algoritmima [8].

Našu grafičku strukturu prevodimo u JSON notaciju i kao takvu u tekstualnom obliku čuvamo u bazi podataka.

Na početku je sasvim logično pomisliti da smo ovako već dobili tekstualnu reprezentaciju te da za istu možemo koristiti već postojeće algoritme za analizu i spajanje dve različite grane. Međutim, problem se javlja zbog činjenice da ovo ipak nije kod, već koncizna definicija stanja grafa šeme baze podataka. A pored toga postojeći algoritmi za spajanje ne mogu da interpretiraju i sačuvaju JSON strukturu podataka. Neophodno je, pored tekstualnog konflikta, voditi računa o validnosti atributa i podataka neophodnih za konverziju u graf. Naglasak je na promjeni vrijednosti neke osobine definisane strukture a ne same strukture.

Zamišljeno rješenje rekurzivno prolazi kroz cijelu strukturu JSON datoteke koja se spaja sa ciljnom granom. U tom procesu se provjeravaju poklapanja vrijednosti atributa. Ukoliko vrijednost odstupa, posmatra se zajednički roditelj, tj stanje JSON datoteke iz koje potiču obe grane kako bi se utvrdilo koja verzija sadrži promjenu. Ukoliko ciljna verzija odgovara pretku, uzima se nova vrijednost i suprotno. Ako međutim nijedna nova verzija ne odgovara pretku dolazi se u stanje konflikta koja zahtijeva akciju korisnika.

Pozicija konflikta se obilježava tj. uokviruje sa notacijom predstavljenom na slici 6.1.



```
Table:
{
  height: 80,
  Name: "Tabela1",
  width: 50
}
```

Slika 6.1: Istaknuto mjesto konflikta

Proces ćemo pokušati predstaviti matematički. Uzmimo dva komita, A i B i komit nastao spajanjem ova dva komita kao AB je nastao kao rezultat operacije  $A + B - C$  gdje C predstavlja bazu ili zajedničkog roditelja komitova A i B. Razlog zbog kog oduzimamo roditelja C je isključivanje ponavljanja sadržaja koje sadrže komitovi A i B a koji je zajednički. Ovakav pristup se naziva *three way merge*. Takođe možemo to posmatrati kao primjenu sadržaja A - C na sadržaj B ili primjenu sadržaja B - C na sadržaj A. Ovu operaciju implementiramo uz pomoć *longest common subsequence* algoritma. Tačnu razliku između

dva komita dobijamo onda kada ih uporedimo za njihovim najbližim zajedničkim pretkom. Kako bi konstruisali spajanje A+B-C posložićemo A i C u svrhu poređenja kao i B i C, i posmatrati sledeće slučajeve:

- Attribute i/ili njihove vrijednosti zajedničke za sva tri komita (A, B i C)
- Attribute i/ili njihove vrijednosti prisutne u komitu A ali odsutne u C i B, ili
- Attribute i/ili njihove vrijednosti prisutne u komitu B ali odsutne u A i C

U stanje konflikta dolazimo onda kada je vrijednost atributa ne poklapaju ni u jednom slučaju. Tada se korisniku nudi razriješenje u smislu da odabere jednu od tri moguće vrijednosti ili unese potpuno novu vrijednost.

Poseban slučaj predstavlja situacija kada A i B ili jedno od njih rekurzivno u svom podgrafu sadrže spajanja. Drugačije rečeno, do problema može da dođe ukoliko je trenutno stanje A ili B nastalo kao rezultat spajanja nekih manjih grana nastalih na odgovarajućim putanjama razvoja. Ovaj pristup je poznat još i kao rekurzivna strategija unutar *three way* algoritma za spajanje.

## 7. ZAKLJUČAK

Svaki softverski proizvod u svom životnom ciklusu je podložan evoluciji iz ugla tehnologije, optimizacije poslovnih procesa ili redizajna. Imajući to u vidu nikada ne treba nijedno rješenje označiti kao najbolje i konačno.

Po pitanju dizajna, bitno je pratiti mentalni model korisnika, te vršenjem povremenih anketa ciljne grupe korisnika ga i prilagođavati. Nezavisnost UI dijela nam garantuje slojevita arhitektura koja omogućava redizajn aplikacije bez uticaja na njegove funkcionalnosti.

Spajanje, iz ugla funkcionalnosti predstavlja mnogo bitniji segment rada, jer čini osnovu sistema. Bez spajanja alternativnih tokova razvoja sama priroda sistema za kontrolu verzija u današnjem svijetu i nema neku poentu. Legitimnost predstavljenog algoritma za spajanje i detekciju eventualnih konflikata je potrebno testirati u praksi.

## 8. REFERENCE

- [1] Prilog metodama brzog razvoja softvera na bazi proširivih jezičkih specifikacija, doktorska disertacija, Igor Dejanović, Novi Sad, 2011.
- [2] Modeling and implementation of database schema version control software, master thesis, Darko Čolak, Novi Sad, 2016.
- [3] Preventing User Errors: Avoiding Conscious Mistakes, Page Laubheimer, September 7, 2015. Nielsen Norman Group
- [4] Human-Computer Interaction Third Edition Alan Dix, Lancaster University Janet Finlay, Leeds Metropolitan University Gregory D. Abowd, Georgia Institute of Technology Russell Beale, University of Birmingham, 2004.
- [5] Nielsen, J., and Molich, R. (1990). Heuristic evaluation of user interfaces, Proc. ACM CHI'90 Conf. (Seattle, WA, 1–5 April)
- [6] Pro Git (Second Edition), Scott Chacon and Ben Straub, The Expert's Voice Creative Commons, 2014.
- [7] Consistence Preserving Model Merge in Collaborative Development Processes, Christian Bartelt, Software Systems Engineering Group, University of Clausthal, Germany, 2008.
- [8] Source Control HOWTO, series of articles, Eric Sink, 2004, Chapter 3: File Merge

### Kratka biografija:

**Nikola Latinović** rođen je u Prijedoru, 1986. god. Fakultet tehničkih nauka upisao je 2007. godine, odsijek Računarstvo i Automatika. Osnovne akademske studije završio je 2013.

**RAZVOJ VEB SAJTA ZA INTERNO ANKETIRANJE**  
**WEB APPLICATION DEVELOPMENT FOR INTERNAL POLLING**Miloš Vučinić, Milan Vidaković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

**Kratak sadržaj:** *Ovaj rad se bavi analizom i implementacijom responsivne PHP veb aplikacije za anketiranje zaposlenih. Aplikacija obezbeđuje anonimnost, bezbednost i lako podešavanje. Uzevši u obzir dostupnost modernih tehnologija, lak pristup internet konekcijama, pad cene računara i pametnih mobilnih uređaja, veoma je pogodno iskoristiti ovaj napredak infrastrukture u cilju lakše i efikasnije realizacije responsivnog veb sajta za anketiranje.*

**Abstract:** *This paper deals with analysis and implementation of PHP web application for polling used for employees, with accent on anonymous usage, security and easy setup. Having in mind availability of new technologies, easy internet access, lower cost of PCs and smart mobile devices, it is very convenient to use this positive development in infrastructure to develop responsive web site for polling.*

**Ključne reči:** *PHP, CakePHP, Interno anketiranje, Bezbednost, Server, Linux, HTML, CSS, JavaScript, Zaposleni, Veb Sajt.*

**1. UVOD**

Ovaj rad se bavi analizom i implementacijom PHP [1] veb aplikacije za anketiranje zaposlenih sa akcentom na anonimnost i bezbednost kao i lako podešavanje, i moderaciju sistema. Uzevši u obzir dostupnost modernih tehnologija, lakog pristupa internet konekcijama, pad cene računara i pametnih modernih uređaja, veoma je pogodno iskoristiti ovaj napredak infrastrukture u cilju lakšeg i efikasnijeg obavljanja svakodnevnih zadataka.

Uzevši u obzir da se radi o veb sajtu dostupnost je očigledna. Svaka osoba sa internet konekcijom može da ima pristup anketama. Anketu je moguće popuniti sa bilo kog mesta koje ima pristup internetu u vreme koje odgovara korisniku. Pošto aplikacija zadovoljava responsive [2] tehnologije, nije važno da li se anketa popunjava sa personalnog računara ili pametnog mobilnog uređaja, izgled aplikacije će se prilagoditi veličini ekrana. Aplikacija se nalazi na Linux [3] serveru koji je podešen u skladu sa dobrim bezbednosnim praksama.

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad je proistekao iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Milan Vidaković.**

Pored ovoga, aplikacija štiti anonimnost korisnika tako što ne postoji opcija pregleda podataka o tome koji korisnik je odgovorio na koja pitanja.

Baza podataka je zaštićena tako što pristup bazi van servera nije moguć, a upravljanje lozinkama korisnika je u skladu sa modernim bezbednosnim standardima. Prijavlivanje na server je moguće samo uz RSA ključ a konekcija putem veb interfejsa je moguća samo korišćenjem HTTPS [4] protokala odnosno enkriptovanog HTTP [5] protokola 4096 bitnim RSA ključem. Više detalja o bezbednosnim podešavanjima i implementacijama će biti navedena u ostatku rada.

**2. TEHNOLOGIJE ZA KORIŠĆENE ZA REALIZACIJU**

Tehnologije kojima se realizuju veb orjentisani projekti se mogu podeliti u serverske tehnologije, klijentske tehnologije i tehnologije koje realizuju infrastrukturu.

**2.1 Serverske Tehnologije**

Serverske tehnologije su one koje se izvršavaju na serveru usluga, odnosno sve one tehnologije koje obrađuju korisničke zahteve.

U našem slučaju to su Operativni sistem Linux Ubuntu 16.04 LTS[6] na kome se izvršavaju sve aplikacije, programski jezik PHP 7[7] kao osnovno sredstvo za programiranje, Sistem za Upravljanje Bazama Podataka MySQL[8], HTTP Server Apache 2.x[9] za obradu dolazećih HTTP zahteva i konfiguraciju domenani HTTPS protokola i CakePHP 3.x[10] PHP okruženje za razvoj veb aplikacija koje realizuje MVC[11] način programiranja.

**2.2 Klijentske Tehnologije**

Klijentske tehnologije su sve one koje služe za formiranje korisničkih zahteva i za prikaz odgovora koje server pošalje. To su tehnologije koje koristi krajnji korisnik.

U našem slučaju to su Markup jezik HTML [12] kao podvrsta XML [13] jezika, CSS [14] za definisanje stilova prikaza, JavaScript za unošenje dinamike na klijentskoj strani, Bootstrap biblioteke [15] JavaScript [16] i CSS fajlova sa već realizovanim stilovima i funkcijama.

**2.3 Tehnologije infrastrukture**

Tehnologije koje realizuju infrastrukturu su sve one tehnologije koje prethodne dve koriste da bi uopšte mogle da rade.



### 3. SPECIFIKACIJA SISTEMA

Sistem ima dva tipa korisnika. Prvi su administratori koji moderiraju sistem, izvoze i analiziraju rezultate anketa, podešavaju aktivne ankete i održavaju listu krajnjih korisnika. Drugi tip korisnika su krajnji korisnici koji imaju pristup važećim anketama i mogu da ih popune.

#### Glavni slučajevi korišćenja administratora

UML [17] Dijagram 3.1 prikazuje slučajeve administratora.

- Administrator ima CRUD funkcionalnost za kreiranje radnih mesta.
- Kreiranje CRUD stranica rukovođenje organizacionim jedinicama.
- Kreiranje CRUD stranica za rukovođenje zaposlenima.
- Rukovanje podacima koji radnik je zaposlen na kojoj poziciji u okviru koje organizacione jedinice i dali je šef te organizacione jedinice ili ne
- Kreiranje i rukovanje anketama. Svaka anketa ima datum početka i kraj anketnog procesa. Pored ovoga anketa ima oznaku aktivna ili ne, za slučaj da anketa treba da se isključi na neko vreme ili da se upotpunosti deaktivira. Anketa se sastoji od koje imaju svoja pitanja a pitanja mogu da imaju dozvoljene odgovore.
- Pregled rezultata ankete.
- Obezbediti posebnu stranicu za prijavu administratora
- Administrator ima mogućnost odjave sa sistema



Dijagram 3.1 Slučajevi korišćenja administratora

#### Glavni slučajevi korišćenja krajnjeg korisnika

Dijagram 3.2 prikazuje slučajeve administratora.

- Krajnji korisnik (zaposleni) može da se loguje na sistem samo na posebnoj stranici.
- Početna stranica krajnjeg korisnika prikazuje sve dostupne ankete za korisnika koje su još uvek aktivne a koje nije popunio
- Korisnik može da popuni svaku dostupnu anketu. Ukoliko nije odgovorio na sva obavezna pitanja sistem ga opominje i vraća na formu sa dosadašnjim popunjenim odgovorima.
- Postoji stranica sa pregledom svih popunjenih anketa. Korisnik može da pregleda koje sve ankete je do sad popunio kada su one trajale i da li su još uvek aktivne
- Korisnik ima mogućnost odjave sa sistema



Dijagram 3.2 Slučajevi korišćenja krajnjeg korisnika

### 4. IMPLEMENTACIJA SISTEMA

#### MVC patern programiranja

MVC (Model View Controller) [18] šablon predstavlja način razvoja. U načelu, u model spada onaj deo aplikacije koji rukuje komunikacijom sa bazom podataka, implementira poslovnu logiku sistema i validacije. Interakcija korisnika sa sistemom se odvija kroz kontrolere i njegove funkcije. View deo MVC sistema sadrži sve šablone HTML elemenata koji se popunjavaju na osnovu prosleđenih podataka i na taj način se dobija krajnji HTML dokument.

#### Struktura podataka i šema baze podataka

Sistem ima zadatak da rukuje entitetima koji čine ovaj sistem. Identifikovani su sledeći entiteti: Korisnici sistema, Zaposleni organizacije, Radna mesta, Organizacione jedinice, Pozicija zaposlenog, Anketa, Sekcije ankete, Pitanja ankete, Opcije ankete, Participacija ankete, odgovori na pitanje ankete. Šema baze podataka je predstavljen dijagramom 4.1



Dijagram 4.1 Šema baze podataka

#### Kreiranje ankete

Ova funkcionalnost je imala tri izazova. Unos ankete nije unapred definisan u smislu broja pitanja i opcija, zatim podaci koji stižu na server treba da budu efikasno parsirani i validirani, a popunjene forme moraju da budu smeštene u bazu na siguran način.

Problem dinamičkog kreiranja forme je rešen upotrebom JavaScript-a i šablona svakog HTML elementa. Da se šabloni ne bi prikazivali na stranici, svaki HTML element je sakriven atributom stila `display:none`.

Čuvanje forme klikom na dugmić **Save poll** šalje formu kontroleru koji ih dalje prosleđuje modelu zaduženom za validaciju i čuvanje podataka. Ukoliko su svi podaci uneti ispravno i ne nedostaje ni jedna informacija, forma će biti sačuvana, dok će u suprotnom forma biti vraćena korisniku sa porukom o grešci i poljima koja treba da ispravi. Deo izvornog koda koji generiše ovu formu i šalje je korisniku koristi CakePHP Form Helper koji generiše polja za unos teksta. Koristimo ovaj način rada zato što u tom slučaju, ukoliko postoji greška, CakePHP će sam primeniti adekvatne stilove i markirati polja koja je potrebno popraviti.

### **Odvojene prijave na sistem za administratorskog korisnika i krajnjeg korisnika**

U cilju povećanja bezbednosti sistema, slučajevi korišćenja administratora i krajnjeg korisnika su odvojene celine sa posebnim kontrolerima u izvornom kodu. U CakePHP okruženju verziji 3.x ovo se postiže definisanjem prefiksa.

### **Prikaz odgovarajućih anketa za krajnjeg korisnika**

Kada se krajnji korisnik prijavi na sistem, on biva preusmeren na stranicu sa svim anketama koje može da popuni. Ankete se pribavljaju na osnovu podataka o samim anketama, i na osnovu tabele u bazi podataka koja sadrži sva učešća u anketama datog korisnika.

### **Popunjavanje ankete**

Popunjavanje ankete ima četiri izazova. Prvi je da utvrdimo da li dati korisnik zaista ima prava da učestvuje u anketi, zatim da pribavimo samo ona pitanja koja su namenjena korisniku, zatim da se postaramo da korisnik neće izmeniti formu pre slanja i na kraju da validiramo i sačuvamo korisnikove odgovore.

Prvi i drugi izazov su rešeni pozivom modelske funkcije `canParticipate($eid,$pollid)` koja kao parametar prima ID korisnika iz sesije i ID ankete koju korisnik treba da popuni i validira podatke za učešće. Treći izazov koji se odnosi na izmenu forme je rešen Security komponentom CakePHP okruženja. Ona hešira celu formu i kada primi formu, validira je ponovno, očekujući istu heš vrednost kada je ponovo sračuna. Četvrti izazov, validacija i čuvanje forme je rešena tako što se uz pomoć funkcije `canParticipate` utvrđuje da korisnik i dalje može da odgovori na anketu i da do sada to već nije učinio. Nakon toga pribavljena anketa se validira funkcijom `validateAndSave` iz table modela `PollParticipations`.

### **Fleksibilan backend**

Laka izmena administratorskog dela sistema proizilazi iz činjenice da su za sve delove administratorskog sistema, osim za dodavanje i editovanje anketa korišćeni CRUD i CRUD-View dodaci CakePHP okruženja. Ovi dodaci uz minimalne konfiguracije kreiraju celokupni backend u okviru svakog HTTP zahteva. Oni su meta kod, koji generiše kod koji predstavlja CakePHP crud i izvršava ga. Pored ovoga konfigurabilni deo za tipove organizacija je jako jednostavan ali rešava potencijalne scenarije.

## **5. ARHITEKTURA I OKRUŽENJE SISTEMA, BEZBEDNOSNE MERE I PODEŠAVANJA**

### **Infrastruktura projekta i virtuelni server**

Za potrebe rada korišćen je VPS (Virtual Private Server) kod firme Linode[19]. Dodeljeni sistemski resursi VPS-a su virtuelni Intel Xeon dual core procesor na 2.2 Ghz, 4GB RAM memorije, 40GB SSD hard diska. DNS server je Cloud DNS rešenje kompanije RackSpace a sam domen `milosvucinic.com` je kupljen kod firme GoDaddy.

### **Serverski softver**

Operativni sistem servera je Linux Ubuntu 16.04 LTS. Osim softvera i paketa koji dolaze instalirani sa Linuxom serveru su instalirani sledeći softveri:

- UFW (Uncomplicated FireWall) [23]– firewall
- GIT 2.0[20] –verzionisanje softvera
- PHP7 – programski jezik PHP sa interpreterom
- Apache 2.x – http server
- MySQL 5.7 – Sistem za upravljanje bazama podataka
- MySQLi – MySQL lite sistem za upravljanje bazom podataka koji koristi CakePHP za svoj dodatak za debugging.

### **Bezbednosna podešavanja servera i serverskih softvera**

Prijava na operativni sistem je korigovana tako da nije moguće logovanje uz pomoć lozinke već je neophodno koristiti privatni ključ od 2048 bita. Standardni port 20 za SSH[21] prijavu je izmenjen. Isključena je mogućnost logovanja na sistem kao root korisnik. Lozinka za root korisnika je promenjena. Uzevši u obzir da se koristi SSH ključ radi logovanja na sistem, sva komunikacija između servera i klijenta je enkriptovana.

Uključili smo firewall, koji je podešen tako da blokira sav saobraćaj prema serveru osim prema portovima 443(http), 80(https), i izmenjenom portu za SSH.

Prijavu na bazu podataka je moguće izvršiti samo iz lokalne konzole. Generisan je poseban korisnik sa bezbednom lozinkom za aplikaciju koju koristimo. Dodeljena su mu prava pristupa samo nad bazom podataka koju koristi ova aplikacija. MySQL inject napadi nisu mogući jer smo u svakom upitu ka bazi podataka koristili CakePHP metode klasa koje realizuju modelski deo okruženja i koje koriste prepared upite.

CakePHP ima uključenu Security komponentu koja obezbeđuje rad sa formama.

Da bismo zaštili krajnje korisnike sistema onemogućili smo pristup putem HTTP servisa. HTTP servis će automatski preusmeriti korisnika na HTTPS servis koji predstavlja enkriptovani HTTP servis.

## **6. PRIKAZ RADA SISTEMA**

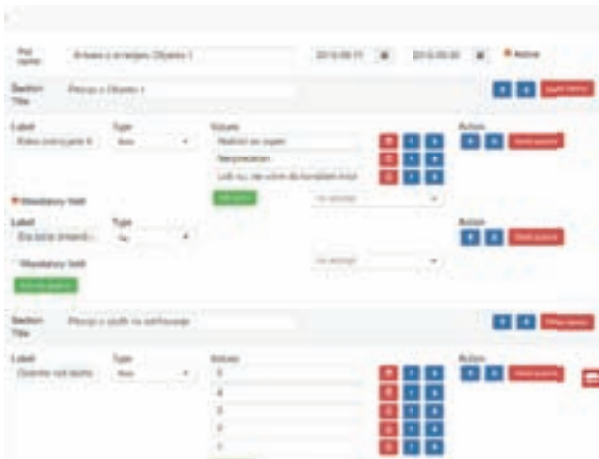
### **Kreiranje ankete**

Administrator otvara stranicu sa prikazom anketa (Slika 6.1).



Slika 6.1 Prikaz svih anketa

Klikom na dugmić Add poll administrator otvara stranicu za dodavanje nove ankete na kojoj može da dodaje Sekcije, Pitanja i Opcije za pitanja (Slika 6.2)



Slika 6.2 Dodavanje ankete

### Prikaz odgovarajućih anketa za krajnjeg korisnika

Sistem treba da prikaže samo pitanja anketa koja se ne tiču Organizacione jedinice kojoj zaposleni pripada. Primer pokazuje zaposlenog koji pripada Organizacionoj jedinici WP1 i ne treba da vidi pitanje vezano za ocenu ove organizacije (Slika 6.3).



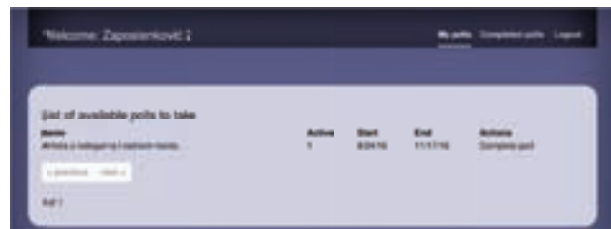
Slika 6.3 Prikaz pitanja na anketu za zaposlenog koji pripada Organizacionoj jedinici WP1

### Popunjavanje ankete

Korisnik se loguje na sistem i vidi pregled svih dostupnih anketa za popunjavanje. Korisnik popunjava sva obavezna pitanja i vrši klik na dugmić Submit. (Slika 6.4) Zatim korisnik biva preusmeren na početnu stranicu sa prikazom svih dostupnih anketa. Ostala je još jedna anketa dostupna datom korisniku. (Slika 6.5)



Slika 6.4 Popunjavanje ankete



Slika 6.5 Početni ekran nakon popunjene ankete

## 7. LITERATURA

[2,4,5,12,13,14,15,16,20] W3Schools

<http://www.w3schools.com/>

[3,10] Cake PHP zvanična web prezentacija

<http://cakephp.org/>

[1] PHP zvanična veb prezentacija

<http://php.net/>

[8] My SQL zvanična prezentacija

<http://www.mysql.com>

[6,21] Ubuntu zvanična prezentacija

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

[9] Apache zvanična prezentacija

<https://www.apache.org/>

[17] UML 2.0 In a Nutshell , Dan Pilone Neil Pitman, Oreilly, -

[11,18] Pro PHP MVC, Chriss Pit, Apress, ISBN13: 978-1-4302-4164-5

[10] Linode zvanična prezentacija

<https://www.linode.com/>

### Kratka biografija:

**Miloš Vučinić** je rođen 18.05.1985. godine u Novom Sadu. Osnovnu školu „Sonja Marinković“ u Novom Sadu završio je 2000. godine. Gimnaziju „Isidora Sekulić“ u Novom Sadu završio je 2004. godine. Iste godine upisao se na Fakultet tehničkih nauka, odsek Računarstvo i automatika i završio bečelor studije 2013 godine. Školske 2013/2014. godine upisao se na smer Računarske nauke i informatika.

**Milan Vidaković** je rođen u Novom Sadu 1971. godine. Na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu završio je doktorske studije 2003. godine. Na istom fakultetu je 2014. godine izabran za redovnog profesora iz oblasti *Primenjene računarske nauke i informatika*.

**ОПТИМИЗАЦИЈА СИСТЕМА ЗА ИЗВРШАВАЊА ТОКОВА ПРОЦЕСА  
КОРИШЋЕЊЕМ *COMMON WORKFLOW LANGUAGE* СПЕЦИФИКАЦИЈЕ****OPTIMIZATION OF WORKFLOW SYSTEMS BY USING *COMMON WORKFLOW  
LANGUAGE SPECIFICATION***

Janko Simonović, Milan Vidaković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

**Kratak sadržaj:** Tema master rada je optimizacija sistema za izvršavanje tokova procesa korišćenjem *Common Workflow Language* specifikacije. Pored optimizacije, cilj rada je i analiza portabilnosti i reprodukcije alata kao sastavnih delova tokova procesa koji se izvršavaju. Rad obuhvata analizu postojećih rešenja, algoritam optimizacije najbitnijih slučajeva, kao i implementaciju simulatora algoritma. Simulator je implementiran u vidu interaktivane komandne linije i baziran je na Java platformi.

**Abstract:** This thesis gives the insight into the optimization of Workflow systems by using *Common Workflow Language* specification. Besides major optimizations, the other goal of this thesis is to give the analysis of portability and reproducibility of tools as integral parts of workflows. The subject of the thesis is the analysis of the existing systems, the optimization algorithm and the implementation of the algorithm simulator. The simulator is implemented in Java as an interactive command line tool.

**Ključne reči:** *Workflow systems, Common Workflow Language, DAG, JSON-LD, Apache Avro, Docker, Bioinformatics, Pipelines.*

**1. UVOD**

Često rešenje problema u softveru zahteva rešavanje drugih, manjih problema koji su povezani u veću celinu. Drugim rečima, mnogi programi definišu tokove izvršavanja tj. povezanost drugih programa na određeni, unapred definisan način i na taj način se rešavaju veći problemi. Takvih zahteva ima u nauci, poslovnim procesima i drugim sferama. S obzirom da je priroda tih problema u mnogome slična, bez obzira na sferu u kojoj se nalaze, pojavila su se i rešenja koja se mogu koristiti za automatizaciju procesa. Sistemi koji služe za automatizaciju ovih procesa nazivaju se sistemima za izvršavanje tokova procesa (*Workflow systems*).

Izvršavanje tokova procesa može se opisati na različite načine. Različiti sistemi izvršavanja tokova procesa koriste različite formate ili jezike (*Domain Specific Language*) pomoću kojih opisuju izvršavanje pojedinačnih procesa i njihovu povezanost.

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof dr Milan Vidaković.**

U zavisnosti od tematike i problema koje rešavaju, sistemi mogu biti različiti. Mogu se koristiti u poslovnim procesima, naučnim sistemima, proizvodnji itd. Raznolikost problema ima veliki uticaj na dizajn sistema kojima se rešavaju. Imajući to u vidu, mnoga rešenja su sklona specijalizaciji za određeni podskup problema.

Ovaj rad bliže opisuje generičke sisteme za izvršavanje tokova procesa kojima se rešavaju problemi u nauci (*Scientific Workflow Systems*).

U naučnoj sferi, mnogi problemi se lako mogu mapirati na izvršavanje manjih procesa i njihovu povezanost. Razlozi su mnogobrojni. Neki od njih su velika količina podataka koju treba obraditi ili analiza podataka koja zahteva obradu u vidu dobro definisanih tokova procesa.

Osobine koje bi naučni sistemi za izvršavanje tokova procesa trebalo da imaju [3]:

- jednostavan format opisivanja procesa i njihove međusobne zavisnosti,
- omogućavanje prenosivosti programa između sličnih sistema,
- mogućnost da korisnici prate tok izvršavanja procesa i uvid u među rezultate prilikom izvršavanja istih i
- mogućnost nastavka izvršavanja procesa od bilo koje tačke izvršavanja (memoizacija)

U zavisnosti od skupa problema koje rešavaju, sistemi se mogu podeliti u dve kategorije:

- generički i
- specijalizovani.

Ovaj rad razmatra generičke naučne sisteme u sferi bioinformatike. S obzirom da je, u poslednjih nekoliko godina, ova sfera u rapidnom razvoju, postoji dobar broj specijalizovanih sistema i formata koji se koriste. Kako se formati veoma razlikuju, javila se potreba za specifikacijom koja će ih uniformisati i rešiti problem prenosivosti i jednostavne reprodukcije procesa.

Jedna specifikacija kojom se ovaj problem rešava zove se *Common Workflow Language*. Kroz ovu specifikaciju ćemo analizirati probleme dobrog dela naučnih sistema za izvršavanje tokova procesa.

## 2. TEHNOLOGIJE

### 2.1 Common Workflow Language

Svi naučni sistemi za opisivanje izvršavanja tokova procesa koriste svoje sopstvene opise za predstavljanje alata i njihovu povezanost u celinu u cilju rešavanja većeg problema. Ta činjenica vezuje programere i korisnike za platformu koju koriste, ukidajući mogućnost portabilnosti i reprodukcije. Kako je sa vremenom broj alata porastao, javila se i potreba za portabilnošću i standardom koji će je omogućiti.

Jedan od standarda koji je danas aktuelan i koji ćemo analizirati u ovom radu je Common Workflow Language (CWL). Trenutna verzija Common Workflow Language-a je v1.0 dok su pre nje postojale *draft* verzije koje nisu bile međusobno kompatibilne (*draft-1, draft-2, draft-3*). CWL je nastao kao proizvod neformalne, multi-vendorske grupe različitih organizacija i osoba, sa ciljem da se omogući portabilnost i interoperabilnost alata za analizu podataka i njihova povezanost, a samim tim i jednostavna distribucija alata među korisnicima.

CWL [1] je dizajniran sa ciljem korišćenja u rešavanju problema koji se uglavnom svode na analiziranje velikih količina podataka (*data-intensive science*) što je slučaj kod većine problema u bioinformatički, hemiji, fizici, astronomiji itd., ali je prvenstveno namenjen za rešavanje problema u bioinformatički.

Ova specifikacija opisuje format alata i njihovu povezanost i ne diktira dizajn sistema koji će je interpretirati. Pored komercijalnih rešenja (Seven Bridges, Arvados), postoji i nekoliko otvorenih (*open-source*) rešenja koja se mogu koristiti za izvršavanje programa opisanih CWL specifikacijom:

- Rabix Executor Suite,
- Toil i
- CWLTool.

Svaki od ovih sistema se razlikuje po arhitekturi i performansama.

### 2.2 JSON-LD

JSON-LD (JavaScript Object Notation for Linked Data) je metoda enkodovanja uvezanih podataka (*Linked Data*) pomoću JSON formata. Cilj je da se programerima omogući da sa što manje truda uvedu semantiku u JSON dokument. S obzirom da se ova specifikacija oslanja na JSON, serijalizacija i portabilnost dokumenata je iste kompleksnosti kao i kod JSON dokumenata.

Grupa koja je prvobitno razvijala JSON-LD je **JSON for Linking Data Community Group**. Naknadno je to preuzela grupa **RDF Working Group**.

Dizajn JSON-LD-a se zasniva na kontekstu (*context*) koji obezbeđuje mapiranje JSON-a na RDF model. Ovaj kontekst uvezuje ključeve iz JSON dokumenta u ontologije. Kako bi se mapirala JSON-LD sintaksa u

RDF, JSON-LD anotira vrednosti tipom ili ih taguje specifičnim jezikom. Kontekst se može nalaziti unutar istog JSON dokumenta, ili kao eksterni dokument koji se može referencirati u JSON dokumentu (korišćenjem *HTTP link header-a*).

### 2.3 Apache Avro

Apache Avro predstavlja skup alata (*framework*) unutar Apache Hadoop projekta i olakšava serijalizaciju i mehanizam poziva udaljenih procedura. Apache Avro koristi JSON za definisanje tipova i protokola, ali serijalizuje podatke u kompaktnom binarnom formatu. Prevedhodno se koristi u Apache Hadoop projektu ali je pronašao primenu i u drugim projektima, pre svega zbog serijalizacije. Sličan je Thrift-u, ali ne zahteva ponovno generisanje kôda kada se šema promeni.

Avro šeme su definisane u JSON formatu. Šeme se sastoje od primitivnih (*null, boolean, int, long, float, double, bytes i string*) i kompleksnih tipova (*record, enum, array, map, union i fixed*).

### 2.4 Docker

Docker je open-source projekat koji automatizuje deployment aplikacija uz pomoć kontejnera. Docker omogućava dodatan sloj apstrakcije iznad virtualizacije operativnog sistema.

Zapravo, najveća razlika u odnosu na raniji način virtualizacije je ta što se i dalje koristi "domaćin" operativni sistem, samo se nivo apstrakcije iznad njega menja (kontejneri). Time se programerima omogućava da kontejnere koriste za pakovanje aplikacija zajedno sa zavisnostima koje one zahtevaju. Na taj način operativni sistem ostaje isti, samo se kontejneri menjaju. U odnosu na klasičnu virtualizaciju, kontejneri su dosta lakši (*lightweight*), što korisnicima daje mogućnost da koriste neograničen broj kontejnera na istom operativnom sistemu.

Docker je de-facto postao način za izvršavanje i distribuciju aplikacija koje zahtevaju veliki broj zavisnosti. Sam koncept kontejnera je poznat i od ranije, ali ga je Docker popularizovao. Poslednjih godina se standardan API Docker-a dosta promenio i stabilizovao, tako da je samo pakovanje i distribucija kontejnera dosta lakša. U artiklu [The Register 2014], statistika pokazuje da Google izvršava preko dve milijarde kontejnera nedeljno.

Docker predstavlja skup aplikacija i modula koje su dopuna već postojećih funkcionalnosti, biblioteka i framework-a koje Linux kernel i ostale 3rd party biblioteke nude (LXC, device-mapper, aufs itd).

## 3. ALGORITAM OPTIMIZACIJE CWL ALGORITMA

Problem koji rešava ovaj algoritam se može svesti na problem najboljeg mogućeg razmotavanja (*flattening*) grafa u toku izvršavanja. Pre samog opisa algoritma,

CWL program se mora svesti na format grafa i to ne bilo kakvog već direktnog, usmerenog, acikličnog grafa (**DAG** - *Directed Acyclic Graph*). U slučaju da se CWL program ne može prevesti na DAG reprezentaciju, program se ne može izvršiti.

Bitna osobina CWL grupe procesa je da se svaki korak (*step*) može predstaviti kao zaseban proces sa svojim ulaznim vrednostima. U tom slučaju, možemo napraviti sledeću pretpostavku:

$$\text{Korak} = \text{Proces} \ \&\& \ \text{Proces} = \text{Korak}$$

Ova činjenica omogućava dekompoziciju programa na inicijalni graf. Ovaj graf sadrži procese kao čvorove. U grafu će svaki alat biti predstavljen kao list čvor, dok će grupe alata biti njihovi pretci.

Kako bi se rešio problem čekanja tj. blokiranja grupe procesa dok svi unutrašnji procesi ne budu kompletirani, algoritam uvodi koncept gledanja unapred (*look-ahead*). To znači da će algoritam prilikom obrade veza između čvorova u grafu gledati što dalje, do prvog alata. Prilikom ove pretrage algoritam modifikuje graf i "prevezuje" veze u njemu.

S druge strane, paralelizacija se može svesti na isti problem.

Algoritam u ovom slučaju kreira nove procese i svodi ovaj problem na problem izvršavanja ugnježdene grupe procesa.

Možemo primetiti da algoritam ponovo može da primeni strategiju gledanja unapred (*look-ahead*). Međutim, prilikom gledanja unapred, algoritam sada mora obratiti pažnju i na prirodu veza, pre svega na to da li se sledeći procesi mogu paralelizovati i koji je tip veze u slučaju da više izlaznih promenljivih ulazi u jednu ulaznu (*link merge*). U slučaju da je moguće nastaviti izvršavanje, ne mora se čekati da proces koji obuhvata sve paralelizovane procese bude kompletiran.

Grafovi se u memoriji mogu reprezentovati na različite načine. Najpogodnija reprezentacija grafa za ovaj algoritam jeste reprezentacija u vidu tabela (*key-value store*). Tabele koje se koriste su sledeće:

- Tabela vrednosti promenljivih
  - sadrži vrednosti svih promenljivih (ulaznih/izlaznih) svih procesa prilikom izvršavanja
- Tabela procesa
  - sadrži sve procese koji se identifikuju prilikom izvršavanja programa
- Tabela veza
  - sadrži sve veze u grafu između svih procesa

Ulaz u algoritam predstavljaju događaji koji modifikuju vrednosti pojedinačnih ulaznih i izlaznih promenljivih. S obzirom da postoje dva tipa promenljivih, postoje i dva tipa događaja:

- ulazni događaj i
- izlazni događaj.

Svaki od ovih događaja se kreira po vrednosti jedne promenljive. To znači da će broj ovih događaja biti srazmeran broju promenljivih na ulazu i izlazu jednog procesa.

Slučaj kreiranja ulaznog događaja pri razrešavanju veza je interesantan jer možemo primetiti da će u tom slučaju jedan izlazni događaj kreirati jedan ulazni događaj. U slučaju da algoritam pokušava razrešavanje veza unapred (*look-ahead*), jedan izlazni događaj će kreirati jedan ili više izlaznih a tek na kraju jedan ulazni događaj:

$$\text{izlazni događaj} \rightarrow \text{izlazni događaj} * \rightarrow \text{ulazni događaj}$$

Kada se obrade svi ulazni događaji, proces će biti spreman za izvršavanje. Slično je i sa izlaznim događajima, samo što će tada proces biti uspešno kompletiran.

Međutim, pitanje koje se postavlja je kada su svi događaji obrađeni? Da bi algoritam odgovorio na ovo pitanje, on svakoj promenljivoj jednog procesa pridružuje brojače. Brojači direktno zavise od načina povezanosti grafa.

Svaki obrađeni događaj menja vrednost brojača. Kada svi brojači vezani za ulazne promenljive dođu na 0, znači da je proces spreman za izvršavanje. U drugom slučaju, kada svi brojači vezani za izlazne promenljive dođu na 0, znači da je proces uspešno završen.

#### 4. SIMULATOR OPTIMIZACIJA CWL ALGORITMA

Simulator optimizacija podržava *draft-2* verziju CWL specifikacije. On sadrži osnovni koncept algoritma koji je kasnije iskorišćen i modifikovan u Rabix Executor Suite rešenju. U simulatoru su uključene samo najpotrebnije CWL konstrukcije kako bi se ilustrovale optimizacije.

Optimizacije koje su podržane u simulatoru su sledeće:

- Optimizacija prilikom izvršavanja ugnježdene grupe procesa
- Optimizacija prilikom paralelizacije

Pretpostavke simulatora:

- Transformacije koje modifikuju veze između procesa nisu podržane. Algoritam se može naknadno modifikovati kako bi ih podržavao. U tom slučaju bi nastavio da radi bez optimizacija tj. čeka bi da svi ulazi jednog procesa budu spremni kako bi nastavio sa izvršavanjem.
- Jedini način paralelizacije koji se podržava je *dotproduct*. Ova strategija paralelizacije je pogodna za ilustraciju optimizacija jer ne blokira.

Kako bi se CWL program lako preveo u DAG format, algoritam pre samog prevođenja sprovodi niz pre-procesiranja CWL dokumenta. Pre-procesiranje olakšava prevođenje jer donekle modifikuje originalni dokument i

izdvaja interne procese koji će činiti čvorove grafa. Ovo nije krajnji DAG format koji nastaje kao rezultat prevođenja, ovo je interni format koji se čuva u memoriji dok se prevođenje ne završi. Klasa koja prevodi CWL document u ovaj interni format se naziva *Draft2Processor*.

Zatim se interni format prevodi u DAG format. Klasa koja je zaduzena za ovo prevodjenje se naziva *Draft2Translator*.

Servisi predstavljaju apstrakciju nad tabelama procesa, promenljivih i veza. Oni istovremeno predstavljaju i repozitorijume koji čuvaju podatke u memoriji. Svaki unos u tabeli je predstavljen instancama klasa *Job*, *Variable* i *Link*.

Logika algoritma je organizovana u vidu servisa koji nasleđuju interfejs *Handler*. Za svaki događaj pridružena je po jedna Handler implementacija:

- *InitEventHandler*
  - Obradjuje događaj koji se salje samo na početku izvršavanja algoritma i služi za inicijalno kreiranje unosa u tabelama.
- *InputEventHandler*
  - Obradjuje ulazni događaj
- *OutputEventHandler*
  - Obradjuje izlazni događaj

Simulator funkcioniše tako što obrađuje događaje jedan po jedan. On se uvek može optimizovati tako što će obrađivati nezavisne događaje u paraleli.

Organizovan je u vidu jedne niti (*single-threaded* model) i reda (*queue*) iz kojeg će se uzimati događaji jedan po jedan i slati na obradu. Za svaki događaj koji stiže na obradu, algoritam će pozivati *Handler* servise koji će ga obrađivati.

Klasa simulatora u kome je opisana ova funkcionalnost zove se *EventProcessor*. On omogućava registraciju *callback* metoda koje će se pozivati posle svake iteracije. Iteracija je zapravo obrada jednog događaja.

Komunikacija između različitih Handler implementacija se odvija preko *EventDispatcher*-a.

Simulator koristi jednostavan korisnički interfejs kako bi poslao CWL program zajedno sa ulaznim vrednostima na izvršavanje. S obzirom da cilj simulatora nije "pravo" izvršavanje alata, već samo simulacija optimizacija prilikom izvršavanja, ovakav interfejs je dovoljan.

#### 4. ZAKLJUČAK

Postoji veliki broj sistema za upravljanje tokovima procesa. Iako se razlikuju po formatima, performansama i mnogim drugim atributima, oni rešavaju isti problem.

Problem raznolikosti sistema se veoma odražava na korisnike jer to umanjuje portabilnost alata i njihovu reprodukciju. Common Workflow Language specifikacija pokušava da reši taj problem i za sada ima sve veći broj

korisnika, počev od instituta do kompanija koje se bave sekundarnom analizom u bionformatici.

Iako se sistemi razlikuju po formatima, apstraktan problem koji rešavaju je optimalno izvršavanje alata organizovanih u vidu direktnog, usmerenog i acikličnog grafa. Razni formati omogućavaju, mada u isto vreme u nekim slučajevima i otežavaju ovaj zadatak.

Zadatak ovog rada je da se što bolje prikažu slučajevi koji omogućavaju optimizaciju izvršavanja alata organizovanih u vidu grafa. Navedeni su najbitniji slučajevi i njihova optimizacija.

Međutim, budućnost Common Workflow Language specifikacije su i nove *control-flow* konstrukcije koje uvode dodatnu kontrolu prilikom izvršavanja. Neke od njih mogu biti:

- **IF** kontrolna struktura
  - ona utiče na izbor grane kojom će se izvršavanje nastaviti
- **LOOP** kontrolna
  - ona simulira cikluse prilikom izvršavanja

Ove strukture, kao i mnoge druge, mogu dodatno otežati optimizaciju izvršavanja.

#### 5. LITERATURA

- [1] Common Workflow Language, v1.0, <https://dx.doi.org/10.6084/m9.figshare.3115156.v2>
- [2] Kanwal, Sehrish et al. "Challenges of Large-Scale Biomedical Workflows on the Cloud--A Case Study on the Need for Reproducibility of Results." *2015 IEEE 28th International Symposium on Computer-Based Medical Systems* 22 Jun. 2015: 220-225 Pegasus, a workflow management system for science automation
- [3] Terstyanszky, Gabor et al. "Enabling scientific workflow sharing through coarse-grained interoperability." *Future Generation Computer Systems* 37 (2014): 46-59.
- [4] Gamma, Erich. Design patterns: elements of reusable object-oriented software
- [5] Sandve, Geir Kjetil et al. "Ten simple rules for reproducible computational research". *PLoS Comput Biol* 9.10 (2013): e1003285

#### Kratka biografija:

**Janko Simonović** je rođen 1986. godine. Diplomirao je na Računarskom fakultetu u Beogradu 2009. godine. Trenutno je zaposlen u kompaniji Seven Bridges Genomics. Školske 2009/2010 je upisao master studije na smeru Računarske nauke i informatika. Položio je sve ispite predviđene planom i programom.

**Milan Vidaković** je rođen u Novom Sadu 1971. godine. Na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu završio je doktorske studije 2003. godine. Na istom fakultetu je 2014. godine izabran za redovnog profesora iz oblasti *Primenjene računarske nauke i informatika*.

**ИНТЕГРАЦИЈА DNP3 ПРОТОКОЛА СА „AGMS FRONT END PROCESSOR“-ОМ  
INTEGRATION OF DNP3 PROTOCOL WITH AGMS FRONT END PROCESSOR**

Ненад Драгишић, Факултет Техничких Наука, Нови Сад

**Област- ЕЛЕКТРОТЕХНИКА И РАЧУНАРСТВО**

**Кратак садржај** - Предмет овог рада је интеграција DNP3 протокола са AGMS „Front End Processor-ом“. Описане су основе протокола, интеграција протокола са AGMS системом помоћу OpenDNP3 библиотеке и имплементирана аквизиција и командовање. Представљен је део решења интеграције и описан framework (MEF - Managed Extensibility Framework) који је коришћен приликом интеграције.

**Abstract** - The objective of this work is DNP3 integration with AGMS Front End Processor. Protocol basics, integration with AGMS system using OpenDNP3 library as well as acquisition and commanding implementation are described. A part of integration solution is presented. Framework (MEF - Managed Extensibility Framework) which has been used for implementation is described.

**Кључне речи:** SCADA, DNP3, AGMS, MEF, FCS, аквизиција, командовање

**1. УВОД**

Развојем рачунарских технологија, достигнута је могућност обраде огромних количина података у веома кратком временском интервалу, па је самим тим омогућена примена тих технологија у електроенергетским и гасним системима.

Циљ овог рада је интеграција DNP3 протокола са AGMS Front End Processor-ом (представља SCADA сервер) коришћењем OpenDnp3 библиотеке. Интеграција је одрађена у виду софтверског адаптера (протокол адаптер даље у тексту) који се „увлачи“ у FCS (Field Communication Service који је део поменутог SCADA-е).

Протокол адаптер служи за успостављање везе са пољем и директну комуникацију. Обезбеђује FCS -у да преко њега прикупља податке са поља и да врши командовање. Када се прими податак са поља, он се конвертује у облик који је читљив FCS-у и прослеђује му се.

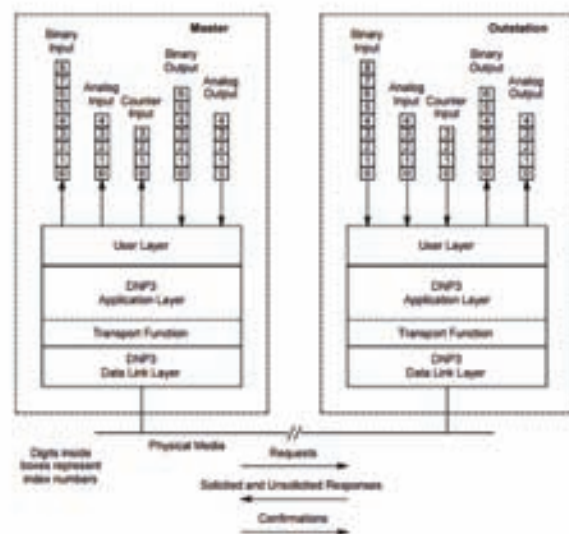
Такође када се командује, протокол адаптер конвертује команду у формат који је читљив уређају. Цео FCS, заједно са протокол адаптером, је део AGMS система чија је сврха да управља гасним системом. Протокол адаптер представља спрегу AGMS система и поља.

**НАПОМЕНА:**

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Бранислав Атлагић, доцент

**2. ОПИС ПРОТОКОЛА**

DNP3 представља сет комуникационих протокола који се користе између компонента у системима са аутоматизованим процесима. Главну улогу је нашао у електроенергетским и системима за управљање водом.



Слика 1. Master - Outstation модел DNP3 протокола

Кориснички слој (User Layer) на master страни (лева страна слике 1) иницира пренос података, изазивајући свој Апликациони слој (Application Layer) да пошаље захтев outstation-у (нпр. RTU). Захтев се састоји од function code-а и нула или више DNP3 објеката који спецификују који су подаци тражени. Апликациони слој прослеђује захтев транспортној функцији за партиционисање у јединице чија је величина погодна за пренос (transmission-sized unit-е) и након тога се он прослеђује слоју података (Data Link Layer). Слој података додаје адресирање и информацију о детекцији грешке и преноси пакет outstation-у преко физичког медијума [1].

На outstation-у (десна страна слике 1), слој података прима октете од физичког слоја и проверава да ли је дошло до грешке приликом транспорта (преко дела за детекцију грешке).

Уколико нема детектованих грешака, уклањају се октети за адресирање и детекцију грешке који су додати од стране слоја података са master стране и након тога се преостали октети прослеђују апликационом слоју.

Уколико је потребно, транспортна функција поново саставља пакете у комплетан захтев. Апликациони слој интерпретира function code и DNP3 објекте који се налазе у поруци и указује корисничком слоју који су подаци тражени [1].



Кориснички слој на *outstation*-у иницира одговор на основу података које је *master* тражио. Он прикупља податке, класификује их и даје те податке апликационом слоју.

Апликациони слој креира поруку са подацима који су форматирани у *DNP3* објекте, а затим их пропушта кроз транспортну функцију.

На крају се кроз слој података за транспорт до *master* стране користе методе које су сличне онима које је *master* користио да би послао свој захтев [1].

По примању одговора, слојеви *master*-а извршавају проверу адресе и грешака и поновно састављање у комплетну поруку за апликациони слој. Овај слој парсира *DNP3* објекте и презентује информације корисничком слоју. Кориснички слој након тога може да складишти или оперише пристиглим подацима на начин који одговара крајњем кориснику [1].

*Master* увек иницира команде за управљање. Ово укључује излазе или променљиве уређаја који се налазе интерно у *outstation*-у. *DNP3 User-to-Application Layer* интерфејс и процедуре за преношење су сличне онима за аквизицију [1].

Трансакција се састоји од једног захтева који је праћен једним одговором. *Master* шаље захтев и чека одговор или *timeout* (истек времена који је дефинисан као максималан временски период који може да прође између захтева и одговора који је намењен том захтеву) пре него што изда нови захтев. Више трансакција се може догодити истовремено у систему. На пример, два *Master*-а шаљу захтеве истом *outstation*-у [1].

У неким системима *master* не мора увек директно да иницира пренос података. *DNP3* омогућава *outstation*-у да самоиницијативно шаље податке када се испуни услов за то. Ово се дешава без захтева *master*-а. Овај начин слања података се назива *Unsolicited responses* [1].

### 3. КОНЦЕПТ РЕШЕЊА

Рад је реализован у два корака:

- Имплементација протокол адаптера
- Интеграција протокол адаптера са *FCS*-ом

### 4. ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА ПРОТОКОЛ АДАПТЕРА

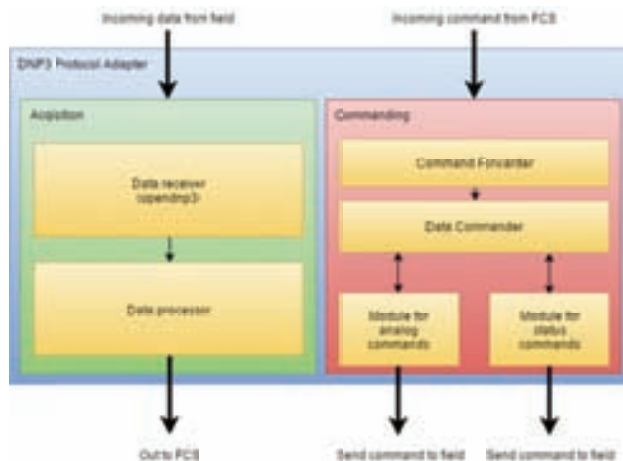
Протокол адаптер је имплементиран у *C#* програмском језику. Имплементација се састоји од два дела (слика 2):

- Дела за аквизицију
- Дела за командовање

#### 4.1 Део за аквизицију

На слици 2, *Data receiver (openDNP3)* представља део *openDNP3* библиотеке која је коришћена за имплементацију протокола.

Овај део обезбеђује да променљиве вредности на пољу успешно стигну до протокол адаптера. Са стране протокол адаптера је неопходно да испоштујемо следеће кораке како бисмо омогућили добијање промена са поља:



Слика 2. Архитектура *DNP3* протокол адаптера

- Направити инстанцу *master*-а. Неопходно је креирати менаџера користећи класу *DNP3ManagerFactory*. Могуће је креирати менаџера раније па користити постојећу инстанцу. Инстанца *master* канала (конекције) се креира помоћу менаџера (то је његова главна улога). Параметри којим се креира канал су идентификатор типа *string*, филтер за писање у *log*, учесталост покушаја за повезивање (класа *ChannelRetry* у себи садржи минимално и максимално одлагање покушаја), *IP* адресу и порт.
- Направити конфигурацију *master*-а. Неопходно је направити инстанцу *MasterStackConfig* класе. Конфигурација садржи велики број опција (нпр. да ли да се омогући *Unsolicited*, временски период у оквиру којег *master* мора да добије одговор, мод за временску синхронизацију, итд.). Најбитније ствари које морају да се подесе у конфигурацији су локална адреса и удаљена адреса и без њих није могуће повезивање *master*-а и *outstation*-а. Локална адреса представља цео број којим се *master* идентификује у оквиру дате конекције. Удаљена адреса представља цео број који говори *master*-у на који уређај треба да се повеже у оквиру дате конекције
- Додати *master*-а на канал. Метода којом се додаје *master* на канал прима следеће параметре: идентификатор који би требао да је јединствен, инстанца класе која процесира податке пристигле са поља, инстанца *master* апликације (узета је подразумевана инстанца) и предходно креирана конфигурација.

*OutstationCallbackDataProcess* класа представља *Data processor* са слике 2. Имплементира *ISOEHandler* интерфејс чије методе се позивају када се деси промена на пољу уколико је инстанца класе постављена приликом додавања *master*-а на канал. Када се деси промена на аналогној тачки, информације о датој тачки, као и нова вредност ће бити послате кроз *Data receiver* до *Data processor*-а.

## 4.2 Део за командовање

Део за командовање се састоји од четири компоненте које су приказне на слици 2:

- *Command Forwarder*
- *Data Commander*
- *Module for analog commands*
- *Module for digital commands*

*Command Forwarder* је компонента која служи да проследи команду *DataCommander*-у. Не поседује никакву логику и представља „проточни бојлер“. Улазни параметар јој је листа *ActionBase*-ова које прослеђује.

*DataCommander* заједно са модулима за аналогне и дигиталне команде је имплементиран у виду *CommandPattern*-а. Командни патерн је дизајн образац понашања у коме се објекат коришћени да енкапсулира све информације које су неопходне да се изврши акција. *DataCommander* поседује методу *ExecuteCommands* која служи за прослеђивање сваке команде конкретної команди која зна да изврши неопходан посао. Пролази се кроз листу акција *commands* и за сваку команду се извлачи тип команде (аналогни или статусни тип). Извлачи се конкретна команда из листе (уколико команда не постоји у листи, промењива *command* ће бити *null*). Ако команда не постоји, исписује се порука грешке у *log* фајл. У супротном се прави задатак (*commandTask*) и извршава метода *Execute* (ова метода носи конкретну имплементацију која нам је потребна).

Модул за командовање аналогним тачкама (*Module for analog commands*) представља једну од конкретних команди командног обрасца. Садржи инстанцу *callback*-а помоћу којег обавештава систем о успешности извршења команде. *Callback* се иницијализује у конструктору. Главна метода коју овај модул поседује је *Execute* метода.

Модул за командовање статусним тачкама (*Module for status commands*) је такође конкретна команда командног обрасца. Садржи конкретну имплементацију командовања статусним тачкама. Најважнија метода где је смештена логика за командовање је метода *Execute*. Извлачи се уређена тројка која садржи координату тачке којом се командује, тип тачке и инстанцу *master*-а. У зависности од вредности која ће се послати на поље, креира се *ControlRelayOutputBlock (CROB)*. Он служи за груписање битних информација и прослеђује се методом *SelectAndOperate*. Након позива дате методе, добија се *Task* који се извршава са *ContinueWith*. За Нотификатор извршења се поставља метода *ForwardExecutionStatus*.

## 4.3 Мапирање података

Да би се подаци који стижу са поља могли правилно тумачити у *AGMS* систему, неопходно их је прилагодити и препаковати у класе са којима *AGMS* систем зна да рукује. Такође, подаци који стижу од *FCS*-а до протокол адаптера су неразумљиви протокол адаптеру, па се морају прилагодити и препаковати. Овај проблем се решава мапирањем података. У *DNP3* протокол адаптеру, мапирање је решено помоћу две колекције (*Dictionaries*). Једна

колекција служи за мапирање глобалног идентификатора тачке на њему одговарајућу уређену тројку (*Tuple*) која се састоји од координате, типа тачке и инстанце *master*-а (подаци из уређене тројке припадају једној тачки и уређена тројка носи све неопходне податке за њену идентификацију на пољу). У првој колекцији је глобални идентификатор тачке кључ, док је одговарајућа уређена тројка вредност. Друга колекција служи за мапирање уређене тројке која носи податке о тачки на њој одговарајући глобални идентификатор. На слици 3 се могу видети поменуте колекције.

```
private static Dictionary<long, Tuple<uint, DataTypes, IMaster>> gidToSignal =  
    new Dictionary<long, Tuple<uint, DataTypes, IMaster>>();
```

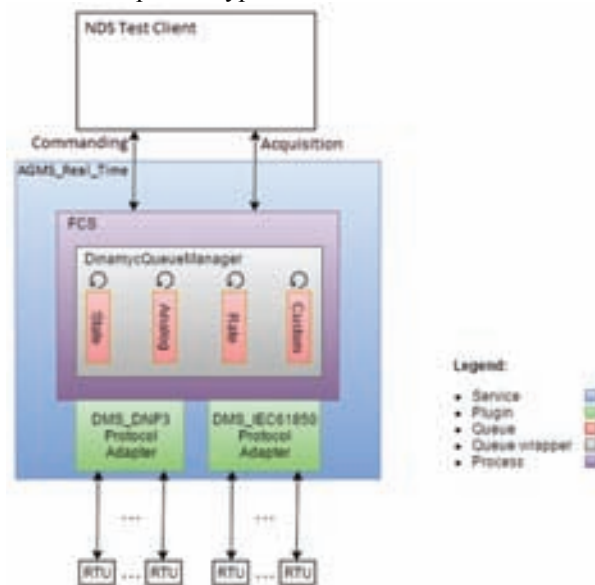
```
private static Dictionary<Tuple<uint, DataTypes, IMaster>, long> signalToGid =  
    new Dictionary<Tuple<uint, DataTypes, IMaster>, long>();
```

Слика 3. Колекције којима се мапирају подаци

## 5. ИНТЕГРАЦИЈА ПРОТОКОЛ АДАПТЕРА СА FCS-ОМ

За интеграцију протокол адаптера је коришћен *MEF*. *MEF* представља библиотеку за креирање слабо спрегнутих екстензибилних апликација. Обезбеђује програмерима да користе екстензије без конфигурације. Такође омогућава енкапсулацију ради избегавања фрагилне и јаке зависности кода [2].

Протокол адаптер је представљен као *export* (преко интерфејса *IProtocolAdapter*) док је *FCS* представљен као *import*. Класа *DNP3ProtocolAdapterPlugin* имплементира интерфејсе (*ICommandingAdapter*, *IDataAcquisitionAdapter*, *IModelAlignmentAdapter*) преко којих ће *FCS* користити протокол адаптер. Битно је да се *.dll* протокол адаптера налази у *SchneiderElectricData\AGMS\bin* пошто одатле *FCS* увлачи протокол адаптере. На слици 4 се налази комплетна архитектура система.



Слика 4. Архитектура система

## 6. ОПИС АРХИТЕКТУРЕ

*AGMS\_Real\_Time* представља *Windows* процес који се може покренути у *NMC*-у (*Network Management Console*). *FCS* представља процес који ради под *AGMS\_Real\_Time*-ом, који га и покреће. У току иницијализације, *FCS* проверава да ли постоје

протокол адаптери. Уколико постоје, он покушава да их „увуче“. Сви протокол адаптери који су увучени се поравнавају са системом (конфигуришу) и чекају на знак за почетак аквизиције (аквизиција се покреће кликом на дугме *Start acquisition* које поседује *NDS Test Client*). Након покренуте аквизиције адаптер је активиран у потпуности и од тог тренутка шаље промене и омогућено је командовање пољем.

## 7. ТЕСТИРАЊЕ

Тестирањем је доказано да је тест клијент успешно извршио командовање и да захтеви за командовање стижу на поље. Такође је показано да приликом аквизиције подаци стижу до клијента у 100% случајева. Брзо мењање вредности на пољу не омета рад система. Тестиран је случај са 20.000 тачака (10.000 аналогних и 10.000 статусних) и командовање и аквизиција функционишу несметано.

На рачунару на коме је вршено тестирање је подигнута виртуелна машина са оперативним системом Windows Server 2012, којој је додељено 12GB RAM меморије. Спецификације рачунара су:

- оперативни систем: *Windows 8.1 Professional x64*
- процесор: *Intel core i3 4130 3,40 GHz*
- RAM меморија: *Transcend 16GB DDR3 800 MHz*
- диск: *Seagate 500GB*

На датом рачунару су биле покренуте и повезане следеће софтверске компоненте:

- *NDS Test Client* – тестни клијент који приказује промене са поља и омогућава командовање
- *AGMS\_Real\_Time* – под овим Windows сервисом је радио FCS који је користио DNP3 протокол адаптер
- *OpenDNP3 Simulator* – симулатор који је коришћен за тестирање

## 8. ЗАКЉУЧАК

DNP3 протокол адаптер проширује FCS и омогућава AGMS систему да прима податке са поља који комуницира преко DNP3 протокола. *OpenDNP3* библиотека је интегрисана са протокол адаптером и имплементиран је тестни клијент за приказ података примљених са поља. Направљено је мапирање података да би се обезбедила комуникација између FCS-а и протокол адаптера. Обезбеђено је командовање основним типовима тачака (аналогним и једнобитним статусним тачкама).

*OpenDNP3* библиотека је убрзала развој протокол адаптера, ослобађајући нас потребе за имплементацијом DNP3 протокола. Такође је показано да је у стању да издржи притисак размене већег броја података.

Аквизиција подржава само *Unsolicited response*, не подржава захтеве за добављање вредности од стране *master*-а. Ово би било једно од могућих унапређења. Такође је командовање имплементирано као *SelectAndOperate* (селектуј и опериши). Командовање би могло да се прошири са *SBO (SelectBeforeOperate* – селектуј пре оперисања) наредбом. Додатно проширење би била подршка командовања и аквизиције осталих типова тачака (на пример двобитних статусних тачака).

Уколико би се тестни клијент заменио са *NDS*-ом, аквизиција и командовање аналогним и једнобитним статусним тачкама би била могућа преко *DMD*-а уз минималне промене.

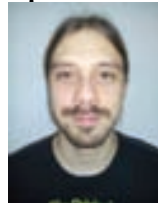
Приликом тестирања је запажено да симулатор шаље све тачке са дате удаљене станице уколико се деси нагла промена великог броја тачака (преко 1.000). Такође је примећено да *Performance monitor* бележи промене *PerformanceCounter*-а на једну секунду што нам говори да су времена која су бележења оквирна и дају општу слику о перформантности система. Разлог због ког је одустано од прецизнијих метода је тај што приликом већег броја промена симулатор шаље све податке са дате конекције, па такав тип тестирања није био могућ за промену тачно одређеног броја тачака. Такође, додатно успорење представља виртуелна машина која није користила све ресурсе рачунара. Показано је да приликом тестирања система помоћу скупа од 20.000 тачака није било губитака података.

Тренутни *DNP3* протокол адаптер поседује све што је неопходно да се систем повеже са пољем, као и да се извршава командовање и примају подаци што га чини повољним за даљи развој и унапређење. Компоненте протокол адаптера су структуриране тако да се обезбеди лако проширење (проширење командног образаца за командовање и имплементација метода за подршку других типова тачака). Приликом имплементације је вођено рачуна о раздвајању функционалних целина кода.

## 9. ЛИТЕРАТУРА

- [1] DNP3 SPECIFICATION Volume 1, Version 2.02, 15 December 2007
- [2] G.Clarke, D.Reynders, E.Wright, *Practical Modern SCADA Protocols: DNP3, 60870.5 and Related Systems*, Elsevier 2004.
- [3] S.Boyer, *SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition*, ISA, 2009.
- [4] J.F.Kurose, K.W.Ross, *Computer Networking: A Top-Down Approach*, Pearson Education, 2010.
- [5] Microsoft, *Managed Extensibility Framework (MEF)*, 2016, <https://msdn.microsoft.com>.

### Кратка биографија:



Рођен је у Сомбору 1992. године, где је и завршио Средњу техничку школу. Уписао смер рачунарство и аутоматика на Факултету техничких наука у Новом Саду 2011. године. Дипломирао 2015. године. Исте године уписао мастер студије, такође на ФТН.



KONTROLA BRZINE I RASTOJANJA AUTOMOBILA NA AUTOPUTU ZASNOVANA  
NA FUZZY LOGICI I FMCW RADARSKOM SISTEMU

SPEED AND DISTANCE CONTROL OF CAR ON THE MOTORWAY BASED ON FUZZY  
LOGIC AND FMCW RADAR SYSTEM

Ilija Lekić, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

**Kratak sadržaj** – U ovom radu se govori o fuzzy logičkom načinu donošenja odluka u procesu upravljanja. Realizovan je sistem koji upravlja brzinom i bezbednim rastojanjem automobila na autoputu koji je baziran na FMCW (eng. Frequency modulated continuous wave) radarskom sistemu. Objasnjen je način formiranja fuzzy logičkog upravljačkog sistema, kao i formiranje FMCW radarskog talasa, njegova simulacija i obrada dobijenih rezultata.

**Abstract** – This paper explains the basics of fuzzy logic method for decision-making and management process. System that controls speed and safe distance between cars on the highway, based on fuzzy logic and FMCW (eng. Frequency Modulated Continuous Wave) radar system. Explanation way of making fuzzy logic control system, as well as way of making of FMCW radar waves, its simulation and analysis of the results.

**Ključne reči:** Kontrola brzine, kontrola rastojanja, fuzzy logika, FCMW radarski sistem

1. UVOD

Intelligentno upravljanje predstavlja upravljanje sistemima upotrebom naprednih algoritama u cilju donošenja odluka. U ovom radu opisan je metod naprednog upravljanja, gde je za algoritam upravljanja odabran fuzzy logički sistem baziran na FMCW radarskim talasima koji počiva na osnovama Doplerovog efekta. Ovim radom pokazano je da je moguće na osnovu nepreciznih podataka koji predstavljaju osnovu fuzzy logike, više nego uspešno upravljati kompleksnim sistemima i uspešno odgovoriti na zahteve koji se pred njega stavljaju. Pokazana je unapređena verzija tempomata koji upravlja vozilom na autoputu.

Upotreba radarskog sistema, kao podrška upravljanju pokazala je da vozilo postaje »svesno« svoje okoline. Upotrebom radara vozilo može da uoči prepreke, te prema tome prilagodi svoju vožnju uslovima na putu. Samo upravljanje bazira se na tabeli pravila koja je dobijena od eksperata date oblasti, te kroz fuzzy logiku realizovana i uspešno primenjena.

2. FUZZYLOGIKA

Jedna od osobina fuzzy logike je da se bazira na prirodnom jeziku, na osnovama ljudskog sporazumevanja. Ulazi i izlazi fuzzy logike mogu imati različite lingvističke nazive. Uobičajeno se promenljive nazivaju opisnim imenima,

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Velimir Čongradac, vanr. prof.

poput: nivo vode, priliv vode... Ovim vrednostima možemo da dodelimo i numeričku predstavu u cilju lakšeg i kraćeg obeležavanja. Što bolje razumemo proces, lingvistička predstava njegovog ponašanja će biti preciznija i samim tim dovesti do boljeg kontrolera. Slučaj da neka lingvistička promenljiva uzima određenu lingvističku vrednost mora da predstavlja jasno određeno stanje sistema i da se distancira od drugih slučajeva. Ulazna promenljiva može imati nekoliko funkcija pripadnosti koje zajedno grade fuzzy skup. Fuzzy logika pruža način za predstavljanje nepreciznog i nesigurnog znanja. U određenom stepenu, slično načinu na koji ljudi donose svoje odluke, fuzzy sistemi koriste model sličnog rezonovanja, koji omogućava da se radi sa nekompletnim informacijama. Fuzzy kontroleri ispoljavaju robusnost prilikom šuma i varijacija u ulaznim parametrima sistema.

Lingvističke promenljive predstavljaju logičke promenljive koje uzimaju vrednost između 0 i 1 (uključujući i ove vrednosti) i obično se koriste u obliku reči (npr. negative, zero, positive). Fuzzy sistemi imaju poznat problem koji se odnosi na određivanje njihovih parametara. U većini fuzzy sistema fuzzy pravila su određena i doradana kroz metod pokušaja i promašaja od strane programera, kroz veliki broj iteracija. Kako se broj varijabli povećava (što je slučaj kod kompleksih sistema), povećava se i broj pravila, a samim tim i njihova težina izvođenja. Za većinu problema upravljanja i obrade signala, informacije kao što su dizajn, evaluacija, realizacija, itd. mogu da se podele na dve grupe: numeričke informacije dobijene od strane senzora i lingvističke informacije prikupljene od eksperata.

2.1.Fuzzy upravljanje

Fuzzy logički kontroler je sistem baziran na znanju opisan skupom pravila, koja modeluju vezu između upravljačkog ulaza i izlaza. Fuzzy baza znanja sadrži definicije fuzzy skupova sačuvanih u memoriji fuzzy baze podataka i kolekciju fuzzy pravila koja predstavljaju fuzzy bazu podataka. [1]

Fuzzy pravila su definisana njihovim prethodnicima i naslednicima, koji se odnose na posmatrano stanje ulaza i željenu upravljačku akciju. Većina sistema koristi metod zaključivanja poznat pod nazivom Mamdani metod. Mamdani tip fuzzy pravila  $R_n$  ima oblik:

$$R_n : \quad \text{if } X_1 \text{ is } A_{1n} \text{ and } \dots X_m \text{ is } A_{mn} \\ \text{then } Y \text{ is } B_n$$

U njima figurišu logičke promenljive nad kojima se vrše fuzzy logičke operacije. Fuzzy logičke operacije se generalno razlikuju od standardnih logičkih operacija po

tome što postoje različita pravila kojima se one obavljaju. Posledica  $B_n$  aktivnih pravila  $R_n$  su akumulirana u jedan fuzzy skup za izlaznu varijablu  $Y$ . Crisp akcija upravljanja dobija se kroz proces defazifikacije, koji računa izlazni fuzzy skup. Fuzzy logika se bazira na konceptu da je svaki složeni problem sastavljen od puno manjih, jednostavnih problema i da se kao takav može vrlo lagano rešiti. Stoga se stepeni ulaznih vrednosti analiziraju prema fuzzy pravilima, sastavljenih od IF...THEN naredbi, pri čemu svako pravilo ima svoje rešenje. Uglavnom, pravilo je aktivirano ukoliko ulazni uslov zadovoljava IF naredbu što rezultira izlaznu vrednost koja zavisi od THEN naredbi. Jednostavno rečeno, svako pravilo daje upravljačkom sistemu određenu količinu informacija kojim dolazi do konačne, željene izlazne vrednosti. Sada se rezultat procene ulaznih promenljivi može primeniti na funkciju pripadnosti posledice. Mapira se rezultat pravila, koji pokazuje stepen podržavanja pravila (od 0 do 1) na izlaz.

### 3. DOPLEROV EFEKAT

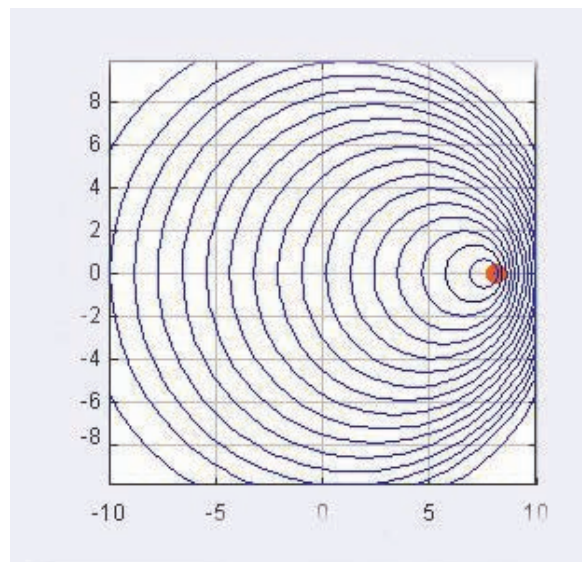
Brzina automobila, kao i trenutno rastojanje od vozila koje pratimo na autoputu dobijeni su na osnovu analize spektrograma odbijenog FMCW radar talasa. Ova pojava je zasnovana na Doplerovom efektu, odnosno promeni talasne dužine uzrokovana kretanjem izvora.

Slika 1.1 prikazuje kako Doplerov efekat utiče na zvuk motora automobila, ili sirene, kad se približavaju, i kad se udaljavaju. Suštinski to je pojava da usled kretanja prijemnika ili predajnika dolazi do menjanja frekvencije talasa, na strani prijemnika. Ako se prijemnik i predajnik kreću jedan ka drugom, frekvencija se pomera na više (raste), a ako se prijemnik i predajnik kreću jedan od drugog, frekvencija se pomera na niže (opada). Doplerov efekat se koristi u gotovo svim vrstama radara, kako bi se izmerila brzina detektovanog objekta. Talas iz radara se ispaljuje prema pokretnoj meti (na primer automobilu, jer ovakve radare često koristi policija za otkrivanje prebrze vožnje), dok se meta udaljava od radara. Svaki naredni talas mora da pređe veću razdaljinu kako bi pogodio metu, pre nego što se odbije nazad ka izvoru. Kako svaki sledeći talas putuje duže, razmak između njih se povećava, pa se povećava i talasna dužina (a frekvencija se smanjuje). Radarski zrak može da se ispaljuje i prema meti koja se približava, i u tom slučaju svaki naredni talas prelazi manju razdaljinu, pa se talasna dužina smanjuje (a frekvencija povećava). Važno je razumeti da se frekvencija zvuka koji izvor emituje u stvari ne menja.

### 4.FMCW RADAR TALAS

Ovim radom pokazano je kako je moguće odrediti udaljenost i brzinu vozila upotrebom frekvencijsko modulisanog talasa primenom FMCW tehnologije radara u automobilske industriji. Celokupan sistem zasniva se na upotrebi Doplerovog efekta (pomenutog u poglavlju 3) pomoću koga se računa trenutna brzina i udaljenosti za vozila koja su u međusobnom pokretu. Radari koji se koriste u vojne svrhe su velike snage i dometa. Za razliku od njih, FMCW radarska tehnologija (koja se koristi u automobilske industriji) je mnogo manje snage i jeftinija je za izradu.

U odnosu na vojne radare imaju jednu manu a to je da im je domet nekoliko stotina puta manji (iznosi oko 200 metara) kao što je ilustrovano na slici 1.2. FMCW radarski talas



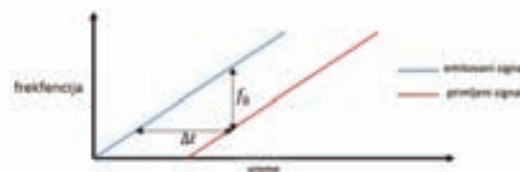
Slika 1.1 Doplerov efekat

projektovan je da radi na frekvencijama bliskim 77 GHz. [3]. Tokom rada konstantno računa rastojanje između dva automobila odnosno automobila koji poseduje radar i onog koji se nalazi ispred njega. Konstantno procesuiru podatke i šalje ih sistemu koji vrši upravljanje.



Slika 1.2 Emitovanje radarskog talasa

Vozilo koje se nalazi ispred predstavlja prepreku za emitovane radarskih talasa, pa jedan deo emitovanih radarskih talasa se odbija od vozila i vraća prema samom izvoru. Primljeni signal je vremenski zakasnela kopija emitovanog signala kao što je prikazano na slici 1.3.



Slika 1.3 Prikaz emitovanog i reflektovanog radarskog talasa

Pošto je odbijanje talasa linearno, međusobnim poređenjem emitovanog i reflektovanog talasa, radarski sistem računa vremensku razliku, a sa njom i frekvencijsku razliku odbijenog talasa  $f_b$ . Ova frekvencijska razlika naziva se još i beat frekvencija (eng. *beat frequency*). Na osnovu ova dva podatka radarski sistem je sposoban da odredi međusobno rastojanje između vozila kao i relativnu brzinu automobila koji se nalazi na putanji radar talasa. Vremenska razlika  $\Delta t$  je u direktnoj vezi s rastojanjem između vozila koja su u pokretu. Ako se objekat, u ovom slučaju automobil, približava izvoru radar talasa, Doplerov pomeraj je pozitivan, ukoliko se udaljava, Doplerov pomeraj je negativan. Maksimalan domet radara projektovan je da može da detektuje prepreku na daljini do 200 metara i da odredi trenutno rastojanje s preciznošću od jednog metra.

## 7. SOFTVERSKO REŠENJE

Za izradu softverskog rešenja korišćen je programski paket *Matlab* (R2014b) i pošto podaci prikupljeni s realnog sistema nisu dostupni, softverko rešenje zasniva se na simulaciji. Prvo čemu se pristupilo jeste konstruisanje *fuzzy* logičkog upravljačkog sistema za kontrolu brzine i bezbednog rastojanja između motornih vozila koja su u pokretu slika 1.4. Pošto je u tekstu zadatka navedeno da su ulazne promenljive potrebne za simulaciju proizvoljne, sam regulator formiran je tako da upravlja brzinom motornog vozila do 170km/h.



Slika1.4 *Fuzzy Toolbox*

Na osnovu ciljeva koje jedan radar ove vrste treba da ispuni, definišu se inicijalni parametri potrebni za simulaciju rada FMCW radar talasa (emitovanje i prijem talasa, kao i izračunavanje trenutne brzine i rastojanja).

Prilikom inicijalizovanja osnovnih promenljivih definiše se i vreme propagacije kao jedan od bitnijih parametara. Ono se bazira se na vremenskom intervalu za koje signal može da pređe šestostruko maksimalno rastojanje za koje je radar projektovan (u ovom slučaju 200 metara).

Tabela1: *Inicijalni parametri radar talasa*

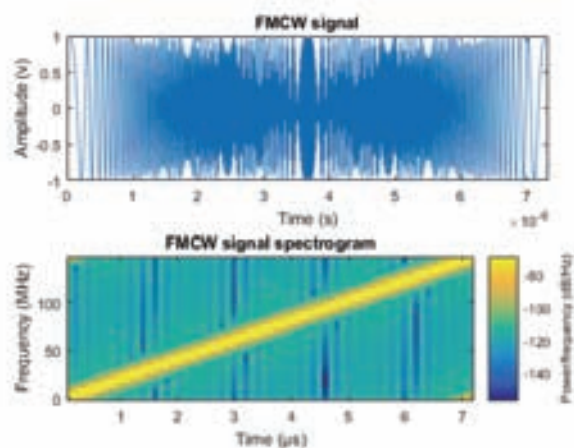
Sistemski parametri	
Radna frekvencija radara (GHz)	77
Maksimalan domet (m)	200
Preciznost (m)	1
Maksimalna projektovana brzina (km/h)	230
Vreme propagacije ( $\mu$ s)	7.33
Propagacioni <i>bandwidth</i> (MHz)	150
Maksimalni frekvencijski pomeraj (MHz)	27.30
<i>Samplerate</i> (MHz)	150

Nakon formiranja inicijalnih parametara, pristupa se kreiranju FMCW radarskog talasau amplitudsko-vremenskom i frekvencijsko-vremenskom dijagramu (slika 1.5).

Da bi se utvrdila udaljenost automobila kao i njegova brzina FMCW radar mora da prođe kroz sledeće korake:

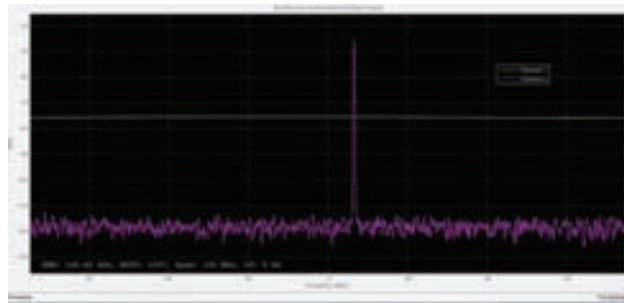
- Generiše se i emituje FMWC signal
- Transmitter i antena pojačavaju signal i radijalno ga odašilju
- Signal udara u metu (automobil ispred), odbija se i vraća nazad do radara
- Antena detektuje reflektovani signal
- Primljeni signal se privremeno skladišti i čuva

- Posle određenog broja ponavljanja ovih koraka, kada je bafer predviđen za analizu napunjen započinje izvlačenje korisnih informacija za sistem.



Slika1.5 FMCW radar talas u amplitudsko vremenskom i frekvencijsko vremenskom dijagramu

Analizom spektrograma vide se frekvencija i vreme koji su potrebni za procenu (slika 1.6).



Slika1.6 Spektrogram nakon određenog broja ponavljanja iteracionog postupka

## 8. REZULTATI I DISKUSIJA

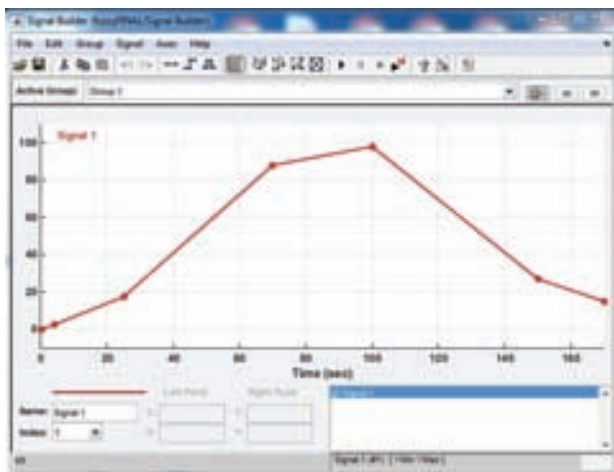
Ulazni signal za koji se testira odziv sistema kreiran je *Signal Builder*-om i predstavlja brzinu automobila koji se nalazi ispred automobila kojim se upravlja. Njegovo kretanje odnosno promena brzine tokom vremena izražena je u km/h (slika 1.7).

Testiranje modela za navedeni ulazni signal, odnosno posmatranje njegovog odziva baziranog na *fuzzy* logičkom sistemu zaključivanja prikazan je na slici 1.8.

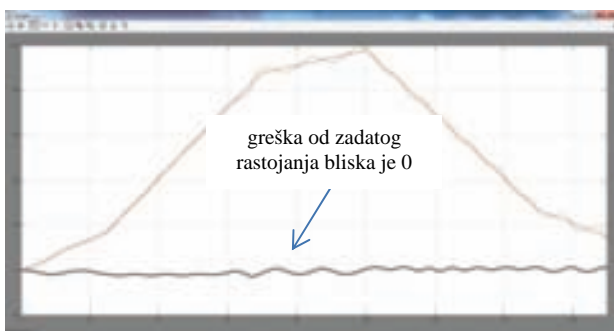
Posmatranjem odziva modela može se zaključiti da fuzzy regulator više nego uspešno uspeva da prati zadatu brzinu dok pri tome održava bezbedno rastojenje u dozvoljenim granicama. [2]

Na slici 1.8 se jasno može videti da greška zadatog rastojanja varira oko same nule (u idealnom slučaju bi bila 0) – ovo je potvrda da fuzzy regulator uspešno obavlja svoj posao. To znači da kada vozilo na kojem je instaliran radarski sistem naiđe na prepreku, postaje "svesno", te uslove vožnje, brzinu pa i rastojanje drži u propisanim granicama.

Same varijacije greške između željenog i trenutnog rastojanja se nalaze u granicama dozvoljenih i ni u jednom trenutku nije došlo do kritične situacije (na grafiku bi se to manifestovalo velikom pozitivnom vrednošću signala greške). Varijacije su u intervalu  $\pm 5$  metara što zadovoljava zahteve jednog naprednog upravljanja.



Slika1.7 Promena brzine vozila (km/h) ispred radar talasa tokom vremena – ulazni parametar

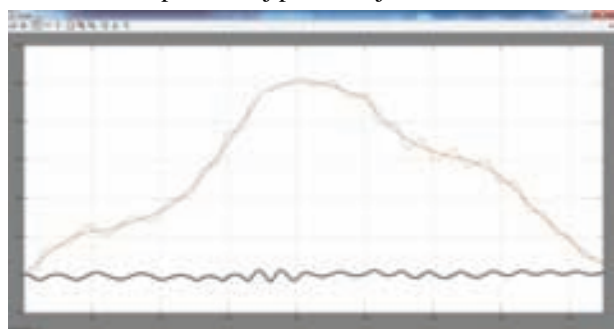


Slika1.8Odziv sistema za test signal 1 (kreiran Signal Builder-om)

Sve faze realnog kretanja automobila su obuhvaćene ovim ulaznim signalom, promene brzine na više, promene brzine na niže, na kraju kočenje i zaustavljanje.

Upravo zbog toga što je ulaz fuzzy regulatora odstupanje od bezbednog rastojanja, sam regulator se može primeniti na različite vrste vozila i uslove saobraćaja.

Testiranjem modela na identičan ulazni signal kome je još dodat i sinusni poremećaj prikazan je na slici 1.9.



Slika1.9 Odziv sistema na ulaz kreiran Signal Builder-om i sinusnim poremećajem

Posmatranjem rezultata simulacije takođe se može zaključiti da i u ovom slučaju fuzzy regulator uspešno radi ono za šta je i projektovan. Regulator uspeva da isprati brzinu automobila koji se nalazi ispred njega i pri tome održava bezbedno rastojanje. Ovo pokazuju vrednosti greške, odnosno odstupanja od željenog rastojanja. Posmatranjem krive greške bezbednog rastojanja vidimo da i u ovom slučaju nije došlo do rizičnih situacija odnosno kriva koja opisuje grešku od zadatih stanja nije „zagazila“ u pozitivnu vrednost. Male varijacije su dozvoljene [4].

## 9. ZAKLJUČAK

Cilj ovoga rada bio je da pokaže da je čak i na osnovu nepotpunih i nepreciznih podataka, koji predstavljaju osnov fuzzy logike, moguće kreirati upravljački sistem koji će uspešno da odgovori na sve postavljene zahteve.

U samoj svojoj biti fuzzy logika omogućava da se na osnovu logike čoveka postave temelji modernog upravljanja.

Ovim radom je pokazano da je uz pomoć radarskog sistema koji je korišćen kao izvor informacija, moguće upravljati automobilom, odnosno njegovom brzinom što značajno može da olakša vožnju, smanji uticaj vozača, a pri tome ne narušava njen komfor.

Pokazano je da realizacijom FMCW radarskog sistema vozilo postaje „svesno“ svoje okoline, odnosno da se na osnovu saznanja prikupljenih od radarskog sistema prilagođava uslovima na putu uz minimalan uticaj vozača na sam proces upravljanja motornim vozilom.

Implementacijom FMCW radarskog sistema otvaraju se nove mogućnosti u automobilskoj industriji gde je uz pomoć dodatnih senzora na bazi stereoskopije i mnogih drugih moguć potpuni autonomni način prevoza – vozila bez vozača. Ovakva vozila se već duži niz godina testiraju na putevima gde se na osnovu veštačke inteligencije, optičkih senzora, neuronskih mreža, genetskih algoritama, pa i fuzzy logike i radar senzora koji su bili tema ovoga rada uspešno sprovodi projekat koji za cilj ima potpuno samostalno autonomno vozilo koje može da funkcioniše bez vozačevog prisustva, na primer Google vozilo.

## 10. LITERATURA

- [1] Osnove fuzzy logike, preuzeto sa: <http://www.automatika.rs/baza-znanja/teorija-upravljanja/osnove-fuzzy-logike.html>
- [2] Gennaro Nicola Bifulco, Luigi PariotaFulvio Simonelli, Roberta Di Pace, *Development and testing of a fully Adaptive Cruise Control sytem*, Preuzeto sa: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0968090X11001008>
- [3] Jeich Mar, Hung-Ta Lin, *A car-following collision prevention control device based on the cascaded fuzzy inference system*. Preuzeto sa: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016501140400404X>
- [4] Rudwan Abdulla, Amir Hussai, Kevin Warwick , Ali Zayed, *Autonomous intelligent cruise control using a novel multiple-controller framework incorporating fuzzy-logic-based switching and tuning*. Preuzeto sa: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925231208002361>

### Kratka biografija:



**Ilija Lekić** rođen je 20.02.1988. godine u Novom Sadu. Osnovnu Školu „Đura Jakšić u Čurugu završio je 2003. godine i ist godine upisuje Elektrotehničku školu „Mihajlo Pupin“ koju završava 2007. god. Nakon završene srednje škole upisuje se na Fakultet tehničkih nauka, smer Elektrotehnika i računarstvo, usmerenja Automatika i upravljanje sistemima. U martu 2012. završava osnovne akademske studije. U martu 2012. godine upisuje master akademske studije istog usmerenja.

**PROJEKAT KONSTRUKCIJE ARMIRANOBETONSKE STAMBENE ZGRADE U NOVOM SADU****STRUCTURAL DESIGN OF THE REINFORCED CONCRETE RESIDENTIAL BUILDING IN NOVI SAD**

Mladen Milutinović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast- GRAĐEVINARSTVO**

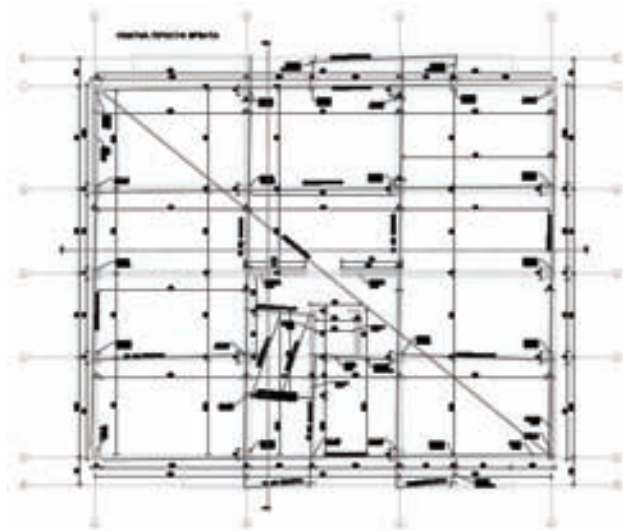
**Kratka sadržaj-** U radu je prikazan projekat konstrukcije armiranobetonske stambene zgrade u Novom Sadu. Naglasak je stavljen na uporednu seizmičku analizu usled promene krutosti temeljne posteljice za predmetni objekat. Analizom su obuhvaćene krutosti temeljne posteljice od  $15000 \text{ kN/m}^3$ ,  $120000 \text{ kN/m}^3$  i apsolutno kruta temeljna posteljica.

**Abstract-** The paper presents the design of reinforced concrete construction of the building in Novi Sad. Emphasis is placed on comparative seismic analysis due to fundamental changes in the stiffness of the subgrade for the subject property. The analysis includes changes in the stiffness of the subgrade for  $15000 \text{ kN/m}^3$ ,  $120000 \text{ kN/m}^3$ , and absolutely solid subgrade.

**Ključne reči:** armiranobetonska konstrukcija, temeljna ploča, uporedna seizmička analiza usled promene krutosti temeljne posteljice.

**1. OPIS PROJEKTA****1.1. Projektni zadatak i arhitektonsko rešenje**

Projektnim zadatkom predviđeno je projektovanje stambene zgrade pravougaone osnove spratnosti prizemlje i četiri sprata. Zgrada se projektuje u armiranobetonskom skeletnom sistemu sa platnima za ukrućenje.



Slika 1. Osnova tipskog sprata sa rasporedom osa

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je dr Đorđe Ladinović

Položaj konstruktivnih elemenata definisan je sa pet podužnih i četiri poprečnih osa (Slika 1).

U prizemlju je predviđen prostor za dve stambene jedinice, kao i prostor za vertikalnu i horizontalnu komunikaciju. Na prvom spratu je projektovano pet stambenih jedinica, a isti raspored je zadržan i na ostala tri sprata. Spratna visina u prizemlju je 3,80 m, dok je na ostalim spratovima 2,89 m. Fasadni zidovi su debljine 33,0 cm, dok je debljina unutrašnjih zidova 25,0 cm i 12,0 cm.

**1.2. Konstruktivni sistem**

Glavni konstruktivni sistem objekta je skeletni sistem koji se sastoji od armiranobetonskih okvira, postavljenih u dva ortogonalna pravca, koji su ukrućeni armiranobetonskim platnima. Svi elementi su projektovani u betonu MB 40, i armirani su armaturom RA 400/500.

Fundiranje objekata je predviđeno na armiranobetonskoj temeljnoj ploči  $d=60,0$  cm na dubini od 1,80 m od kote terena. Ploča je ukrućena armirano betonskim zidovima u osama A, A', B, B', B'', C i D, kao i osama 1, 2, 3, 3', 4, 4' i 5.

Dimenzije armiranobetonskih zidova su  $b/d=25/120$  cm. Dimenzije greda su  $b/d=25/40$  cm, osim greda u potkrovlju koje predstavljaju oslonce krovne konstrukcije i dimenzija su  $b/d=25/30$  cm.

Svi stubovi su dimenzija  $b/d=40/50$  cm, osim stubova u osi B'1, B'4, B'5, C'1, i C'5, koji su dimenzija  $b/d=25/25$  cm. Zidna platna su dimenzija  $d_z=25,0$  cm i pozicionirana su u osi A između osa 1 i 2, u osi D između osa 4 i 5, u osi B' između osa 4 i 4', i osi 3 između osa B i C, kao i AB jezgro koje je pozicionirano između osa 3' i 4, i između osa B' i B''.

Raspored zidova za ukrućenje u osnovi obezbeđuje skoro centrično ukrućenje zgrade u oba ortogonalna pravca. Uloga ovih elemenata je da prime i prenesu na temelje horizontalna opterećenja i doprinesu celokupnoj krutosti zgrade. Međuspratna konstrukcija je projektovana kao sistem kontinualnih krstasto armiranih ploča.

Debljina ploča je  $d=20,0$  cm, koja opterećenja prenosi na grede i stubove rama. Stepeništa se sastoje od dve kose ploče i ravnog međupodesta debljine  $d=12,0$  cm. Krovna konstrukcija je prosta drvena konstrukcija sa armiranobetonskom podkonstrukcijom. Dimenzije rogova su  $b/d=14/16$  cm, venčanica  $b/d=12/12$  cm i grebenjača je  $b/d=14/14$  cm.

Osovinski razmak rogova je 77,5 cm. Dimenzionisanje svih krovničkih elemenata je izvršeno metodom dozvoljenih napona.



### 1.3. Proračun konstrukcije objekta

#### 1.3.1 Analiza opterećenja

Analizirani su sledeći slučajevi opterećenja: stalno opterećenje, prema SRPS U.C7.123/1988, čine sopstvena težina konstrukcije (stubovi, grede, zidna platna, tavanice) i težine nenosivih elemenata (zidovi ispune, podovi, krovni pokrivač, ograde i stolarija); korisno opterećenje, opterećenje intenziteta 7,00 kN/m<sup>2</sup> na delovima konstrukcije koji su direktno izloženi opterećenju liftoske konstrukcije (tehnička oprema lifta) prema SRPS U.C7.121/1988; opterećenje snegom usvojeno je intenziteta 0,75 kN/m<sup>2</sup> i projektovano je na osnovu *Privremenih tehničkih propisa za opterećenje zgrada*; opterećenje vetrom je analizirano saglasno aktuelnim standardima SRPS U.C7.110 – 112, za nisku krutu zgradu i lokaciju Novi Sad; seizmičko opterećenje je dobijeno metodom ekvivalentnog statičkog opterećenja prema odredbama *Pravilnika o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima*, korišćena je opcija programa Tower 6.0 za modalnu analizu prva 3 tona oscilovanja, nakon čega je izvršen proračun za dva pravca delovanja seizmičkih sila prema multimodalnoj analizi (II kategorija objekta, III kategorija tla, VIII seizmička zona).

#### 1.3.2 Statički i dinamički proračun

Konstrukcija je modelirana prostorno u programskom paketu Tower 6.0, korišćenjem linijskih i površinskih konačnih elemenata (Slika 2). Za dimenzionisanje je korišćena anvelopa kombinacija graničnih uticaja.



Slika 2. 3D Izgled konstrukcije

Opterećenja na model su aplicirana kao linijska, površinska i tačkasta, saglasno analizi opterećenja, a posebno za svaki slučaj osnovnog opterećenja. Za nanošenje stalnog opterećenja korišćena je opcija Tower-a 6.0 da sam generiše sopstvenu težinu pojedinih elemenata. Pri formiranju proračunskog modela korišćena je gusta mreža konačnih elemenata (stranica elementa 0,25 m).

Tlo je modelirano pomoću Vinklerovog (Winkler) modela podloge - elastične opruge koje odgovaraju koeficijentu posteljice od 15000 kN/m<sup>3</sup>. Analiza dejstva horizontalnih opterećenja, kao i modalna analiza, pretpostavlja nedeformabilnost tavanične konstrukcije u svojoj ravni. Statički i dinamički proračun je izveden na modelu kod

koga su kombinovani linijski i površinski elementi. Modalna analiza je izvedena sa realnim rasporedom masa bez redukovanja faktora krutosti i modula elastičnosti seizmičkih zidova što omogućuje realniji prikaz sadejstva ploča i seizmičkih zidova.

#### 1.3.3 Dimenzionisanje i armiranje elemenata

Svi elementi projektovani su tako da zadovolje propisane uslove *Pravilnika BAB87* i *Pravilnika o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima* (Sl. list SFRJ 31/81, 49/82, 29/83, 21/88, 52/90).

## 2. UPOREDNA SEIZMIČKA ANALIZA USLED PROMENE KRUTOSTI TEMELJNE POSTELJICE

### 2.1. Uvod

Temelj je jedan od najvažnijih elemenata konstrukcije objekta. Preko temelja se opterećenje od objekta prenosi na tlo, pri čemu mora biti obezbeđena stabilnost tla, a deformacija tla treba da bude u dozvoljenim granicama. Kontrola naprezanja u kontaktnoj površini se analizira za najnepovoljniju kombinaciju eksploatacionog opterećenja, a cilj je obezbediti da maksimalna naprezanja budu u granicama dozvoljenih. Kolika je nosivost tla, od velikog je značaja za površinu prenošenja opterećenja, što će u mnogome uticati na oblik i vrstu temelja. Ispitivanje terena se mora izvršiti pre postavljanja objekta i pre izračunavanja temelja.

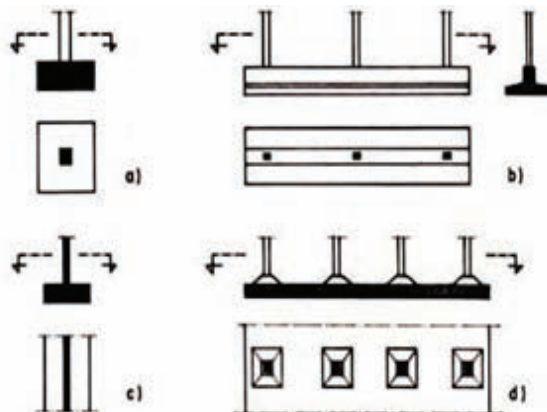
Ispitivanja se sastoje iz dva načina, sondažom tla i direktnim opterećenjem na određenoj površini zemlje. Ako su dobro nosivi slojevi već na malim dubinama ili na površini zemlje, temelj će imati plitko fundiranje.

Ako su ti slojevi na dubini većoj od potrebe zgrade, temelji se moraju spustiti do dobro nosivog tla na razne načine.

U prenosu opterećenja može učestvovati samo pritisnuti deo kontaktne površi, tj. ne mogu se preneti naponi zatezanja. U izuzetnim slučajevima se dopušta prekoračenje dopuštenih napona za maksimalno 20 % (npr. seizmička opterećenja) na ivicama kontaktne površi.

### 2.2 Plitki temelji

Plitki temelji se primenjuju ako se na relativno maloj dubini ispod površine terena nalazi tlo dovoljne otpornosti i male deformabilnosti. Kod plitkog fundiranja najmanja dubina temelja koja se u praksi izvodi je 0,8-1,0 m za naše klimatske prilike, jer je to dubina smrzavanja tla.



Slika 3. Vrste plitkih fundamenata

U plitkom fundiranju temelji mogu biti klasifikovani na: a) pojedinačne temelje samce, b) temeljne nosače (kontragrede), c) temeljne trake i d) temeljne ploče (velika opterećenja i/ili loše nosivo tlo).

Opterećenje na tlo se prenosi preko kontaktne površi temelja. U statičkom smislu ovi temelji predstavljaju nosače ili ploče opterećene sopstvenom težinom, silama od konstrukcije i reaktivnim opterećenjem na kontaktnoj površi temelja i tla. Pravilnim projektovanjem treba obezbediti predviđene uslove oslanjanja konstrukcije i prenos opterećenja u dopuštenim naprezanjima tla. Takođe, treba obezbediti da sleganja budu u granicama dopuštenih i da se obezbedi ravnomernost istih.

### 2.3. Temeljna ploča

Ako je tlo na koje treba preneti opterećenja od objekta male nosivosti ili je opterećenje veliko, tada se opterećenje na tlo može preneti preko temeljne ploče. Temeljnim pločama se povećava kontaktna površina i samim tim se smanjuju naprezanja u tlu. Takođe su pogodne kod konstrukcija gde je od interesa da se smanji neravnomerno sleganje pojedinih delova osnove objekta. Proračun se sastoji u određivanju dimenzija kontaktne površine, odnosno izboru najpogodnijih poprečnih preseka i određivanja njihovih dimenzija.

Temeljne ploče se primenjuju za fundiranje visokih zgrada, višespratnih skladišta, silosa i bunkera. Takođe se primenjuju za fundiranje zgrada i drugih objekata sa prostorijama ispod nivoa podzemne vode radi obezbeđenja tih prostorija od vlage i podzemne vode. Temeljne ploče se izvode isključivo od armiranog betona.

### 2.4. Interakcija (sadejstvo) konstrukcije i tla

Najveći broj rešenja problema interakcije je zasnovan na linearno-elastičnoj analizi, korišćenjem savremene računarske opreme i numeričkih metoda. Za analizu i proračun vrlo složenih konstrukcija, koriste se realnije osobine materijala, kao što su anizotropija, nelinearnost, elasto-plastičnost, viskoznost (puzanje).

Interakcija između elastičnih tela, u principu se može podeliti u tri grupe:

- interakcija između elastičnih tela,
- interakcija između elastičnog i krutog tela i
- interakcija između elastičnog tela i elementa konstrukcije.

Problemi interakcije u fundiranju spadaju u treću grupu.

Za rešavanje standardnih problema vezanih za projektovanje i izvođenje objekata uobičajenih dimenzija i raspona koriste se određena rešenja zasnovana na linearno-elastičnom modelu tla.

Najjednostavniji model tla je zasnovan na konceptu modula reakcije. U primenjenoj mehaniku, ovaj model je uveo Vinkler (1867), a Zimmerman (1888) ga je prvi put praktično primenio na proračun napona u železničkim šinama, oslonjenim na pragove, koji leže na sloju tucanika. Zimmerman je železničke šine modelirao kao kontinualni nosač na nizu deformabilnih oslonaca.

Pošto su pragovi međusobno nezavisni i dovoljno udaljeni, opterećenje na jednom osloncu ima uticaj samo na taj oslonac dok je sleganje susednih oslonaca nula. Ovo je osnovna radna hipoteza u konceptu modula reakcije tla ili tzv. Vinklerove podloge.

Modeliranje tla prema pretpostavkama koje su u skladu sa Vinklerovim modelom tla je veoma rasprostranjen. Ovim postupkom, tlo se tretira kao elastična podloga, a zasniva se na proporcionalnosti između pritiska tla ( $q$ ) i sleganja ( $w$ ) u svakoj tački kontaktne površine:

$$q = kw$$

Veličina  $k$  se naziva koeficijent krutosti podloge i izražava se u kPa/m. Ovim modelom tlo je predstavljeno jednim parametrom (koeficijentom krutosti podloge), zbog čega je Vinklerov model jednoparametarski model tla.

Pretpostavka o tlu kao o sistemu nezavisnih opruga uopšte ne odgovara stvarnosti. Tlo je kontinuum, u kojem se uticaj iz jedne tačke prenosi na okolne tačke obrnuto srazmerno nekom stepenu rastojanja.

Takođe, u kontaktnoj površini nije moguće preneti napone zatezanja, što ovaj model omogućava. Tlo predstavljeno kao elastični poluprostor je dvoparametarski modelirano – vrsta tla je određena dvema njegovim fizičkim karakteristikama: modulom deformacije i Poasonovim koeficijentom. Savremenim programskim paketima za strukturalnu analizu, uslove oslanjanja konstrukcije na ovakvu podlogu i interakciju konstrukcija-tlo je moguće obuhvatiti modeliranjem tla zapreminskim konačnim elementima odgovarajućih karakteristika. Na slici 4. prikazano je sleganje idealno krutog i idealno savitljivog temelja. U realnim uslovima temelj ima konačnu krutost.

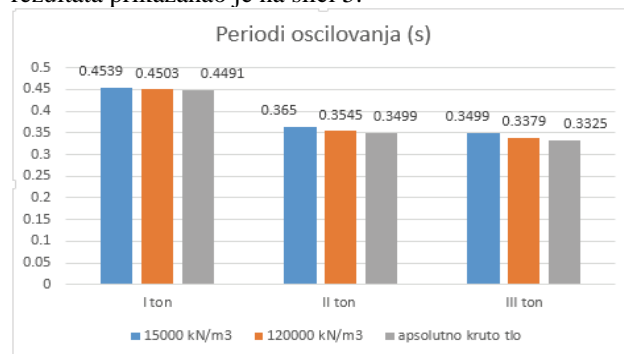


Slika 4. Sleganje idealno krutog i idealno savitljivog tla

Analizirana je temeljna ploča koja je fundirana u tlu sa koeficijentima krutosti tla  $15000 \text{ kN/m}^3$ ,  $120000 \text{ kN/m}^3$  i apsolutno kruto tlo. Dopušteni naponi u tlu su 250 i 450 kPa, a u trećem slučaju kada je tlo apsolutno kruto nema ograničenja.

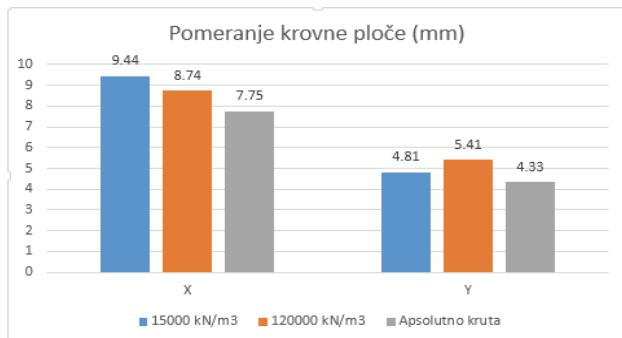
### 2.5. Poređenje rezultata

Pri analizi konstrukcije koja je fundirana na tlu čija je krutost temeljne posteljice  $15000 \text{ kN/m}^3$ , periodi oscilovanja su  $T_1=0,4539 \text{ s}$ ,  $T_2=0,3650 \text{ s}$  i  $T_3=0,3499 \text{ s}$ . Konstrukcija koja je fundirana na tlu čija je krutost temeljne posteljice  $120000 \text{ kN/m}^3$ , ima periode oscilovanja  $T_1=0,4503 \text{ s}$ ,  $T_2=0,3545 \text{ s}$  i  $T_3=0,3379 \text{ s}$ , dok kod konstrukcije koja je fundirana na tlu čija je krutost temeljne posteljice apsolutno kruta, periodi oscilovanja su  $T_1=0,4491 \text{ s}$ ,  $T_2=0,3499 \text{ s}$  i  $T_3=0,3325 \text{ s}$ . Poređenje ovih rezultata prikazano je na slici 5.



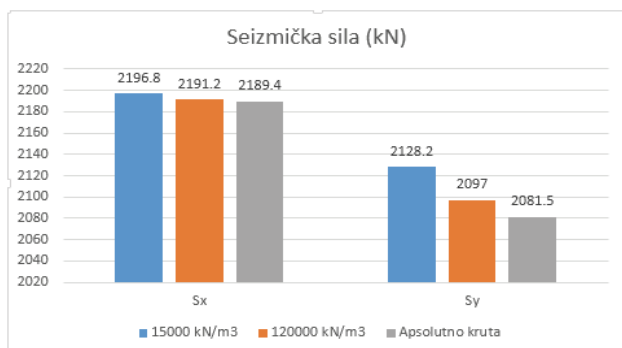
Slika 5. Periodi oscilovanja konstrukcije za različite tipove tla

Pomeranje krovne ploče objekta je u granicama dopuštenih pomeranja, koja su relativno mala i kreću se, za X i Y pravac pomeranja respektivno, 9.44 mm i 4.81 mm kada je objekat fundiran na tlu čija je krutost temeljne posteljice 15000 kN/m<sup>3</sup>, 8.74 mm i 5.41 mm kada je objekat fundiran na tlu čija je krutost temeljne posteljice 120000 kN/m<sup>3</sup>, i 7.75 mm i 4.33 mm kada je objekat fundiran na tlu čija je krutost temeljne posteljice apsolutno kruta. Poređenje ovih rezultata prikazano je na slici 6.



Slika 6. Pomeranje krovne ploče za različite tipove tla

Ukupna seizmička sila koja se javlja u X i Y pravcu ima vrednosti,  $S_x=2196,8$  kN,  $S_y=2128,2$  kN, na objektu koji je fundiran na tlu čija je krutost temeljne posteljice 15000 kN/m<sup>3</sup>,  $S_x=2191,2$  kN,  $S_y=2097,0$  kN na objektu koji je fundiran na tlu čija je krutost temeljne posteljice 120000 kN/m<sup>3</sup>, i  $S_x=2189,4$  kN,  $S_y=2081,5$  kN na objektu koji je fundiran na tlu čija je krutost temeljne posteljice apsolutno kruta. Rezultati poređenja su prikazani na slici 7.



Slika 7. Ukupna seizmička sila za različite tipove tla

### 3. ZAKLJUČAK

Konstrukcija koja je analizirana u ovom diplomskom radu, nije pokazala neke promene u prikazanim rezultatima, u zavisnosti od osobina tla na kojima je objekat fundiran.

Da je projektovan objekat veće spratnosti, periodi oscilovanja bi se znatno promenili, a samim tim i seizmička sila i pomeranje krovne ploče.

Konstruktivna jednostavnost, pravilan izbor osnove, održavanje kontinuiteta krutosti, izbegavanje fleksibilnog sprata, dovoljna krutost tavanica u svojoj ravni, ravnomeran i simetričan raspored zidova u osnovi, pravilan izbor konstruktivnog sistema, pravilno dilatiranje i temeljenje, su neka od osnovnih principa aseizmičkog projektovanja koje moramo poštovati pri projektovanju konstrukcija u građevinarstvu.

### 4. LITERATURA

- [1] Zbirka jugoslovenskih pravilnika i standarda za građevinske konstrukcije: Jugoslovenski standard sa obaveznom primenom od 1988 – stalna opterećenja građevinskih konstrukcija (SRPS U.C7.123)
- [2] Jugoslovenski standard sa obaveznom primenom od 1988 – korisna opterećenja stambenih i javnih zgrada (SRPS U.C7. 121)
- [3] Jugoslovenski standard sa obaveznom primenom od 1992 – opterećenje vetrom (SRPS U.C7.110 – 112)
- [4] Pravilnik o tehničkim normativima za izgradnju objekta visokogradnje u seizmičkim područjima
- [5] Grupa autora: Beton i armirani beton prema BAB 87, knjiga 1, Univerzitetska štampa, Beograd, 2000
- [6] Grupa autora: Beton i armirani beton prema BAB 87, knjiga 2, Univerzitetska štampa, Beograd, 2000
- [7] Ž. Radosavljević, D. Bajić: Armirani beton 3, Građevinska knjiga, Beograd, 2007
- [8] B. Petrović: Odabrana poglavlja iz zemljotresnog građevinarstva, Građevinska knjiga, Beograd, 1989
- [9] D. Aničić, P. Fajfar, B. Petrović, A. Szavits-Nossan, M. Tomažević: Zemljotresno inženjerstvo – visokogradnja, Građevinska knjiga, Beograd, 1990
- [10] <http://www.radimpex.rs> – uputstvo za primenu Tower 6.0/ArmCAD, 2011
- [11] <http://betonske-konstrukcije.blogspot.com/p/blog-page.html> - Skripte
- [12] Dr S. Stevanović: Fundiranje I, Naučna knjiga, Beograd, 1989

### Kratka biografija:



**Mladen Milutinović** rođen je u Kraljevu 1984. godine. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva odbranio je 2016. godine.



SNIMANJE PROCESA RADA PRI GRAĐENJU STAMBENO POSLOVNOG OBJEKTA  
THE RECORDING OF WORK PROCESS OF BUSINESS-APARTMENT COMPLEX  
CONSTRUCTION

Slobodan Kočar, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**OBLAST-GRAĐEVINARSTVO**

**Kratak sadržaj** - Predmet ovog master rada je projekat organizacije i tehnologije građenja stambeno poslovnog objekta i snimanje procesa rada na primeru izvođenja stubova. U okviru rada prikazana je analiza snimanja procesa rada izvođenja stubova na dve etaže objekta.

**Abstract** - Master's thesis is devoted to the technology and organization of business-apartment complex and the recording of work process on example of column construction. In this master's thesis is an analysis of the work process for column construction for two floors.

**Ključne reči** - Organizacija i tehnologija građenja, snimanje procesa rada

**1. UVOD**

Predmet ovog rada je izrada projekta organizacije i tehnologije građenja stambeno-poslovnog objekta spratnosti Po+P+5, sa snimanjem procesa rada foto-pregledom na primeru izvođenja stubova. Kako je objekat podeljen na šest nezavisnih lamela, a četiri faze izgradnje, u ovom radu obrađuje se samo faza 1 izgradnje, odnosno izgradnja podruma 1 i lamele 1. Predmet ovog rada je takođe i snimanje procesa rada brojnim foto-pregledom na primeru armirano betonskih stubova prizemlja lamele 1.

Metode planiranja koje sam primenio u radu su sledeće:

- Analiza i sinteza - važan vid obrade podataka jer nam daju jasan prikaz mogućih rešenja. Analiza i sinteza zavise od količine i verodostojnosti podataka i na osnovu toga nam daju jasnu vezu između mogućih i valjanih rešenja.

- Tehnika mrežnog planiranja - grafičko računarska metoda za predstavljanje procesa rada i njegovog planiranja

- Metode gantograma (Gant karte) - predstavlja linijske dijagrame koji su stanovišta praktične primjene najrazumljiviji i najčešće korišteni oblik planiranja radova u graditeljstvu.

- Metoda foto-pregleda - brojni, grafički i mešoviti foto-pregledi iskorišćeni su za analizu utrošaka vremena na izradi armirano betonskih stubova prizemlja. Analiziran je i produktivni i neproduktivni rad, dobijeni su podaci koji se mogu iskoristiti za postavljanje novih i ispitivanje postojećih normativa.

**NAPOMENA:**

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

**2. TEHNIČKI OPIS OBJEKTA I USLOVA  
GRAĐENJA**

Lokacija - Blok 3 je treći od ukupno četiri planirana urbanistička bloka na potezu između ulice Branka Bajića i Sajmišta, čine ga šest lamela sa podrumskom etažom ispod dela objekta i parcele

(Lamela1, Lamela2, Lamela3, Lamela4, Lamela5, Lamela6, Podrum1 i Podrum2), a predmet ovog projekta je FAZA 1- Lamela1 i Podrum1.

Funkcija - Podrum čine garaže i tehničke prostorije, prizemlje čine poslovni lokali, a spratove stanovi.

Faznost - Objekat se gradi u četiri faze

Konstrukcija - Objekat je projektovan u skeletnom sistemu, sa nosećim armirano betonskim stubovima i pločama i ukrućen je seizmičkim platnima.

Materijalizacija - Zidovi se grade od klima blokova, fasada je demit.

**3. ANALIZA METODA RADA SA OPISOM  
TEHNOLOGIJE GRAĐENJA**

Ovde će biti analizirana sredstva za rad kao i svi potrebni resursi koji su potrebni da se objekat izvede. Tehnologija građenja analizira proizvodne procese tokom realizacije projekta kao i njihove međusobne relacije.

Pripremni radovi - postavljanje ograde i privremene saobraćajnice,

Zemljani radovi - iskop zemlje i nivelisanje za temeljnu ploču i nivelisanje okolnog terena.

Zidarski radovi - Zidanje unutrašnjih i fasadnih zidova od blokova i opeke i njihovo malterisanje.

Betonski radovi - za glavni konstruktivni sistem usvojen je „skeletni“ sistem, pa se prema tome prvo izvode armirano betonski stubovi, zidovi, grede i ploče, nakon čega se zidaju fasadni i pregradni zidovi. Beton se na gradilište doprema iz fabrike betona, odakle se dovozi auto-mikserima zapremine 6m<sup>3</sup> i 9m<sup>3</sup> prema dogovorenoj dinamici isporuke. Spoljašnji transport se izvodi auto-mikserima.

Tesarski radovi - Ovde pre svega spadaju radovi na montaži i demontaži oplate.

Armirački radovi - Armatura se sečena dovozi na gradilište, gde se razvrstava, vezuje i postavlja na mesto ugradnje.

Izolaterski radovi - Podrazumevaju postavljanje hidro i termoizolacije.

Stolarski radovi - Obuhvataju se svi radovi na postavljanju unutrašnje i fasadne stolarije.

Krovopokrivački radovi – Postavljanje krova od pocinkovanog lima sa podkonstrukcijom.

Fasaderski radovi – postavljanje demit fasade

Gipsarski radovi – Postavljanje spuštenih plafona.

Parketarski radovi – postavljanje parketa u stanovima

Širi izbor mehanizacije - Mehanizacija i transportna sredstva za izgradnju ovog stambeno-poslovnog objekta su odabrani na osnovu obima radova, ekonomskih faktora, zadatog vremenskog roka, potrebnog kvaliteta. Tu se uključuje i izbor sredstava sa kojima raspolaže izvođačka firma. Mehanizacija je podeljena na onu za direktno izvršenje radova i na onu koja služi za transport materijala.

#### 4. ORGANIZACIJA GRADILIŠTA

Na osnovu detaljnog proučavanja projektne dokumentacije, određene tehnologije građenja objekta, sagledavanja situacionog plana i lokacije, urađen je projekat organizacione šeme gradilišta.

S obzirom da je u pitanju faza I od ukupno planirane četiri faze površina gradilišta obuhvata površinu cele parcele na kojoj će se izvoditi objekat. Na samoj parceli ima dovoljno mesta za deponovanje građevinskog materijala.

Prvo se određuje položaj kрана tako da njegova strela pokrije kompletan objekat tokom svih faza građenja.

Prilikom organizacije gradilišta vođeno je računa o obezbeđivanju gradilišta prema okolini, projektovanju privremenih saobraćajnica, postavljanju instalacija, privremenim objektima, deponijama materijala, fazama građenja, kao i o kadrovskoj strukturi osoblja na gradilištu.

#### 5. DINAMIČKI PLAN IZRADE KONSTRUKCIJE

U ovom radu su pri modeliranju procesa korišćene metode mrežnog planiranja i gantograma (Gantovih karti). Zbog složenosti procesa izgradnje objekta, tehnološku povezanost pojedinih aktivnosti i prisutna tehnička i lokaciona ograničenja, postupak izrade dinamičkog plana sproveden je analiziranjem mrežnog plana.

Na osnovu usvojene tehnologije, tj. analize izvođenja radova definisana je struktura mrežnog plana. Radovi na objektu su podeljeni na taktove, i za trajanje jednog takta usvojeno je izvođenje radova po etaži. Ključnu ulogu pri izvođenju radova na objektu imaju betonski radovi, tako da njihovo pravovremeno izvršenje ima uticaj na otpočinjanje i razvoj drugih aktivnosti. Ulazni podaci za obradu mrežnog plana na računaru su dati u tabelama u prilogima.

Gantogramom su prikazani datumi početka i završetka svake aktivnosti kao i ukupna vremenska rezerva.

Prikazani su histogrami radne snage.

#### 6. MERE BEZBEDNOSTI I ZAŠTITE NA RADU

Ovde su obuhvaćeni opšti uslovi bezbednosti i zaštite na radu, radna mesta sa specifičnim uslovima rada, privremene instalacije na gradilištu, rad na kosinama, širokim otkopima, rad na visini, kao i rad na horizontalnom i vertikalnom transport materijala i opreme. Takođe su obuhvaćene i zaštita od požara i zaštita životne sredine.

#### 7. SNIMANJE PROCESA RADA U GRAĐEVINARSTVU

Snimanje procesa rada u građevinarstvu može se vršiti sa ciljem utvrđivanja radnih normi vremena za neki rad, ali i sa ciljem snimanja organizacije procesa rada (gubitaka vremena u procesu rada).

U ovom radu je obrađena metoda foto-pregleda. Kod foto-pregleda izučavaju se i snimaju (mere) svi vidovi utroška radnog vremena koji ulaze u sastav normi rada, uključujući i regularne prekide. Ova metoda se primenjuje i kod snimanja procesa rada (snimanje organizacije procesa).

U ovom radu vršeno je snimanje kompletnog procesa izvođenja stubova od 04.08.2016. do 06.08.2016., što podrazumeva:

- Vezivanje i postavljanje armature
- Prenos armature
- Montaža oplata
- Prenos betona
- Ugrađivanje betona
- Demontaža oplata
- Nega betona
- Čišćenje oplata

Svi detalji ovih operacija dati su u tabelama u prilogu, uključujući opis alata opereme i mašina koji su se koristili pri radu, opis elemenata materijala i produkcije kao i opis organizacije i tehnike rada. Detaljno je dat i opis radnika, njihova struktura, kao i njihove godine provedene u struci.

Jedinična mera operacije je jedan stub, u kojem je potrebno postaviti 7.74m<sup>2</sup> razvijene površine oplata, 117.8kg armature, odnosno 0.87m<sup>3</sup> betona.

Sam proces rada se odvijao u tri radna dana.

Dobijeni rezultati snimanja procesa rada su:

-1. Dan - Vezivanje i postavljanje armature – Ukupno utrošeno radnih časova radnika je 990 minuta VK armirača i 495 minuta NK radnika. Posmatranu radnu brigadu čini 2VK armirača i 1NK radnik.

-1. Dan - Montaža oplata – Ukupno utrošeno radnih časova radnika je 990 minuta VK tesara i 495 minuta NK radnika. Posmatranu radnu brigadu čini 2VK tesara i 1NK radnik.

-2. Dan - Ugrađivanje betona – Ukupno utrošeno radnih časova radnika je 535 minuta VK radnika i 535 minuta NK radnika. Posmatranu radnu brigadu čine 1VK radnik i 1NK radnik.

-3. Dan - Demontaža oplata – Ukupno utrošeno radnih časova radnika je 350 minuta VK tesara. Posmatranu radnu brigadu čini 2VK tesara.

-3. Dan - Nega betona - Ukupno utrošeno radnih časova radnika je 85 minuta. Posmatranu radnu brigadu čini 1NK radnik.

-3. Dan - Čišćenje oplata - Ukupno utrošeno radnih časova radnika je 110 minuta. Posmatranu radnu brigadu čini 1NK radnik.

Grafičkim foto-pregledom posmatranje je vršeno 15.8.2016. na montaži oplata za armirano betonske stubove prvog sprata. Detaljno je posmatran rad tesara koji se sastoji iz sledećih operacija:

- Priprema, odnosno premazivanje tabli oplata
- Spajanje oplata
- Prenos oplata
- Pričvršćavanje oplata

-1. Dan - Montaža oplata – Ukupno utrošeno radnih časova radnika za jedan stub je 2.06h tako da dobijena norma vremena iznosi 0.275h za 1m<sup>2</sup> razvijene površine oplata.

Određivanje normi vremena obuhvata snimanje vremena rada nekom od usvojenih metoda, sređivanje podataka, utvrđivanje odnosa iskorišćenog vremena prema neiskorišćenom, utvrđivanje trajanja dozvoljenih zastoja i same norme.

Obradeni rezultati snimanja procesa rada na izvođenju stubova brojnim foto-pregledom predstavljeni kroz normu vremena su:

-1. Dan - Vezivanje i postavljanje armature –Dobijena norma vremena iznosi 0.017h za 1kg armature. Postojeća norma GN-400-106-140606 iznosi 0.022, što dobijenu normu čini 77.3% od postojeće norme. Posmatranu radnu brigadu čini 2VK armirača i 1NK radnik, dok normiranu čine 2VK armirača.

-1. Dan - Montaža oplata –Dobijena norma vremena iznosi 0.266h za 1m<sup>2</sup> razvijene površine oplata. Postojeća norma GN-601-210A-160804 iznosi 0.56, što dobijenu normu čini 47.5% od postojeće norme. Posmatranu radnu

brigadu čini 2VK tesara i 1NK radnik, dok normiranu čine 2VK tesara.

-2. Dan - Ugrađivanje betona –Dobijena norma vremena iznosi 1.70h za 1m<sup>3</sup> ugrađenog betona. Postojeća norma GN-400-501-152067 iznosi 2.00h za 1m<sup>3</sup> ugrađenog betona što dobijenu normu čini 85.0% od postojeće norme. Posmatranu radnu brigadu čine 1VK radnik i 1NK radnik, dok normiranu čine 1VK i 1PK radnik.

-3. Dan - Demontaža oplata –Dobijena norma vremena iznosi 0.066h za 1m<sup>2</sup> razvijene površine oplata. Postojeća norma GN-601-210A-160804 iznosi 0.25, što dobijenu normu čini 26.4% od postojeće norme. Posmatranu radnu brigadu čini 2VK tesara, dok normiranu takođe čine 2VK tesara.

-3. Dan - Nega betona - Dobijena norma vremena iznosi 0.13h za 1m<sup>3</sup> ugrađenog betona. Postojeća norma GN-400-501-152072 iznosi 0.25h za 1m<sup>3</sup> ugrađenog betona, što dobijenu normu čini 52% od postojeće norme. Posmatranu radnu brigadu čini 1NK radnik, dok normiranu takođe čini 1NK radnik.

-3. Dan - Čišćenje oplata - Dobijena norma vremena iznosi 0.02h za 1m<sup>2</sup> razvijene površine oplata. Postojeća norma GN-601-210A-160804 iznosi 0.12, što dobijenu normu čini 16.7% od postojeće norme. Posmatranu radnu brigadu čini 1NK radnik, dok normiranu takođe čini 1NK radnik.

Obradeni rezultati snimanja procesa rada na montaži oplata armirano betonskih stubova grafičkim foto-pregledom predstavljeni kroz normu vremena su:

Tabela 7.1. Prikaz rezultata foto-pregleda

1	2	3	4	5	6	7
Datum	Operacija procesa rada	Jed. mere	Metoda snimanja procesa rada	Dobijena norma vremena[h/3]	Važeća norma vremena[h/3]	Razlika (5/6)x100 [%]
4.8.2016.	Vezivanje i postavljanje armature	kg	brojni foto-pregled	0.017	0.022	77.3
4.8.2016.	Montaža oplata	m <sup>2</sup>	brojni foto-pregled	0.266	0.56	47.5
5.8.2016.	Ugrađivanje betona	m <sup>3</sup>	brojni foto-pregled	1.70	2.00	85.0
6.8.2016.	Demontaža oplata	m <sup>2</sup>	brojni foto-pregled	0.066	0.25	26.4
6.8.2016.	Nega betona	m <sup>3</sup>	brojni foto-pregled	0.13	0.25	52.0
6.8.2016.	Čišćenje oplata	m <sup>2</sup>	brojni foto-pregled	0.02	0.12	16.7
15.8.2016.	Montaža oplata	m <sup>2</sup>	grafički foto-pregled	0.352	0.56	62.9

-1. Dan - Montaža oplata - Dobijena norma vremena iznosi 0.275h za 1m<sup>2</sup> razvijene površine oplata. Dobijenu normu uvećavamo za 25% usled nepovoljnih atmosferskih prilika, odnosno visoke temperature, kao i za 3% zbog monotonije posla što ukupno daje povećanje od 28%, tako da je stvarna norma učinka  $0.275 \times 1.28 = 0.352$ h za 1m<sup>2</sup> razvijene površine oplata. Postojeća norma GN-601-210A-160804 iznosi 0.56, što dobijenu normu čini 62.9% od postojeće norme. Posmatranu radnu brigadu čini 2VK tesara i 1NK radnik, dok normiranu čine 2VK tesara.

Analizom dobijenih rezultata snimanja procesa rada brojnim foto-pregledom očigledno je da su dobijene norme u većini slučajeva dosta manje nego standardne (od 15% do 83%), te je zaključak da je izmenjena tehnologija rada, kao i izmena u samim materijalima i opremi za rad uticala na smanjenje normi vremena. Svakako bi se kroz povećan uzorak snimanja dobili precizniji rezultati koji bi ukazali na moguću potrebu za izmenu važećih normi.

## 8. ZAKLJUČAK

Projekat tehnologije i organizacije zahteva sveobuhvatni pristup, što znači da se moraju sagledati svi aspekti građenja. Metode koje su u ovom radu bile korišćene su mrežno planiranje, gantogram i metode brojnog i grafičkog foto-pregleda. Njima je bilo definisano vreme početka i završetka pojedinačnih radova i celokupnog projekta, kao i utrošeni resursi.

Unapređenje rada i korišćene tehnologije u građevinarstvu neminovno utiče na izmenu potrebnog vremena, načina gradnje i strukturu radne snage.

Samim tim je neophodno da se na određeni vremenski period vrše obimnije analize ovog tipa kako bi se dobila realna slika i da bi se videlo da li postoji potreba ili ne za kompletnim ili delimičnim menjanjem važećih normi. Analizu bi trebalo uraditi na mnogo većem uzorku, uz korišćenje statističkih metoda da bi se rezultati uprosečili. Analizu bi bilo neophono sprovesti za sve operacije gde je su se tehnologija, način građenja izmenili.

## 9. LITERATURA

- [1] Trivunić M., Matijević Z., Tehnologija i organizacija građenja, praktikum, FTN Novi Sad 2009
- [2] Normativi i standardi rada u građevinarstvu, Visokogradnja 1-3, sedmo izmijenjeno i dopunjeno izdanje, Građevinska knjiga, Beograd, 1996
- [3] Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu, „Sl. glasnik RS“ br.101/2005 i 91/2015
- [4] Proučavanje tehnoloških procesa u građevinarstvu, A. Flašar, S. Vuković, P. Brana, FTN Novi Sad 1985
- [5] <http://gramak.com/>

### Kratka biografija:

**Slobodan Kočar** rođen je u Novom Sadu 1983.god. Masterrad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva - Organizacija i tehnologija građenja, odbranio je 2016.god.

**PROJEKAT VIŠESPATNE ARMIRANOBETONSKE ZGRADE I ANALIZA VRSTA I DIMENZIONISANJE ELEMENATA OPLATE****DESIGN PROJECT OF MULTISTORY REINFORCED CONCRETE BUILDING AND THE ANALYSIS OF THE TYPE AND DIMENSIONS OF SHELLS**Borislav Bojić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

**Kratak sadržaj** – U radu je dat kratak prikaz projekta konstrukcije AB stambeno-poslovne zgrade Po+Pr+6 i problemi koji se javljaju pri projektovanju takvog objekta. Drugi dio rada je posvećen analizi vrsta i dimenzionisanju elemenata oplata.

**Abstract** – The paper gives the description of the project of a RC residential and business building (basement +ground floor+6 and the problems that may occur in the design. The second part deals with the analysis of the type and dimensions of shells.

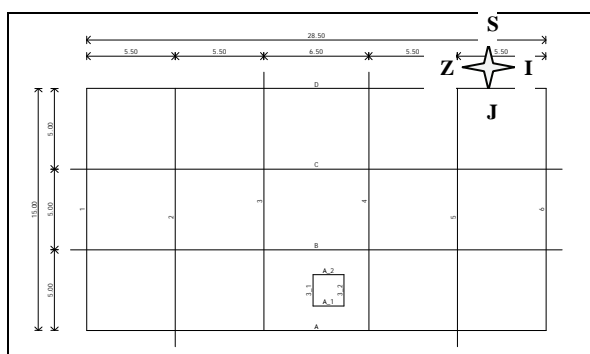
**Ključne riječi:** armirani beton, zgrada, skeletni sistem, oplatni sistemi.

**1. UVOD**

Projektnim zadatkom predviđeno je projektovanje višespratne armiranobetonske stambeno-poslovne zgrade Po+Pr+6, pravougaonog oblika u osnovi, kako je prikazano na Slici 1. Definisani su gabariti, rastjeri stubova, namjena površina, lokacija zgrade i konstruktivni sistem. Objekat se nalazi u Loznici.

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

Konstrukcija zgrade se izvodi kao armiranobetonski skeletni sistem ukrućen potrebnim zidovima za ukrućenje. Ramovi obilježeni brojnim oznakama 1, 2, 3, 4, 5 i 6 se pružaju u pravcu zapad – istok na međusobnim rastojanjima 5,5 m i 6,5 m dok se ramovi obilježeni slovnim oznakama A, B, C i D sa međusobnim rastojanjem od 5,0 m pružaju u pravcu sjever - jug (sl. 1).



Slika 1. Šema ramova

**NAPOMENA:**

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

Podrumski prostor objekta je namjenjen za kotlarnicu i ostave. Prizemlje je namijenjeno za poslovne prostore (prodajni prostor, službene prostorije i skladišta robe). Preostalih šest etaža su stambeni sa po pet stanova na svakom spratu.

Spratna visina podruma je 2,60 m, prizemlja 3,40 m, spratova 2,70m. Ukupna visina zgrade iznad površine tla je ~22,10m. Za vertikalnu komunikaciju služiće lift i trokrako stepenište postavljeno oko liftovskog jezgra.

Podne površine u stanovima i poslovnim prostorima su obložene parketom i keramičkim pločicama, stepeništa i hodnici između stanova su obloženi teracom. Keramičke pločice su u sanitarnim prostorijama postavljene do plafona a u kuhinjama do visine od 1,5 m.

Zidovi i plafoni u stanovima se malterišu i završno obrađuju poludisperznom bojom. Fasadni zidovi se izvode kao zidovi od 25 cm siporeks bloka +5 cm izolacija. Sa spoljne strane lepi se stiropor 5 cm debljine, zatim se nanosi lepak u dva sloja sa mrežicom i završna fasada određene boje i teksture. Unutrašnji zidovi su od siporeks bloka, debljine 12 i 25 cm, obostrano malterisani.

Predviđena je izrada ravnog krova sa obzidom po obodnim zidovima, visine 1,20 m.

**2.2. Konstruktivni sistem zgrade**

Glavni konstrukcijski sistem zgrade, prema obliku nosećih elemenata, je skeletni sistem koji se sastoji od armiranobetonskih ramova postavljenih u međusobno upravnim pravcima i armiranobetonskih zidova za ukrućenje ramova.

Međuspratna konstrukcija je projektovana kao kontinualna, krstasto armirana ploča. Debljina ploče prizemlja je debljine  $d = 15$  cm, a debljina ploča spratova je  $d = 13$  cm. Stepenište se sastoji od tri kose ploče debljine  $d = 13$  cm uklještene u zidna platna, međusobno i u ploče sprata.

Rasponi greda u podužnom pravcu su 5,5 i 6,0 m, sa dimenzijama  $b/d = 35 / 40$  cm, a u poprečnom 5,0 m i istih dimenzija.

Dimenzije stubova se mijenjaju kroz etaže. Njihove vrijednosti su: nivo podruma  $b/d = 50 / 50$  cm, prizemlje i sledeće tri etaže  $b/d = 45/45$  cm, a na preostalim etažama do vrha  $b / d = 40/40$  cm. Stubovi se projektuju tako da zadovolje propisane uslove iz "Pravilnika o tehničkim normativima za izgradnju objekata u seizmičkim područjima" [3].



Raspoređivanje zidova za ukrućenje je izvršeno u skladu sa arhitektonskim riješenjem objekta i sa ciljem podjednakog ukrućenja zgrade u oba ortogonalna pravca, što je približno i postignuto. Uloga ovih elemenata konstrukcije je da prime i prenesu na temelj horizontalna seizmička opterećenja i doprinesu cjelokupnoj krutosti zgrade. Zidna platna su u debljine  $d = 20$  cm. Debljina zidova se u području podrumске etaže povećava i iznosi 25 cm. I zidovi za ukrućenje su porojektovani tako da zadovolje uslove date "Pravilnikom o tehničkim normativima za izgradnju objekata u seizmičkim područjima". U podrumu su projektovani AB zidovi po obodu objekta. Oni zajedno sa temeljnom pločom i pločom prizemlja čine nedeformabilni podzemni dio konstrukcije.

Fundiranje objekta je izvršeno na temeljnoj ploči sa kontragredama. Temeljna ploča je debljine  $d = 35,0$  cm, a kontragrede su dimenzija  $b/d = 50/70$  cm. Ploča je prepuštena izvan osa rama za 50 cm. Ispod temeljne ploče nasipa se tampon sloj šljunka debljine 10 cm i sloj mršavog betona debljine 5 cm. Preko sloja mršavog betona se postavlja hidroizolacija. Dozvoljeni napon u tlu je dobijen geomehaničkim ispitivanjima za lokaciju gradilišta i iznosi  $\sigma_{doz} = 400$  kN/m<sup>2</sup>. Stvarni naponi u tlu su manji od dozvoljenih.

Predviđena je izrada ravnog krova sa obzidom po obodnim zidovima, visine 1,2 m. Zaštita ravnog krova će se postići korišćenjem dvokomponentnih penetrata. Sama ploča će se izvesti sa minimalnim nagibima od 2 do 5% prema krajevima gde će se u ploči ostaviti otvori koji će biti u stanju da prihvate i odvedu atmosfersku vodu.

### 2.3. Analiza opterećenja

Analizirani su sledeći slučajevi opterećenja: stalno, korisno, opterećenje snijegom, opterećenje vjetrom, incidentno i seizmičko opterećenje.

Stalno opterećenje čine težine same konstrukcije, nekonsruktivnih elemenata, obloga i pritisak zemljišta. Korisno opterećenje je definisano standardom SRPS U.C7.–121/1988 [3] u funkciji namjene prostora. Opterećenje snijegom je definisano Privremenim tehničkim propisima za opterećenje zgrada [3] i iznosi 0,75 kN/m<sup>2</sup> osnove krova za dio krova sa nagibom  $\sim 0^\circ$ . Dejstvo vjetra je sračunato prema Pravilniku [5] (zgrada spada u velike krute zgrade). Incidentno opterećenje je definisano Pravilnikom o tehničkim normativima za skloništa [3], a seizmičko opterećenje je sračunato statički ekvivalentnom metodom, prema Pravilniku o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima [3], (II kategorija objekta, II kategorija tla, VIII seizmička zona).

### 2.4. Proračun konstrukcije

Konstrukcija je modelirana prostornim modelom u programskom paketu Tower 6.0 (sl. 2), korišćenjem linijskih i površinskih elemenata. Korišćeni su konačni elementi veličine 50x50 cm.

Tlo je modelirano kao Vinklerovo, sa koeficijentom posteljice 20 MN/m<sup>2</sup>. Sopstvena težina konstrukcije i seizmičko opterećenje generisani su softverski, a vrijednosti sopstvenih perioda oscilovanja su dobijeni modalnom analizom. Ostala opterećenja su aplicirana kao linijski i površinski raspodijeljena, saglasno analizi opterećenja, posebno za svaki slučaj opterećenja.

Nakon nanošenja opterećenja, izvršen je proračun konstrukcije primjenom programa Tower 6.0, čime su dobijene veličine svih statičkih uticaja u elementima konstrukcije, pomjeranja tačaka konstrukcije i dr.



Slika 2. Izgled modela konstrukcije u izometriji

### 2.5. Dimenzionisanje i armiranje

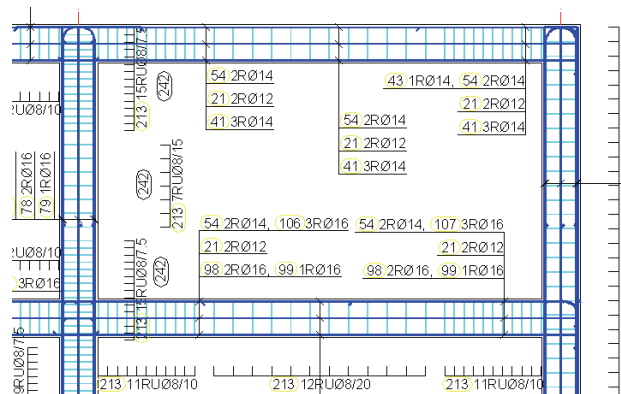
Projektom su predviđene dvije marke betona, MB 45 za stubove prve tri etaže (podrum, prizemlje i prvi sprat) i MB40 za stubove preostalih etaža, do vrha objekta. Za sve ostale elemente konstrukcije koristi se marka betona MB40. Upotrebljava se jedna vrsta armature RA400/500. Svi elementi su dimenzionisani saglasno važećim propisima [1], [3], prema uticajima mjerodavnih graničnih kombinacija opterećenja, za šta je iskorišćena opcija korišćenog softvera.

Grede su dimenzionisane kao jednostruko ili dvostruko armirane, dok su stubovi dimenzionisani kao koso savijani, obostrano simetrično armirani. AB zidovi su dimenzionisani saglasno Pravilniku [1] i [3]. Zidovi za ukrućenje su dimenzionisani kao visoke konzolne grede.

U stubovima i zidovima za ukrućenje je izvršena kontrola dopuštenih normalnih napona definisanih Pravilnikom [3]. Sprovedena je i kontrola dopuštenih napona u tlu definisanih geomehaničkim elaboratom. Kontrolisan je ugib greda na kritičnim mjestima. Ugib je sračunat pomoću softvera i dobijena je manja vrijednost ugiba od one koja je dopuštena Pravilnikom [1].

Na osnovu potrebe za armaturom dobijene dimenzionisanjem, usvojena je armatura i napravljeni su planovi armiranja, u skladu sa pravilima armiranja (sl. 3).

Dimenzionisanje svih krovnih pozicija je izvršeno metodom dozvoljenih napona.



Slika 3. Detalj plana armiranja rama u osi D

### 3. PROBLEMATIKA PROJEKTOVANJA

Projektovanje konstrukcije je praćeno novim problemima koji su u hodu rješavani. Početne dimenzije kao i usvojene marke betona su u toku procesa izrade projekta korigovane a razlozi su sledeći:

1. Problem dopuštemih normalnih napona u stubovima. Pravilnikom [3] se ogranićava vrijednosti normalnih napona u stubovima. Početne vrijednosti marki betona kao i dimenzije stubova nisu zadovoljavale, rješenje je bilo povećanje dimenzija presjeka stubova u kritićnim etažama kao i povećanje marke betona. Opis razlika je dat u poglavlju 2.2 i 2.5.

2. Problem probijanja temeljne ploće u kritićnom presjeku. Prema pravilniku [1] ovaj problem je riješen povećanjem debljine temeljne ploće na  $d = 70$  cm kao i usvajanjem dodatne armature (uzengija) u području kritićnog presjeka sa ciljem da prihvati prekoraćene smiće napone.

### 4. OPLATE

#### 4.1 Vrste oplata

Osnovni zadatak oplata jeste da prihvati i oblikuje svježju betonsku masu, vibracijama pretvorenu u gust fluid i da joj projektovane dimenzije i saćuva ugrađen beton od mogućih štetnih uticaja sve dok ne postigne željene mehanićke i druge karakteristike i bude sposobna da prihvati eksploataciono opterećenje.

Zahtjevi koje moraju ispunjavati elementi oplata:

- da prihvate i prenesu opterećenje od svježeg betona,
- da je ploća koja je u dodiru sa svježim betonom nepropusna,
- da su svi materijali od kojih su izrađeni elementi oplata vodootporni, što podrazumeva da pod uticajem vode i vlage ne menjaju fizićka svojstva,
- rešenje oplatnih elemenata moraju omogućiti taćno nameštanje pri postavljanju i dovođenju u projektovani položaj,
- elementi moraju biti prilagodljivi i omogućiti izradu razlićitih oblika i dimenzija betonskih konstrukcija,
- rešenje povezivanja, sklapanja i skidanja oplatnih elemenata trebaju omogućiti laganu manipulaciju uz utrošak ljudskog rada,
- propisan broj upotrebe.

Oplate mogu biti izvedene kao:

- klasićna rezana drvena graća,
- ploće od industrićskih preraćdenih drvenih materijala,
- ploće od lepljenog drveta,
- vodootporne šper-ploće,
- ploće od ćelićnih limova,
- armirani poliester,
- savremeni oplatni sistemi
- tunelska oplata,
- klizna oplata,
- samopodizajuća oplata,
- oplata za struktur beton,
- ugraćena oplata,
- oplata za kasetiranje ploća,
- oplate za tunele, mostove i brane,
- oplate za prefabrikaciju nosaća,
- oplate izraćdene od gume,

- oplate za stubove i grede,
- prenosne oplate za zidove,
- oplatni stolovi.

#### 4.2 Uređaji za regulaciju i pridržavanje

Kada se postavi oplata bilo koje vrste, pre pritezanja mora se proveriti i dovesti na projektovanu visinu i vertikalnost. Nakon oćvršćavanja betona oplata se mora postepeno popustati bez trzaja i udara, kako bi betonska konstrukcija preuzela opterećenje. Svaki oplatni sklop mora sadržati ugraćena rešenja za regulaciju i pridržavanje. Kod izbora oplata potrebno je posvetiti paćnju na ove uređaje kao i na ostale delove oplata:

- podupiraći i skele za oplate,
- radne staze i zaštitne ograde,
- radne merdevine.

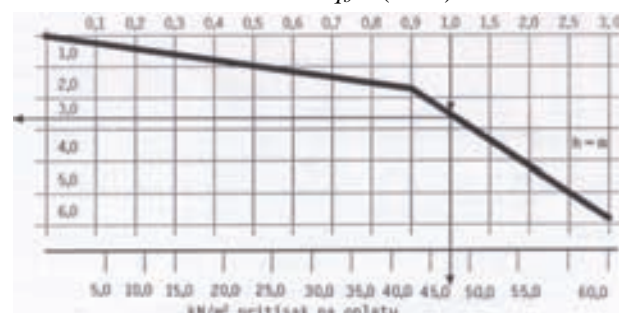
#### 4.3 Opterećenje i dimenzionisanje elemenata oplata

Pri izradi betonskih konstrukcija oplatni elementi izloćeni su razlićitim vrstama opterećenja, po oplatama se kreću radnici, pada snijeg, uticaji vjetra kada nisu opterećeni svježim betonom su veoma bitni. Svjež beton je vrlo tećak materijal koji se u zidovima kod vibriranja ponaša kao fluidni materijal, pod opterećenjem oplata se ne smije deformisati i oćtetiti. Svaka deformacija na oplati se oslikava na betonsku konstrukciju, dobro dimenzionisati znaći prije svega sagledati moguća opterećenja koja će djelovati na konstrukciju.

##### 4.3.1 Opterećenja oplatnih elemenata

Na oplatu u toku izrade betonske konstrukcije djeluje više vrsta opterećenja, sopstvena tećina  $q_v$ , radno, pokretno opterećenje  $q_r$ , slućajno opterećenje  $q_s$ , opterećenje od svježeg betona, opterećenje vjetrom se raćuna po obrascu  $V = C \times W \times F$ , gde je  $C$  izloćenost oplatnog elementa vjetru,  $W$  opterećenje od vjetra prema propisima,  $F$  izloćena površina. Opterećenje vjetra  $W$  uzima se prema tehnićkim propisima za opterećenja objekta vjetrom, a zavisi od nadmorske visine, izloćenosti objekta i zone vetra.

Ukoliko se ne sprovodi detaljna analiza moće se sa sigurnoću uzeti za objekte do 30 m,  $W = 1,5$  kN/m<sup>2</sup>, a za veće visine  $W = 1,7$  kN/m<sup>2</sup>. Pritisak vjetra nastoji vertikalne oplate oboriti, a horizontalne podići, savremenim naćinom povezivanja oplata i podupiranjem kosnicima oplatni sklopovi se osiguravaju od prevrtanja. Opterećenje od svježeg betona, prilikom ugraćnje i vibriranja betona u oplatama se javljaju velika opterećenja, koja se moraju sagledati i taćno odrediti kako ne bi došlo do popuštanja ili deformacije oplata. Po naćinu djelovanja razlikuju se horizontalna i vertikalna opterećenja. Opterećenje svježim betonom moće se izraziti kao  $q_b = (Y \times h) \times k$ .

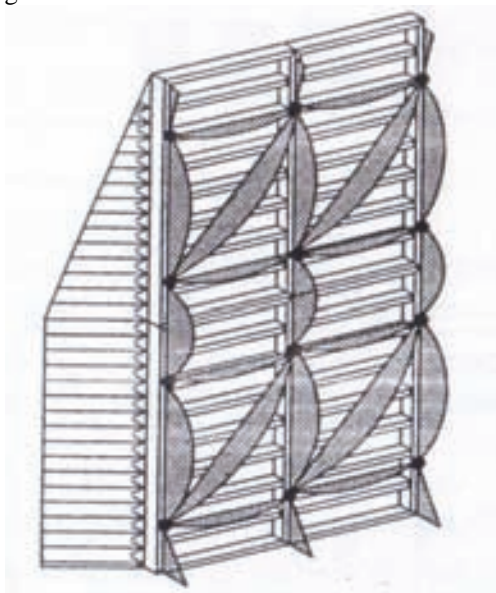


Slika 6. Pritisak betona na oplatu

Brojnim istraživanjima ustanovljeno je da veličina opterećenja od ugradnje i vibriranja betona u oplatama zavisi od mnogih činjenica, među dominantnim su *brzina betoniranja* - izražavamo je u m/h; konstatujemo da se maksimalni pritisak betona na oplatu smanjuje pri sporijem radu jer se javlja efekat početnog vezivanja koji silama između čestica agregata kompezuje dio horizontalnog pritiska svježeg betona, *temperatura betona* u trenutku ugrađivanja (najčešće u intervalu od 5 do 30°C), utiče na brzinu vezivanja pa i na redukciju pritiska betona.

#### 4.3.2 Dimenzionisanje elemenata oplata

U zavisnosti od položaja pojedinačnih elemenata u oplatom sistemu, svaki dio preuzima određena opterećenja i prenosi ih na druge djelove ili oslonce. Da bi sistem elemenata mogao pravilno funkcionisati mora preuzeti opterećenje i odgovoriti namjeni, svi elementi oplata i međusobne veze statički se dimenzionišu prema pripadajućem opterećenju. Dimenzionisanje elemenata i veza radi se poznatim statičkim postupcima u zavisnosti od kakvog su materijala, a preporučljivo je se držati određenih pravila vezanih za opladne konstrukcije. Opladne ploče i podkonstrukcije, ponašaju se kao kontinualni nosači preko više polja ili kao slobodno oslonjene grede na dva oslonca.



Slika 7. Opterećenje i momenti savijanja

Navedeni elementi izloženi su momentima savijanja i aksijalnom silom u zavisnosti od položaja u konstrukciji. Kod proračuna statičkih uticaja i raspodele opterećenja po elementima koriste se pojednostavljene šeme koje su na strani sigurnosti.

Svi nosači koji su izloženi savijanju posmatraju se kao proste grede, a sve veze oplata kao zglobne. Moment savijanja se dobija po poznatom izrazu  $M = ql^2/8$ . Kod dimenzionisanja elemenata moguća su dva pristupa, proračunava se ugib pod opterećenjem i opladni element, pretpostavi se ugib koji zadovoljava u pogledu izgleda ili namene betonske konstrukcije.

Dimenzionisanje prema zadatom ugibu se gotovo isključivo koristi kod dimenzionisanja opladnih elemenata a izrada sa dodatkom primenjuje se kod velikih raspona greda ili ploča. Ukoliko se unapred odabere prihvatljiv ugib konstrukcije opladnog sistema, moguće je dobiti

krutost nosača koji će osigurati izabrani ugib konstrukcije pod opterećenjem. Primer, kod proste grede ugib se dobija  $f = (1/384EI) \times (5ML^2)$ . Navedenim postupkom dobijaju se veoma kruti elementi opladnih konstrukcija, fabrički elementi dimenzionisani navedenim postupkom.

## 5. ZAKLJUČAK

Fazi prijetovanja armiranobetonskog objekta je neophodno pristupiti krajnje ozbiljno. Obzirom da od kvaliteta urađenog projekta zavisi brzina same izgradnje a kasnije i funkcionalnost i upotrebljivost datog objekta. Neophodno je naglasiti da iskustvo projektanta igra ogromnu ulogu u kvalitetu i trajanju izrade projekta. Bogato prethodno iskustvo omogućava da se izbjegnepotrebne iteracije u proračunu elemenata konstrukcije i da se objedine sve faze, počev od izrade projekta, otvaranja gradilišta, izgradnje, pa do predaje na upotrebu izgrađenih objekata kranjem korisniku.

Izbor adekvatne oplata za armirano-betonske elemente konstrukcije je možemo reći od presudnog značaja za kvalitetno izvođenje radova, dobijanje potpuno funkcionalne i vizuelno prihvatljive konstrukcije. Iz tog razloga je neophodno prilikom pripreme i organizacije gradnje objekta ovoj oblasti pristupiti krajnje ozbiljno i dobro izanalizirati sve sve faktore koji utiču na izbor adekvatne oplata, kako u pogledu ekonomske isplativosti tako i zbog obezbeđivanja kvaliteta konstrukcije i bezbjednosti prilikom izvođenja radova.

Dakle, baviti se konstruisanjem armiranobetonskih objekata zahtjeva i planiranje i praćenje same tehnologije izgradnje jer se samo na taj način mogu ostvariti planirani rezultati.

## 6. LITERATURA

- [1] Grupa autora, "Beton i armirani beton prema BAB87, knjiga 1", Beograd, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, 1995.
- [2] Grupa autora, "Beton i armirani beton prema BAB87, knjiga 2", Beograd, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, 1995.
- [3] „Tehnički propisi '86, 2. knjiga”, Beograd, Centar za radničko samoupravljanje, 1986.
- [4] Ž. Radosavljević, D. Bajić, „Armirani beton 3”, Beograd, IRO Građevinska knjiga, 1988.
- [5] "SRPS U.C7.110-113 (Pravilnik br. 15/01-149/116 od 1991-08-07)", Savezni zavod za standardizaciju, Službeni list SFRJ, br.70/91
- [6] Milan Milojević "Građevinski kalendar 1998", Beograd, novembar 1997.
- [7] Dražen Aničić, Peter Fajfar, Boško Petrović, Antun Szavits-Nossan, Miha Tomažević, "Zemljotresno inženjerstvo - visokogradnja", Beograd, DIP Građevinska knjiga, 1990.

### Kratka biografija:



**Borislav Bojić** rođen je 1984. god. u Bijeljini, Republika Srpska. Studirao na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu na Departmanu za građevinarstvo, usmjerenje konstrukcije. Master rad iz predmeta Betonske konstrukcije odbranio je 2016. god.

**ANALIZA VREMENA I TROŠKOVA REALIZACIJE RADOVA NA ŠKOLSKIM OBJEKTIMA U OKVIRU PROGRAMA MODERNIZACIJE ŠKOLA****ANALYSIS TIME AND COST OF IMPLEMENTATION OF WORKS ON SCHOOL FACILITIES UNDER THE PROGRAM OF MODERNIZATION OF SCHOOLS**

Dragana Marinković, Vladimir Mučenski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

**Kratak sadržaj** – U okviru rada izvršena je analiza vremena i troškova izvođenja radova na izgradnji, rekonstrukciji i adaptaciji školskih objekata u okviru Programa modernizacije škola. Predstavljene su problemi koji su uzrokovali povećanje troškova i kašnjenje pri izvođenju radova na datim školskim objektima. Takođe, predstavljene su neke od tehnika i metoda analize vremena trajanja građevinskih projekata, kao i neki od modela procjene troškova projekta.

**Abstract** – In the framework of an analysis of the time and cost in construction, reconstruction and renovation of school facilities within the program of modernization of schools. Presented are problems that have caused an increase in costs and delay in execution of works of the respective school facilities. Also, here are some of the techniques and methods of analysis of the duration of construction projects, as well as some of the models estimated costs of the project.

**Ključne reči:** Vrijeme, troškovi, izvođenje radova, rekonstrukcija, adaptacija, školski objekti.

**1. UVOD**

Predmet ovog master rada je analiza vremena i troškova izvođenja radova na izgradnji, rekonstrukciji i adaptaciji školskih objekata u okviru Programa modernizacije škola, koje finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja u saradnji sa Evropskom investicionom bankom. U radu su detaljno analizirani problemi vezani za završetak projekta sa predviđenim finansijskim sredstvima i u predviđenom vremenu. Takođe, u radu su predloženi određeni alati i tehnike čija primjena bi omogućila blagovremeno sagledavanje problema, koji su ugrozili završetak radova u ugovorenom roku i po ugovorenoj cijeni. Cilj rada je da se predstave problemi koji su uzrokovali povećanje troškova i kašnjenje na izvođenju radova, kao i alati i tehnike koje se danas koriste za upravljanje i kontrolu vremena i troškova projekta. Primjena tih tehnika omogućuje unapred sagledavanje procesa izvođenja radova, kao i potrebno vrijeme i finansijska sredstva da bi se ti radovi završili. Takođe, cilj rada je da se predstave mjere i blagovremene odluke koje bi mogle smanjiti ili čak eliminisati nastale dodatne troškove i zastoje pri izvođenju radova.

**NAPOMENA:**

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

**2. VRIJEME GRAĐENJA**

Pod faktorom vrijeme u građevinarstvu se uglavnom podrazumjeva uticaj koji ono može da ima ukoliko njegova vrijednost varira. Ukoliko je rok građenja objekta duži povećavaju se tzv. stalni troškovi, a ukoliko se rok građenja skрати povećavaju se troškovi mehanizacije (zbog potrebe uključenja većeg broja mašina), kao i troškovi pripremnih radova. Takođe, skraćanjem roka građenja objekat se ranije pušta u eksploataciju, pa se na taj način ranije otplaćuje. Zbir dejstva navedenih faktora koji djeluju recipročno ima svoj optimum, koji sa jedne strane odgovara minimalnim troškovima, a sa druge strane optimalnom roku. Danas postoje razne tehnike i metode za analizu vremena trajanja građ. projekta.

**2.1. Tehnika mrežnog planiranja**

Tehnika mrežnog planiranja je grafičko – računarska metoda za predstavljanje procesa rada, kao i njegovo planiranje. Bazirana na strogim logičkim vezama pojedinih aktivnosti TMP omogućuje: koncentraciju pažnje rukovodećeg tima projekta na kritične aktivnosti, koje imaju snažan uticaj na izvršenje cijelog zadatka i kontinualno praćenje uticaja pomjeranja rokova izvršenja pojedinih aktivnosti na pomjeranje rokova cijelog projekta, kao i preciznu ekonomsku analizu posljedica koje ta pomjeranja izazivaju. [2]

Tehnika mrežnog planiranja obuhvata sljedeće tri faze rada: analiza strukture, analiza vremena i optimizacija. U prvoj fazi TMP (analiza strukture) obrađuje se tehnologija izvršenja radova na objektu, a pojedine vrste radova („aktivnosti“) predstavljaju se grafičkim putem i konstruše se mrežni plan. Cilj izrade mrežnog plana je pronalaženje optimalne „strategije“, tj. načina i redoslijeda izvršenja nekog projekta. To znači da od mogućih tehnologija treba odabrati onu koja će biti optimalna. U drugoj fazi (analiza vremena) konstruisanom mrežnom planu daje se vremenska dimenzija. Za svaku definisanu aktivnost potrebno je odrediti vrijeme izvršenja. Analiza vremena može se vršiti na sljedeće načine: deterministički – CPM metoda, stohastički – PERT metoda. Treća faza (optimizacija) predstavlja suštinu TMP i tek joj ona daje pun smisao. U ovoj fazi vrši se proučavanje odnosa troškovi – vrijeme, odnosno promjena troškova u funkciji vremena, pri čemu se mogu postaviti dva cilja: da se pojeekat izvede za najkraće moguće vrijeme, a uz to za najmanje povećanje troškova ili da se realizacija projekta izvrši uz minimalne troškove, čemu odgovara neko vrijeme izvršenja, koje nazivamo optimalno.

## 2.2. GANTOGRAM

Gantogrami ili Ganttovi dijagrami (osmislio inženjer Henry Gantt 1917.god.) su linijski (grafički) planovi koji se u našoj građevinskoj praksi još uvijek daleko najviše koriste. Metoda gantogram je ortogonalan grafički plan koji ne daje tehnološke i organizacione veze između aktivnosti, što je karakteristika TMP. [3]

Aktivnosti u gantogramu prikazuju se u vidu izduženih pravougaonika u X-Y dijagramu, pri čemu dužina pravougaonika predstavlja vrijeme trajanja aktivnosti koju pretstavlja. Gantogrami omogućavaju lako sagledavanje plana roka građenja. Takođe, veoma lako i pregledno može se na gantogramu prikazati vrijeme realizacije aktivnosti, odnosno proces realizacije i poređenje sa planiranim.

## 2.3. Metoda ciklograma

Ciklogrami su specifična vrsta ortogonalnih planova, koja je posebno pogodna za prikazivanje i planiranje radova koji se izvode kontinualno – ciklički (prefabrikacija, montaža). Uslov da bi se ova metoda mogla primjeniti je taj da se radni proces pri izgradnji objekta obavlja ciklično, što znači da se količina radova, angažovanih resursa i vrijeme trajanja pojedinih ciklusa veoma malo razlikuju. Takođe, jedan od uslova da bi se ova metoda mogla primjeniti je taj da se objekat za koji se vrši planiranja može podijeliti na veći broj približno jednakih dijelova i da objekat ima jednu posebno izraženu dimenziju. [3]

## 3. CIJENA IZGRADNJE OBJEKTA

Procedure kao i specifični zahtjevi tržišta, a u skladu sa okruženjem, determinišu cijenu izgradnje kao i faktore rizika prilikom izgradnje objekata. U oblasti građevinarstva jedan od najbitnijih elemenata je formiranje, odnosno određivanje cijene građenja objekata.

### 3.1. Troškovi građenja

Direktni troškovi su troškovi koji se mogu direktno povezati sa izradom proizvoda i pružanjem usluga na projektu. Oni predstavljaju troškove ugovorene stavke tj. troškove koji su iskazani i analizirani kroz normative i standarde i njihova veličina zavisi od obima ugovorene stavke. Indirektni troškovi su troškovi koji nisu direktno povezani sa izradom proizvoda i pružanjem usluga na projektu, ali su indirektno povezani sa njegovim izvođenjem. Pored direktnih i indirektnih troškova, treba uzeti u obzir i kamate za angažovana sopstvena sredstva, troškove transfera novca, premije i osiguranja kod osiguravajućih društva itd. Na kraju treba predvidjeti i dobit, kako za pokrivanje troškova matičnog privrednog društva, tako i čistu dobit. [5]

Zbir direktnih, indirektnih i dodatnih troškova predstavljaju ukupnu vrijednost troškova aktivnosti, odnosno projekta.

### 3.2. Procjena troškova

Procjena troškova je proces određivanja približne vrijednosti novčanih sredstava potrebnih za završetak aktivnosti projekta. Ona obuhvata identifikaciju i razmatranje različitih troškova nastalih da bi se projekat

započeo i izvršio. Procjene troškova su uglavnom izražene u novčanim jedinicama, a mogu se koristiti i druge jedinice mjerenja (čovjek/sat, čovjek/dan).

Procjena troškova može se izvršiti formiranjem i korišćenjem različitih modela troškova. U [4] dati su različiti modeli procjene troškova građenja, a samo neki su opisani u ovom radu. U teoriji i praksi najčešće se sreću sljedeći modeli, odnosno tehnike za procjenu troškova:

- gruba procjena na osnovu veličine ili kapaciteta objekta,
- procjena po elementima – funkcionalnim grupama radova,
- parametarski model,
- model troškovno značajnih pozicija radova,
- model zasnovan na predmjeru i predračunu radova,
- model zasnovan na aktivnostima i utrošku resursa.

#### 3.2.1. Gruba procjena troškova na osnovu veličine ili kapaciteta objekta

Zadatak grube procjene troškova je da se odredi veličina troškova realizacije projekta, na osnovu pozantog obima radova i osnovnih uslova realizacije. Kao mjera obima radova najčešće se uzima kapacitet ili površina (zapremina objekta). Ova tehnika za procjenu troškova bazira se na iskustvu sa izgradnje ranije izvedenih sličnih objekata i obično se izražava zbirno uz par ključnih pokazatelja bez ulaženja u detaljnu strukturu troškova.

#### 3.2.2. Procjena po elementima

U okviru elementarnog modela procjena troškova se vrši po elementima objekta. Kao elementi objekta prilikom analize troškova mogu da se usvoje dijelovi objekta, sistemi u objektu, kao i troškovno karakteristične grupe radova ili aktivnosti. Elementi treba da ispune uslov lakog uočavanja i izdvajanja u tehničkoj dokumentaciji.

#### 3.2.3. Parametarski model

Primjenom ovog modela procjena troškova vrši se korišćenjem matematičkih formula u kojima su troškovi dati u f-ji jedne ili više nezavisnih promjenljivih (parametara), koji značajno utiču na ukupne troškove izgradnje. Parametri mogu da opisuju fizičke osobine ili performanse gotovog objekta. Do matematičke veze između troškova i parametara, kao što su visina, kapacitet ili spratnost objekta, dolazi se statičkim proučavanjem istorijskih podataka.

#### 3.2.4. Predmjer i preračun radova

Predmjer radova je dokument koji definiše obim posla po vrstama radova (poziciji radova). Predmjer predstavlja spisak pozicija rada sa kodom, opisom pozicije, jedinicom mjere i količinom. Analizom troškova po pozicijama i odgovarajućim proračunom formira se predračun radova. Ukupni troškovi realizacije projekta primjenom ovog modela baziraju se na proračunatim jediničnim troškovima za svaku usvojenu poziciju rada. Smatra se da se tačnost procjene troškova primjenom ovog modela kreće u granicama  $\pm 5-8\%$ , pri čemu je mnogo češće potcjenjivanje nego precjenjivanje troškova.

#### 4. ANALIZA VREMENA I TROŠKOVA REALIZACIJE RADOVA NA ŠKOLAMA

U radu su opisani i objašnjeni, sa aspekta vremena i troškova izvođenja radova, samo neki od školskih objekata koji su obuhvaćeni Programom modernizacije škola. Kod svih objekata obuhvaćenih ovim programom, za procjenu troškova korišten je model procjene troškova zasnovan na predmjeru i predračunu radova. Zbog lošeg sagledavanja radova, u okviru predmjera, kao i količina pojedinih pozicija rada, javljaju se nepredviđeni radovi, manjak i višak radova. Nepredviđeni radovi javljaju se na svim školskim objektima izazivajući vremenski zastoje uslijed njihovog ugovaranja Aneks ugovorom.

Vremenski plan izvođenja radova, definisan od strane izvođača radova, dat je u obliku Excel tabele. U okviru

ovog vremenskog plana radovi su prikazani grupno, bez rasčlanjivanja na pojedine aktivnosti, a njihovo trajanje je dato u nedjeljama bez datuma početka i završetka njihovog izvođenja. Takođe, između radova nije definisana međusobna uslovljenost – logička veza. Ovakav vremenski plan je nepotpun i neiskoristiv, a za njegovu izradu možemo reći da je korišteno samo iskustvo iz prethodnih, sličnih projekata, a mnogobrojne tehnike koje se danas koriste za izradu detaljnih vremenskih planova nisu primjenjene.

Nepredviđeni radovi, koji su se javili kod svih školskih objekata ugovoreni su Aneks ugovorom, pa je kao novi datum završetka radova na svim školama određen 11.6.2016. godine.

Tabela 1. Troškovi realizacije radova na školama

Škole obuhvaćene Programom modernizacije škola	Osnovni ugovor	Aneks ugovora	Realni podaci nakon izvođenja	Procenat realizovanih ugovorenih rad. na osnovu privremene situacije (%)
OŠ „Dušan Popović“, Kaludra	27931,50 €	46942,00 €	32676,87 €	69,61 %
OŠ „Dušan Popović“, Prevešt	30465,52 €	47636,64 €	35795,30 €	75,14 %
OŠ „Dušan Popović“, Šljivica	36276,53 €	39491,85 €	26572,59 €	67,29 %
OŠ „Dušan Popović“, Belušić	244265,16 €	259330,47 €	169764,82 €	65,46 %
OŠ „Jovan Jovanović Zmaj“, Rutevac	66893,69 €	94128,13 €	77756,96 €	82,61 %
OŠ „Jovan Jovanović Zmaj“, Crkvenac	90304,21 €	97999,75 €	87027,25 €	88,80 %
OŠ „Mitropolit Mihajlo“, Sokobanja	74809,56 €	82148,28 €	79955,33 €	97,33 %
OŠ „Đorđe Jovanović“, Selevac	212845,60 €	242327,65 €	212353,18 €	87,63 %
OŠ „Sestre Radović“, Belosavci	65895,15 €	70290,04 €	54674,29 €	77,78 %
OŠ „Stevan Nemanja“, Vojska	74805,79 €	59022,53 €	55186,95 €	93,50 %
OŠ „Stevan Nemanja“, Stenjevac	35799,90 €	40768,95 €	40335,90 €	98,94 %
SŠ „Ekonomsko-trgovinska škola“, Kraljevo	82682,46 €	87885,27 €	87353,76 €	99,40 %
<b>Ukupno</b>	<b>1042975,07 €</b>	<b>1167971,56 €</b>	<b>959453,20 €</b>	<b>82,15 %</b>

Školski objekti koji su završeni u predviđenom vremenskom roku, odnosno do 11.6.2016. su: OŠ „Jovan Jovanović Zmaj“, Rutevac, OŠ „Jovan Jovanović Zmaj“, Crkvenac, OŠ „Mitropolit Mihajlo“, Sokobanja, OŠ „Sestre Radović“, Belosavci, OŠ „Stevan Nemanja“, Vojska i OŠ „Stevan Nemanja“, Stenjevac. Ipak, ovaj datum završetka radova kod nekih škola nije ispunjen zbog nedovoljno ugovorenih količina radova i/ili pojave nepredviđenih radova. Iz tih razloga, za ove školske objekte, pristupilo se sklapanju Ankes 2 ugovora, kojim će se odrediti novi datum završetka radova. Potreba za sklapanjem Aneks 2 ugovora javlja se kod sledećih školskih objekata: OŠ „Dušan Popović“, Kaludra, OŠ „Dušan Popović“, Prevešt, OŠ „Dušan Popović“, Šljivica, OŠ „Dušan Popović“, Belušić, OŠ „Đorđe Jovanović“, Selevac i SŠ „Ekonomsko-trgovinska škola“, Kraljevo. Aneks 2 ugovora još nije zaključen i takođe se sklapa za sve škole zajedno.

Tabelarni prikaz troškova realizacije radova na školama obuhvaćene Programom modernizacije škola, ugovorenih osnovnim i aneks ugovorom, kao i prikaz realnih podataka nakon izvođenja radova na osnovu privremene situacije i određenog procenta realizacije ugovorenih radova, dat je u tabeli 1. Prema privremenoj situaciji vrši se obračun troškova realizacije radova do 90% od vrijednosti ugovorenih radova. Ostatak se obračunava po okončanoj situaciji. Takođe, obračun se vrši za sve škole zajedno, a ne pojedinačno. Prikaz planirane i ostvarene vremenske realizacije radova za sve školske objekte dat je u tabeli 2.

Tabela 2. Vrijeme realizacije radova na školama

Škole obuhvaćene Programom modernizacije škola	Planirano		Realizovano		Napomene/status gradilišta na dan 15.8.2016. godine
	Početak rad.	Završetak rad.	Početak rad.	Završetak rad.	
OŠ „Dušan Popović“, Kaludra	do 1.8.2015.	8 ned. osnovni 11.6.2016. aneks	29.7.2015.	Nije završen, Aneks 2	Pojava nepredviđenih radova – sklapanje Aneks 2 ugovora / Otvoreno grad.
OŠ „Dušan Popović“, Prevešt	do 1.8.2015.	8 ned. osnovni 11.6.2016. aneks	29.7.2015.	Nije završen, Aneks 2	Pojava nepredviđenih radova – sklapanje Aneks 2 ugovora / Otvoreno grad.
OŠ „Dušan Popović“, Šljivica	do 1.8.2015.	9 ned. osnovni 11.6.2016. aneks	29.7.2015.	Nije završen, Aneks 2	Pojava nepredviđenih radova – sklapanje Aneks 2 ugovora / Otvoreno grad.
OŠ „Dušan Popović“, Belušić	do 1.8.2015.	24 ned. osnovni 11.6.2016. aneks	29.7.2015.	Nije završen, Aneks 2	Pojava nepredviđenih radova – sklapanje Aneks 2 ugovora / Otvoreno grad.
OŠ „Jovan Jovanović Zmaj“, Rutevac	do 1.8.2015.	12 ned. osnovni 11.6.2016. aneks	30.7.2015.	11.6.2016.	Svi ugovoreni radovi završeni / Zatvoreno grad.
OŠ „Jovan Jovanović Zmaj“, Crkvenac	do 1.8.2015.	11 ned. osnovni 11.6.2016. aneks	20.8.2015.	23.5.2016.	Svi ugovoreni radovi završeni / Zatvoreno grad.
OŠ „Mitropolit Mihajlo“, Sokobanja	do 1.8.2015.	8 ned. osnovni 11.6.2016. aneks	30.7.2015.	25.5.2016.	Svi ugovoreni radovi završeni / Zatvoreno grad.
OŠ „Đorđe Jovanović“, Selevac	do 1.8.2015.	12 ned. osnovni 11.6.2016. aneks	3.8.2015.	Nije završen, Aneks 2	Pojava nepredviđenih radova – sklapanje Aneks 2 ugovora / Otvoreno grad..
OŠ „Sestre Radović“, Belosavci	do 1.8.2015.	12 ned. osnovni 11.6.2016. aneks	6.8.2015.	30.5.2016.	Svi ugovoreni radovi završeni / Zatvoreno grad.
OŠ „Stevan Nemanja“, Vojska	do 1.8.2015.	10 ned. osnovni 11.6.2016. aneks	7.9.2015.	24.11.2015.	Radovi završeni. Nepredviđeni rad. izvedeni prije nego što su ugovoreni Aneksom / Zatvoreno grad.
OŠ „Stevan Nemanja“, Stenjevac	do 1.8.2015.	10 ned. osnovni 11.6.2016. aneks	1.8.2015.	7.10.2015.	Radovi završeni. Nepredviđeni rad. izvedeni prije nego što su ugovoreni Aneksom / Zatvoreno grad.
SŠ „Ekonomsko-trgovinska škola“, Kraljevo	do 1.8.2015.	12 ned. osnovni 11.6.2016. aneks	4.8.2015.	6.8.2016.	Radovi završeni. Neugovorene količine rad. izvedene prije nego što su ugovorene Aneksom 2 / Zatvoreno grad.

## 5. ZAKLJUČAK

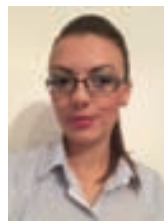
Analizom literature iz oblasti upravljanja vremenom i troškovima projekta, uočeno je da danas postoje razne metode i tehnike, kao i računarski programi, koji nam pomažu i olakšavaju postizanje postavljenih ciljeva projekta. Ostvarenje cilja projekta u mnogome zavisi od ispravne procjene troškova i pravilnog budžetiranja prije početka realizacije bilo kojeg projekta, predviđeni troškovi moraju biti identifikovani i mjerljivi. Takođe, ostvarenje vremenskog roka za realizaciju projekta u mnogome zavisi od vremenskog plana, koji se dobija primjenom nekih od opisanih tehnika u radu. Nažalost, projekti često imaju loše rezultate u ispunjavanju ciljeva u pogledu troškova, kao i kod ispunjavanja vremenskih ciljeva.

## 6. LITERATURA

1. Trivunić, M., Matijević, Z.: „Tehnologija i organizacija građenja“, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2009.
2. Trbojević, B.: „Organizacija građevinskih radova“, Naučna knjiga, Beograd, 1992.

3. Kurij, K., Beljaković, D.: „Izrada planova u graditeljstvu“, Građevinska knjiga, Beograd, 2011.
4. Ivković, B., Popović, Ž.: „Upravljanje projektima u građevinarstvu“, Građevinska knjiga, Beograd 2005.
5. Čirović, G.: „Upravljanje investicijama“, Visoka građevinsko-geodetska škola strukovnih studija, Beograd, 2013.
6. Lalić, B., Marjanović, U., Miražić, D.: „Vodič kroz korpus znanja za upravljanje projektima (PMBOK®) - četvrto izdanje“, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2010.

### Kratka biografija:



**Dragana Marinković**, rođena u Bijeljini, 1991. god. Novembra 2014. god. stiče zvanje diplomiranog inženjera građevinarstva. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva – Tehnologija i organizacija građenja odbranila je 2016. godine.

**АНАЛИЗА МЕТОДА ЗА МЕРЕЊЕ УГИБА КОЛОВОЗНИХ КОНСТРУКЦИЈА  
ПОМОЋУ УРЕЂАЈА СА ПАДАЈУЋИМ ТЕРЕТОМ****ANALYSIS OF METHODS FOR PAVEMENT DEFLECTION MEASUREMENT USING A  
FALLING WEIGHT EQUIPMENT (FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER)**Дарко Ацић, Небојша Радовић, *Факултет техничких наука, Нови Сад***Област - ГРАЂЕВИНАРСТВО**

**Кратак садржај** – У раду је приказана анализа постојећих метода за мерење угиба коловозне конструкције, како статичким тако и динамичким оптерећењем. Анализиране су и методе за димензионисање појачања коловозних конструкција према измереним угибима (дефлексијама) коловозне конструкције. Практични део овог рада-појачано одржавање државног пута II-A реда број 113, деоница: Степановићево–Руменка, базира се на анализи одређивања тренутне ефективне носивости постојеће коловозне конструкције, према измереним угибима FWD-уређаја са падајућим теретом (*Falling Weight Deflectometer*). Димензионисање потребног појачања предметне деонице извршено је према смерницама *AASHTO GUIDE for DESIGN of Pavement Structures*.

**Abstract** – *The paper presents analysis of existing methods for deflection measurement of pavement construction, with static as well with dynamic load. Different methods for dimensioning of reinforcement of pavement constructions according to measured deflections of pavement constructions were analyzed. Practical part of this work presents intensified maintenance of state road IIA category no.113, Section: “Stepanovićevo-Rumenka”, based on analysis of current effective capacity of existing pavement construction, according to measured deflections by FWD-device with falling weight (Falling Weight Deflectometer). Dimensioning of necessary pavement overlays of examined subject section is being done according to AASHTO GUIDE for DESIGN of Pavement Structures.*

**Кључне речи:** *nosivost, kolovozna konstrukcija, rehabilitacija, FWD, uigib / defleksija.*

**1. УВОД**

У овом раду су анализиране методе које се користе за мерење угиба коловозне конструкције и сходно примењеној методологији прорачуни ефективне носивости коловозне конструкције.

Идеја овог рада, проистекла је из заинтересованости за веома сложеним поступцима прорачуна носивости коловозних конструкција као и развојем софтверске подршке који анализирају различите параметре неопходне за усвајање коначних закључака када су у питању техничке мере рехабилитације. База која је послужила као подлога за реализацију овог рада јесте

**НАПОМЕНА:**

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био в. проф. др Небојша Радовић.

Главни пројекат коловозне конструкције у оквиру техничке документације:

*Појачано одржавање државног пута II-A реда број 113, деоница: Степановићево – Руменка.*

**2. МЕТОДЕ МЕРЕЊА УГИБА КОЛОВОЗНЕ  
КОНСТРУКЦИЈЕ**

Према врсти оптерећења којим се изазива угиб коловозне конструкције разликују се два основна типа [1-6]:

1. Статичко оптерећење
2. Динамичко оптерећење

Када је у питању статичко оптерећење угиб коловозне конструкције може бити произведен следећим уређајима [1, 4, 6]:

1. Бенкемалнова греда
2. Лакроа дефлектограф

Угиб код динамичког оптерећења се изазива падајућим теретом на површину коловозне конструкције. Најпознатија метода односно уређај заснован на наведеном принципу јесте FWD уређај (*Falling Weight Deflectometer*).

**2.1. FWD уређај са падајућим теретом**

Тренутно је у свету, када су у питању угиби коловозних конструкција најзаступљенији уређаји са падајућим теретом због практичности употребе самог уређаја и прецизних прорачуна којим се долази до коначног циља, односно одређивања ефективне носивости коловозне конструкције.

Најпознатији произвођач оваквих уређаја је дански „DYNATEST“, (слика 1) како за флексибилне коловозне конструкције тако и за круте коловозе (аеродромске писте и рулне стазе)[7, 8].



Слика 1. FWD (*Falling Weight Deflectometer*) мул DYNATEST



Сам уређај се састоји из вучног возила, најчешће једноосовинске приколице са гредом на којој су фиксирани геофони (сензори) и системом тегова и хидрауличних пумпи које омогућавају пренос терета на релацији подизање – спуштање. Неизбежан део уређаја је рачунар са софтверском подршком којим се задају функције.

Методологија мерења је веома сложен процес те се истој, приступа пажљиво, са претодно анализираним утицајима и осмишљеним планом.

Само мерење подразумева континуално мерење угиба дуж деонице на сваких 50-100m у неким случајевима може да буде и на 200m. Мерење се састоји из три удара падајућим теретом при чему се само последње користи као меродавно у прорачунима [8].

Угиби се региструју геофонима који су постављени на греди која се спушта на површину коловоза приликом удара тегова о тло. Број геофона зависи од произвођача и најчешће је то 9 сензора на следећим растојањима од центра оптерећења:

0; 200; 300; 600; 900; 1200; 1500; 1800; 2100 mm.

Сирове податке мерења угиба неопходно је обрадити у неколико корака а све у циљу добијања јасне слике о механичком понашању коловозне конструкције.

Нормализација угиба у односу на стандардно оптерећење од 50 kN је обавезан поступак у обради, обзиром да се често на терену добијају модификоване силе удара терета о тло. Последица овога јесте неравномерно налагање плоче на површину коловоза преко које се преноси терет, чиме се спречава аксијално напрезање површине коловозе и постизање контактнoг притиска од 0.707MPa.

Угибе коловозне конструкције је неопходно кориговати и у односу на температуру самог коловоза. Стандард AASHTO 1993 предвиђа корекцију централне дефлексије односно угиба у центру оптерећења [7]. Са тим циљем приликом мерења угиба на предметној деоници неопходно је извршити и мерење температуре коловоза и то: површине коловозне конструкције и асфалтних слојева помоћу термометра и глицерина сходно смерницама датим у AASHTO GUIDE for DESIGN of Pavement Structures [7].

Потом се врши избор хомогених одсека на предметној деоници које показују униформно понашање одређених модалитета коловозне конструкције на којима ће се детаљним прорачунима извршити процена ефективне носивости и сходно томе применити одређена техничка мера рехабилитације / санације.

Практични део овог рада се односи на пројекат коловозне конструкције базиран на угибима динамичким оптерећењем, у оквиру техничке документације:

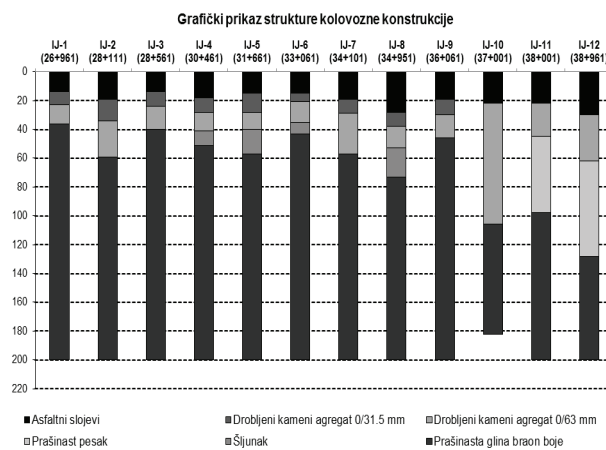
*Појачано одржавање државног пута II-A реда број 113, деоница: Степановићево – Руменка,*

те ће се у наредном поглављу приказати добијени резултати мерења помоћу уређаја FWD, као и усвојени слојеви коловозне конструкције.

### 3. ПРИМЕЊЕНА МЕТОДОЛОГИЈА МЕРЕЊА УГИБА КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ УРЕЂАЈЕМ СА ПАДАЈУЋИМ ТЕРЕТОМ

#### 3.1. Структурне карактеристике коловозне конструкције

Са циљем дефинисања структуре коловозне конструкције извршен је ископ 13 сондажних јама дубине до 2m на предметој деоници: Степановићево – Руменка. Истражни радови су неходан део, у циљу дефинисања геотехничких услова санације/рехабилитације и један од пресудних параметра који учествују у инжењерским прорачунима ефективне носивости коловозне конструкције. На следећем дијаграму дат је графички приказ истражних јама добијен картирањем слојева коловозне конструкције директно на терену.

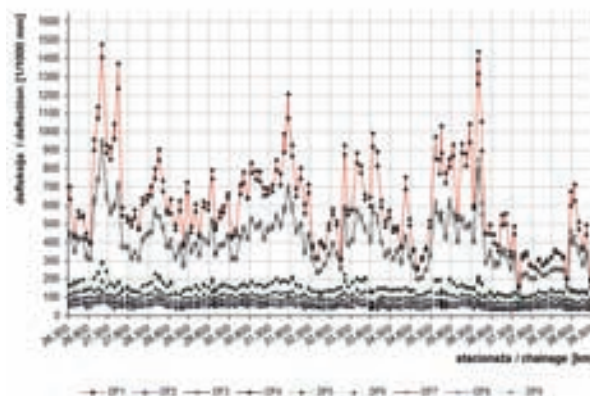


Слика 2. Графички приказ структуре коловозне конструкције на деоници Степановићево-Руменка

#### 3.2. Деформабилност коловозне конструкције

Дефлексије коловозне конструкције мерене су дефлектометром са падајућим теретом Dynatest FWD (Falling Weight Deflectometer).

За поделу према хомогеним деоницама према параметру деформабилности коришћена је метода кумулативних разлика сходно смерницама AASHTO GUIDE for DESIGN of Pavement Structures [7]. На слици 3 дат је графички приказ измерених дефлексија континуално дуж предметне деонице.

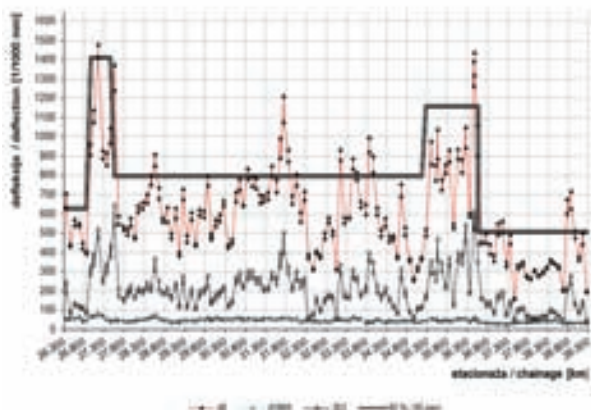


Слика 3. Дефлектограм измерених дефлексија

У циљу дефинисања хомогених деоница према параметру деформабилности спроведена је анализа три кључна параметра:

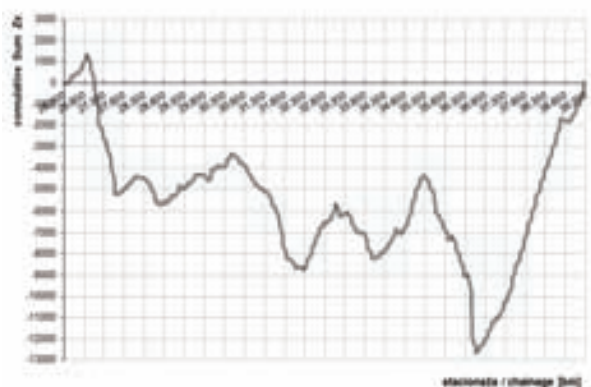
- крутост слојева од битуменом везаног материјала  $SCI_{300}$
- крутост постелјичних слојева изражаних преко дефлексије  $d_{1800}$
- укупна крутост коловозне конструкције изражене преко централне дефлексије  $d_0$ .

На слици 4 дата је анализа ова три параметра.



Слика 4. Дијаграм са упоредним приказом свих три величина дефлексија

Дијаграм кумулативних разлика централне дефлексије на основу које је извршена подела хомогених деоница дата је на слици 5.



Слика 5. Функција кумулативних разлика за предметну деоницу

У табели 1 дат је приказ усвојених хомогених деоница према параметру деформабилности:

Табела 1. Хомогена деоница за пројектовање техничких мера рехабилитација

Стационажа	Хомогена деоница	Класа резидуалне носивости
од km 26+261 до km 26+962	1	Добра резидуална носивост асфалтних слојева
од km 26+962 до km 27+656	2	Врло лоша резидуална носивост асфалтних слојева
од km 27+656 до km 35+412	3	Добра резидуална носивост асфалтних слојева
од km 35+412 до km 36+657	4	Лоша резидуална носивост асфалтних слојева
од km 36+657 до km 41+097	5	Добра резидуална носивост асфалтних слојева

### 3.3 Саобраћајно оптерећење

Саобраћајно оптерећење је срачунато према стандарду СРПС У.Ц4.010 [9], а према ПГДС-у, преузетог са званичног сајта ЈППС [8], за државни пут II-А реда број 113, деоница Степановићево – Руменка. У табели 2 дата је структура саобраћаја на основу које је проистекло укупно еквивалентно саобраћајно оптерећење.

Табела 2. Просечни годишњи дневни саобраћај за базу годину

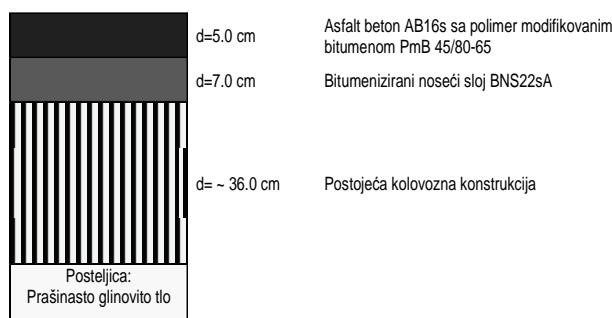
	2015	PA	BUS	LT	ST	TT	AV	UKUPNO
Учеће %	89.9	0.5	1.7	1.2	2.0	4.6		100.0
PGDS	4824	28	93	67	106	246		5364

Детаљним прорачуном саобраћајног оптерећења добијена је вредност укупног броја еквивалентних стандардних осовина од 82 kN која износи:

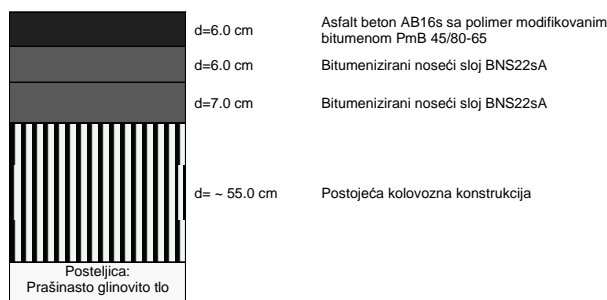
$$ECO=2,5 \times 10^6$$

### 4. РЕШЕЊА ТЕХНИЧКИХ МЕРА РЕХАБИЛИТАЦИЈЕ

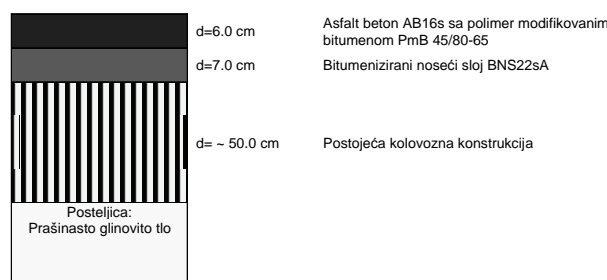
На сликама 6-10 дата су решења техничке мере рехабилитације за сваку деоницу посебно према претходно анализираним експлоатационим условима за пројектни период од 10 година.



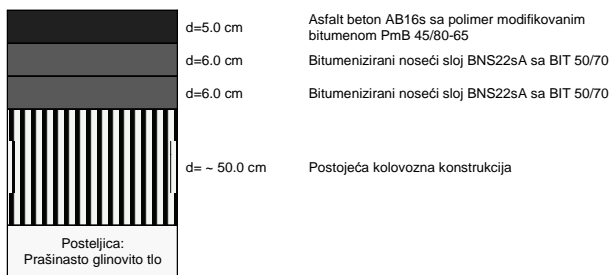
Слика 6. Хомогена деоница 1



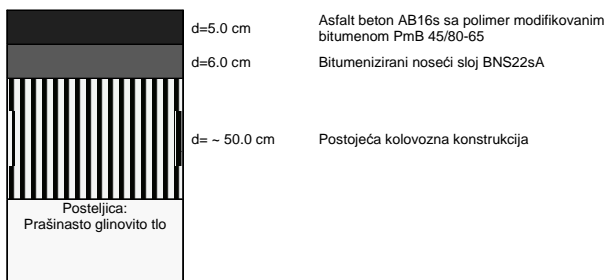
Слика 7. Хомогена деоница 2



Слика 8. Хомогена деоница 3

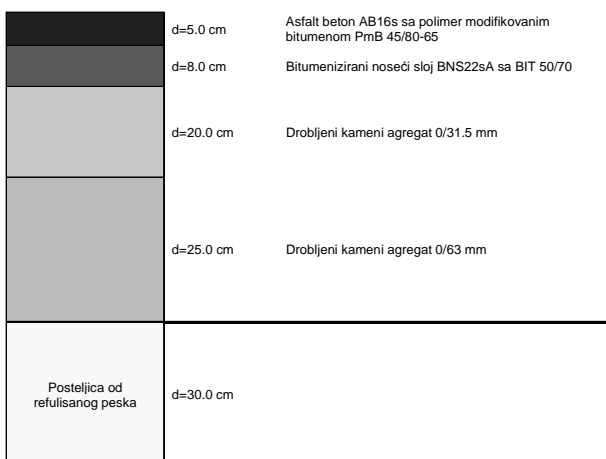


Слика 9. Хомогена деоница 4



Слика 10. Хомогена деоница 5

Новопроектвана коловозна конструкција на местима проширења је приказана на слици 11.



Слика 11. Новопроектвана коловозна конструкција

## 5. ЗАКЉУЧАК

У раду је дат осврт на методологије мерења угиба коловозних конструкција као прорачун ефективне носивости коловозне конструкције сходно примењеној методи мерења угиба коловозне конструкције.

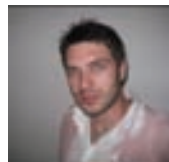
Последње деценије наведене методе добијају значај у пројектовању коловозних конструкција уз експанзију савременог грађевинарства.

Рехабилитацијом коловозних конструкција добијају се вишеструке добити уз минимална финансијска улагања која проистичу из детаљне анализе меродавног дефлексионог басена. На тај начин се уместо комплетне санације / реконструкције слојевима појачања продужава животни век коловозне конструкције уз адекватну анализу експлоатационих услова.

## 6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Цветановић А., Банић Б.: „Коловозне конструкције“, Академска мисао, Београд, 2007.
- [2] Цветановић А., Банић Б.: „Приручник за раднике из путева“, Академска мисао, Београд, 2008.
- [3] Цветановић А., Банић Б.: „Поправке коловозних конструкција“, Академска мисао, Београд, 2011.
- [4] Цветановић А., Банић Б.: „Локалну путеву“, Академска мисао, Београд, 2013.
- [5] Узелац Ђ.: „Путеви и градске саобраћајнице“, ФТН издаваштво, Нови Сад, 2015.
- [6] Узелац Ђ.: „Коловозне конструкције“, ФТН издаваштво, Нови Сад, 2015.
- [7] „AASHTO GUIDE for DESIGN of Pavement Structures.“
- [8] „Јавно Предузеће Путеви Србије“ – [www.jpss.com](http://www.jpss.com)
- [9] СРПС У.Ц4.010: *Одређивање укупног еквивалентног оптерећења за димензионисање асфалтних коловозних конструкција*, Београд, Институт за стандардизацију Србије, 1981.

## Кратка биографија:



**Дарко Ацић** рођен је у Ваљеву 1988. год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Грађевинарства, одбранио је 2016. године.



**Небојша Радовић** рођен је у Београду, 1962. год. Докторирао је на Факултету техничких наука у Новом Саду 2006. год., а од 2015. год. је ванредни професор на Факултету Техничких Наука у Новом Саду. Област интересовања су путеви и саобраћајнице.

**ПРИМЕНА ЕЛЕКТРОФИЛТЕРСКОГ ПЕПЕЛА И ШЉАКЕ У ПУТОГРАДЊИ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ****APPLICATION OF FLY ASH AND SLAG IN ROAD CONSTRUCTION OF REPUBLIC OF SERBIA**

Дејан Весин, Небојша Радовић, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

**Област - ГРАЂЕВИНАРСТВО**

**Кратак садржај** – У овом раду описане су опште карактеристике електрофилтерског пепела и шљаке као грађевинског материјала, начин њихове производње и могућности примене у путоградњи (израда насипа). Анализиране су цене изградње путних насипа од електрофилтерског пепела, са и без додатка креча, као и израда путних насипа на класичан начин од прашинасто – глиновитих и песковито – шљунковитих материјала на примеру идејног решења изградње прикључног локалног пута.

**Abstract** – This paper describes general characteristics of fly ash and slag as building materials, production and application in road construction (embankments). The costs for construction of road embankments using fly ash, with and without the addition of lime, as well as making road embankments in the traditional manner using clay and sandy - gravel materials. As example for this work it was used conceptual engineering solution of the local road connecting the state road.

**Кључне речи:** путеви, грађење насипа, електрофилтерски пепео, шљака

**1. УВОД**

У овом пројекту извршена је анализа електрофилтерског пепела и шљаке као грађевинског материјала, начин њихове производње, депоновања, својства, могућности примене у путоградњи (израда насипа). Описан је и утицај депонија електро-филтерског пепела на животну средину, као и на социјалне чиниоце. Приказане су могућности његове стабилизације, као и промене својстава стабилизованог пепела у времену. За задату предметну деоницу, прикључни локални пут на државни пут I-ог реда М-24, деоница Падеј – Сајан од km 0+000 до km 2+390,32, приказана је детаљна анализа трошкова изградње насипа у зависности од коришћеног материјала.

Садржај пепела у овим угљевима најчешће је у границама од 15 – 25 %, док је садржај шљаке 5 – 10 %. Према подацима Републичког завода за статистику, у 2003. години у Републици Србији, без Косова и Метохије, произведено је укупно 33.551.734 тоне лигнита. Око 95 % лигнита се троши у термоенергетским постројењима, а око 5 % на тржишту индустријске и широке потрошње.

**НАПОМЕНА:**

**Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био проф. др Небојша Радовић**

У термоенергетским постројењима и у термоелектранама Србије, годишње се троши од 35 – 40 милиона тона угља, углавном лигнитског квалитета. Поред створене енергије, годишње се произведе и око 7 – 8 милиона тона електро-филтерског пепела и шљаке.

**2. ЕЛЕКТРОФИЛТЕРСКИ ПЕПЕО И ШЉАКА У ПУТОГРАДЊИ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ**

Електрофилтерски пепео који се добија сагоревањем угљене прашине у котловима за сагоревање угља, је фино млевени, прашкасти материјал који се преноси димним гасом. Депоније електрофилтерског пепела добијеног сагоревањем лигнита у Републици Србији, заузимају преко 1400 хектара плодног земљишта. Укупне количине депонованог пепела и шљаке процењују се на преко 300 милиона тона, што их чини најзаступљенијим неискоришћеним секундарно – отпадним материјалом у Републици Србији.

Електрофилтерски пепео ствара низ проблема који се посебно негативно одражавају на животну средину. Због мале запреминске масе, пепео се лако преноси ваздушним струјањима и расејава, тако да загађује ваздух, тло, површинске и посредно подземне воде, биљни покривач. Да би се спречили наведени негативни утицаји, најповољније решење је, на бази светских искустава, вршити примену пепела у путоградњи, будући да су путеви велики грађевински објекти који захтевају велике количине земљаних и камених материјала.

**2.1 Општи подаци о лигнитским угљевима Републике Србије**

Угаљ је основна енергетска сировина у Републици Србији. Према врсти и квалитету, најзаступљенији су лигнити, потом мрки угљеви и камени угљеви. Највеће резерве угља лигнита јављају се на Косову и Метохији на површини од око 5000 км<sup>2</sup>, затим у Колубарском басену на преко 600 км<sup>2</sup>, Костолачком басену око 100 км<sup>2</sup>.

Честице пепела су величине као честице муља (мање од 0,075 мм). Специфична тежина електрофилтерског пепела обично варира од 2,1 до 3,0 g/cm<sup>3</sup>, док специфична површина може варирати од 170 до 1000 м<sup>2</sup>/kg.

Боја електрофилтерског пепела је непоуздан индикатор његовог хемијског састава. Пепео који се добија од лигнита или делимично битуминизираниог угља обично има светлу или бледу мркожуту боју што указује на ниску количину угљеника као и присуство

креча или калцијума. Електрофилтерски пепео од битуменизованог угља је углавном сиве боје. Светлије нијансе сиве боје указују на бољи квалитет пепела, а тамно сива и црна боја се приписују повећаном садржају несагорелог угљеника.

Хемијска својства електрофилтерског пепела и шљаке су најбитнији индикатор код оцене њихове подобности као грађевинског материјала или као сировине за производњу грађевинских материјала.

Пуцоланска својства пепела одређена преко механичких особина, најважнија су код примене пепела као путно – грађевинског материјала. Доказано је да електро-филтерски пепели имају пуцоланска својства и да спадају у класу 5 пуцоланских материјала.

Вредности CBR-а механички стабилизованог пепела уз употребу воде, збијање по Проктору, одговарају вредностима које у истим условима поседују песак и шљунак.

## **2.2 Утицај рударско - енергетских система на животну средину**

Према подацима еколошке организације CARMA (Carbon Monitoring for Action), термоелектране у Обреновцу „Никола Тесла“ са годишњом емисијом од 18,7 милиона тона угљендиоксида (CO<sub>2</sub>) су на петом месту највећих загађивача у 2007. години. CARMA је објавила и да је Србија са годишњом емисијом угљендиоксида од 37,2 милиона тона на 31. месту највећих светских загађивача, а на 12. месту међу загађивачима у Европи. Депоније пепела изазивају низ еколошких проблема и доводе до знатног ремећења животне средине. Посебно комплексно је решавање проблема еолске ерозије депоније пепела, будући да је пепео мале запреминске масе које се и најмањим струјањем ветра лако покрећу – лете. Огромне количине воде које се користе за одржавање воденог огледала и за прскање сувих површина пепелишта, растварају тешке метале и друге штетне материје из пепела и тако обогаћене улазе у површинске и подземне воде, које загађују. Коришћењем загађених вода ремети се екосистем и животна средина.

## **2.3 Својства електрофилтерског пепела и шљаке**

Електрофилтерски пепео се састоји од пуних или шуљкавих прашкастих честица углавном лоптастог облика и већином је стакласте (аморфне) природе.

## **2.4 Стабилизација електрофилтерског пепела**

Пепео поседује пуцоланска својства. Механичке карактеристике пепела без додатака не дају пуну употребну вредност. С тога се пепелу додају цемент или креч како би се својства побољшала, а тиме и повећала употребна вредност пепела. Пепео са 2 % додатог креча или цемента достиже вредност дробљеног агрегата. Уколико додаци прелазе 4 %, CBR вредност стабилизованог пепела је јако висока у односу на уобичајене природне материјале. У путоградњи, где неколико дана очвршћавања у укупном процесу градње није од критичног значаја, препоручује се употреба креча за стабилизацију пепела с обзиром да у дужем временском периоду постиже веће вредности.

## **2.4.1 Промена својстава стабилизованог пепела у времену**

Ток хидратације директно утиче на вредност и брзину достизања коначне чврстоће. Првих 7 – 15 дана, пепео са додатком цемента постиже веће вредности од одговарајућих додатака креча. На страну цемента као могућег везива иде и податак да му прираштај чврстоће после 28 дана неге није значајан па се и коначна чврстоћа доста успешно може прогнозировать.

Креч са друге стране има спорију реакцију, али у дужем временском периоду знатно повећава вредности механичких чврстоћа. Креч после седам дана достиже свега 20 – 35 % стандардне чврстоће ( V-28), а после 112 дана неге (V-112) скоро двоструку чврстоћу стандардне, односно 170 – 200 % са

## **3. МОГУЋНОСТИ ПРИМЕНЕ ЕЛЕКТРОФИЛТЕРСКОГ ПЕПЕЛА У ПУТОГРАДЊИ**

Са до сада испитаним карактеристикама пепела имајући у виду његове физичко – механичке карактеристике као и утицај на животну средину, постављени су параметри који се морају испоштовати при пројектовању и изради насипа:

- Пепео у конструкцији насипа може се применити без додатака везива ( креча или цемента)

- Насип изграђен од пепела без везива мора бити „затворен“ након обраде подтла, заптивним водонепропусним слојем од глине, који треба урадити са нагибом 3-5 % од средине обрадиве подлоге ка крајевима, као што је приказано на слици 6

- Коефицијент филтрације материјала од којег се ради водонепропусни слој треба да буде  $k > 10^{-5}$  cm/s

- Евентуално процеђена вода из насипа, преко водонепропусног слоја, спроводи се у бочне канале поред насипа и одводи се на пречишћавање

- Канали морају такође бити водонепропусни. Могу се урадити од бетона марке МБ25 са заштитом испод бетонске облоге од пластичне HDPE мембране

- Бочно се насипи од пепела затварају обложним прашинасто – глиновитим насипом трапезастог облика. Један сегмент насипа је висине 1 м , ширине у круни 0,8 м и изводи се у нагибу 1:1,5 или мање – приказ на сликама 6 до 11

- На висини од једног трапеца уграђују се три слоја насипа. Приближна дебљина слоја износи 30 цм у збијеном стању

- Могућност изградње насипа од пепела, без употребе везива, директно зависи од висине насипа. Уколико је висина насипа мања од 6 м, насип се може извести од пепела без везива, до постеличног слоја. Уколико је насип висине преко 6 м, потребно је на висини од 4 – 5 м извести слој од стабилизованог пепела, слика 8

- У нивоу слоја од стабилизованог пепела није потребна израда обложног бочног насипа од прашинасте глине, трапезастог облика, слика 6

- Завршни слој насипа – постелични слој, потребно је због стабилности насипа извести од стабилизованог пепела са цементом или кречом. Процент креча у овој зони може бити и до 4%.

Користи се за изградњу :

1. насипа од пепела без везива у комбинацији са геотекстилом,
2. насипа од пепела са везивом, за санацију слабо носивог тла,
3. испуне иза објеката, као што су засипи иза потпорних зидова преко којих се преводи труп пута и слично,
4. за затрпавање инфраструктурних инсталација.

- Насипи од пепела са и без додатка креча, поређени су са насипима од прашинасто – глиновитог и од песковито – шљунковитог тла, који се код нас најчешће изводе

- Кроз анализу узети су и еколошки негативни ефекти који би се евентуално појавили. То се пре свега односи на загађење тла и подземне воде. У том смислу, код насипа од пепела са и без додатка креча, као заштитне мере предвиђен је заптивни слој просечне дебљине 30 цм и са нагибом од 4 % од средине према крајевима, на контакту аутохтоног тла и насипа.

Евентуална вода која би се прикупила изнад водонепропусног, заптивног слоја, била би прихваћена бочним отвореним каналима поред насипа који би били изведени од бетона марке МБ 25

- Да би насипи од електрофилтерског пепела били стабилни предвиђено је да се уради постелица у дебљини од 30 цм са 4 % додатка креча. Код високих насипа од 8 м, ради повећања стабилности, на средини висине, предвиђен је стабилизирајући слој дебљине 30 цм са 2 % додатка креча

- Да би се насип од пепела правилније уграђивао, са бочних страна се ради обложни насип од прашинасто – глиновитог тла, трапезастог облика, који спречава расипање пепела при раду, а касније штите насип од еолске и хидро ерозије. При градњи насипа без додатка креча, обложни насипи су обавеза.

#### **4. ЗНАЧАЈ ПРИМЕНЕ ЕЛЕКТРОФИЛТЕРСКОГ ПЕПЕЛА И ШЉАКЕ У ПУТОГРАДЊИ**

За отклањање бројних проблема које депоновани електрофилтерски пепео ствара у животној средини једино право решење је његово масовно коришћење као грађевинског материјала у путоградњи.

Код примене пепела и шљаке у путоградњи, најважније је утврдити начин брзе и технолошки једноставне стабилизације како се пепео као лак материјал не би разносио ветром и да изграђени слој од пепела у конструкцији има одговарајућу стабилност и носивост, а да при томе на месту уградње не буде угрожена животна средина.

Масовном применом овог материјала у путоградњи, доприносимо заштити животне средине кроз: штедњу природних ресурса, спречавање промене екосистема, спречавање трајног заузимања квалитетног земљишта за стварање депонија овог материјала, смањење загађења тла, подземних и површинских вода и ваздуха избором погодног начина уградње овог материјала.

#### **5. ЕКОНОМСКА АНАЛИЗА**

Анализиране су цене изградње путних насипа од електрофилтерског пепела, са и без додатка креча, као и израда путних насипа на класичан начин од прашинасто – глиновитих и песковито – шљунковитих материјала.

Да би се правилно проценила рентабилност примене електрофилтерског пепела при градњи путних насипа и утврдили тачни финансијски ефекти, пошло се од следећих принципа:

- пепео од кога се граде насипи је свеж, неодлежан, одмах узет при завршетку технолошког процеса термоелектране, тј. производње електричне енергије,

- при анализи узето је да је његова цена у термоелектрани 0,00 дин/кг или м<sup>3</sup>

- цену при градњи путних насипа оптерећују само трошкови транспорта до градилишта са утоваром и истоваром и цена рада израде насипа

- Процењено је да је рентабилност транспорта расутих материјала као што је пепео, за ову врсту посла, могућа до 80 км

- У овој анализи узета је тежишна дужина транспорта 20 км

- Пепео је лак и квалитетан материјал за израду путних насипа, па се може ефикасно применити код израде насипа на недовољно носивом тлу. Зато је анализа поређења спроведена за: насипе на носивом тлу и за насипе на слабо носивом тлу

- За ову анализу, одабрана су два насипа по висини, од 3 и од 8 м, који су најрепрезентативнији при градњи путева код нас

- Електрофилтерски пепео примењен је у два облика, онако како се најчешће примењује у иностранству. Први облик је примена чистог пепела а други је са додатком 2 % креча као везива

#### **6. ЗАКЉУЧАК**

На практичном примеру Идејно-инжењерског решења прикључног локалног пута на државни пут I-ог реда М-24, деоница Падеј – Сајан од km 0+000 до km 2+390,32, урађена је анализа трошкова израде насипа од природних материјала као и од електрофилтерског пепела, са и без додатка везива (цемент и креч), и извршено је њихово поређење. Са употребом овог секундарног материјала, електрофилтерског пепела, за израду насипа у путоградњи, постиже се значајна финансијска уштеда, у односу на израду насипа од природних материјала. Такође, његовом употребом се смањује негативан утицај на животну средину, штедимо природне ресурсе, смањује се површина заузимања квалитетног земљишта за стварање депонија. С тога, у будућности би се озбиљно требало посветити употреби електрофилтерског пепела у грађевинарству и у путоградњи.

Урађена је анализа трошкова изградње насипа за:

- насип од пепела без додатка креча,  $\Gamma=8,00$  KN/м<sup>3</sup>

- насип од пепела са додатком креча 2 %,  $\Gamma=8,00$  KN/м<sup>3</sup>

- насип од пепела са додатком креча 2 %,  $\Gamma=8,00 \text{ KN/m}^3$ , без обложних насипа
- насип од прашинасто-глиновитог тла,  $\Gamma=20,50 \text{ KN/m}^3$ ,  $\varnothing \geq 20^\circ$
- насип од песковито-шљунковитог тла,  $\Gamma=18,50 \text{ KN/m}^3$ ,  $\varnothing \geq 33^\circ$ .

Такође је указано на значај примене електро-филтерског пепела и шљаке у путоградњи.

## 7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Радовић Небојша: Одабрана поглавља из пројектовања путева, (Скрипте са предавања и вежби), Факултет Техничких Наука Универзитета у Новом Саду, 2009-2010 год.
- [2] Узелац Ђорђе: Коловозне конструкције (Скрипта са предавања и вежби), Факултет Техничких Наука Универзитета у Новом Саду, 2009-2010 год.
- [3] Цветановић Александар, Банић Боривоје: Коловозне конструкције, Академска мисао, Београд, 2007.
- [4] Анђус Војо, Малетин Михаило: Методологија пројектовања путева, Грађевински факултет Универзитета у Београду, 1993.
- [5] Миловић Душан: Механика тла, Факултет Техничких Наука Универзитета у Новом Саду
- [6] Кузовић Љубиша, Богдановић Вук: Теорија саобраћајног тока, Факултет Техничких Наука Универзитета у Новом Саду, 2004.
- [7] Ивковић С.: Примена летећег пепела и гранулиране згуре при грађењу путева у Француској, као и његова примена за друге сврхе, Изградња, бр. 12, 1968.
- [8] Пројекат: ПРИМЕНА ПЕПЕЛА ИЗ ТЕРМОЕЛЕКТРАНА У ПРОИЗВОДЊИ ЦЕМЕНТА, Рударски институт, Београд, 1995.
- [9] Џмиљанић С.: ИСТРАЖИВАЊА МОГУЋНОСТИ ПРИМЕНЕ ЕЛЕКТРОФИЛТЕРСКОГ ПЕПЕЛА И ШЉАКЕ ИЗ ТЕРМОЕНЕРГЕТСКИХ ПОСТРОЈЕЊА СРБИЈЕ ЗА ИЗРАДУ ДОЊЕГ СТРОЈА И КОЛОВОЗНИХ КОНСТРУКЦИЈА ПУТЕВА, Институт за путеве Београд, 1995.

### Кратке биографије:

Дејан Весин, рођен је у Бихаћу 1987. год. Дипломски-мастер рад на Факултету техничких наука из области Грађевинарства – Путеви и саобраћајнице, одбранио је 2016. године.

Небојша Радовић рођен је у Београду, 1962. год. Докторирао је на Факултету техничких наука у Новом Саду 2006. год., а од 2010. год. је доцент на Факултету Техничких Наука у Новом Саду. Област интересовања су путеви и саобраћајнице.

**PROJEKAT STAMBENO-POSLOVNOG OBJEKTA PREMA DOMAĆIM PROPISIMA I UPOREDNU ANALIZU RAMA PREMA EVROPSKIM I DOMAĆIM PROPISIMA****PROJECT OF RESIDENTIAL-BUSINESS OBJECT TO LOCAL REGULATIONS AND COMPARATIVE ANALYSIS OF FRAME BY EUROPEAN AND LOCAL REGULATIONS**Davor Ilić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

**Kratak sadržaj** – Rad se sastoji iz dve celine. Prvu celinu predstavlja projekat stambeno-poslovne zgrade spratnosti PR+5 prema domaćim važećim propisima. Dok druga celina predstavlja uporednu analizu jednog poprečnog rama prema evropskim standardima za klasu duktilnosti DCM i DCH i domaćih važećih propisima uz kratak osvrt na razlike u projektovanju između ova dva standarda.

**Abstract** – The work consists of two parts. The first segment is a project of residential and commercial buildings of two storeys PR + 5 under national valid regulations. While The second part presents a comparative analysis of a cross-rama according to European standards for ductility class DCM and DCH and national regulations in force along with a short overview of the differences in design between the two standards.

**Ključne reči:** Armiranobetonska konstrukcija, analiza opterećenja, statički proračun, evrokod DCM i DCH

**1. UVOD**

Projektnim zadatkom predviđeno je projektovanje stambeno-poslovne zgrade spratnosti PR+5 prema domaćim standardima. Objekat se izvodi kao AB ukrućeni skelet, i nalazi se na teritoriji grada Loznice. Projekat sadrži:

1. Tehnički opis
2. Analizu opterećenja
3. Kontrolu napona, pomeranja i probijanje temeljne ploče
4. Modalnu i seizmičku analizu
5. Statički proračun
6. Dimenzionisanje objekta
7. Uporedna analiza rama prema PBAB 87 i EC 8 za klasu duktilnosti DCM i DCH

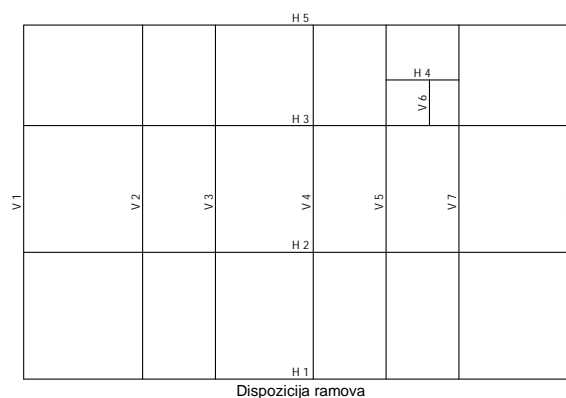
**2. TEHNIČKI OPIS**

Konstrukcija objekta je u celini načinjena od armiranog betona ukrućena zidnim platnima u poprečnom pravcu. Objekat je spratnosti PR+5, gde je dimenzija osnove prizemlja 24.35 x 15.5 m.

**NAPOMENA:**

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

Ukupna površina osnove objekta je 377.43 m<sup>2</sup>, površina tipskog sprata je 425.3 m<sup>2</sup> tako da je ukupna površina objekta 2549.3 m<sup>2</sup>. Sprata visina prizemlja iznosi 3.2 m i na njemu se nalaze dva lokala i tri stambena prostora, spratna visina tipskih etaža kao i podruma je 2.88 m. Ramovi u podužnom ravcu se nalaze na osovinskom rastojanju (5.232, 3.2, 4.3, 3.2, 5.3)



Slika 1. Dispozicija ramova

Tipaska međuspratna ploča kao i ploča krova i prizemlja su ploče koje opterećenja prenose u dva pravca debljin ploče je  $d=20$  cm, temeljna ploča je puna ploča debljine  $d=60$  cm. Međuspratne ploče se oslanjaju na grede dimenzija  $b/d=35/40$  cm koje se oslanjaju na subove dimenzija 45x45 i 55x55 cm. Zidna platna su dimenzija  $l/d=220/20$  cm i raspoređena su u poprečnom pravcu u ramove V 1 i V 7. Komunikacija između etaža se odvija pomoću lifta i dvokrakih stepenica. Dimenzije gazišta stepenika su 17/29 cm a debljina ploče krka i podesta je  $d=16$  cm. Krov je ravna površ koja ujedno predstavlja krovnu terasu nagiba od 3%.

**3. ANALIZA OPTEREĆENJA**

Analizom opterećenja definisano je pet slučajeva opterećenja:

- stalno
- korisno
- sneg
- vetar ( X+, X-, Y+, Y-)
- seizmika

**3.1 Stalno opterećenje**

Obuhvata sopstvenu težinu nosećih armiranobetonskih elemenata konstrukcije (stubovi, grede, podrumski zidovi, zidna platna i ploče) i težinu nenosećih elemenata (zidani zidovi, plafoni, slojevi podova i krova). Opterećenje od sopstvene težine nosećih AB elemenata konstrukcije se



dobija softverski, automatskim generisanjem tako što se zapremina elemenata množi sa zapreminskom težinom ( $\gamma=25 \text{ kN/m}^3$ ). Dodatno opterećenje ( $\Delta g$ ) od sopstvene težine nenosećih zidova se zadaje kao linijsko, sračunato tako što se zapreminska težina materijala pomnoži sa širinom i visinom, a dodatno opterećenje od podova i plafona se zadaje kao površinsko opterećenje dobijeno množenjem sopstvene težine materijala sa debljinom. Pošto se za izradu pregradnih zidova koriste puna opeka i giter blok usvojice se za kasniji proračun zapreminska masa opeke kao merodavna za dimenzionisanje ( $21 \text{ kN/m}^3 > 14.5 \text{ kN/m}^3$ ).

### 3.2 Korisno opterećenje

Definisano je standardom SRPS U.C7.121/1988. Pošto se radi o poslovno-stambenom objektu, a i prema nameni pojedinačnih prostorija, pravilnik razlikuje i različita opterećenja shodno nameni i upotrebi datih prostorija.

- Stanbeni prostor 1.5 KN/m<sup>2</sup>
- Hodnici 2.5 KN/m<sup>2</sup>
- Terasa i krov 1.5 KN/m<sup>2</sup>
- Stepenište 2.5 KN/m<sup>2</sup>
- Poslovni proctor 2.0 KN/m<sup>2</sup>
- Podrumske prostorije 2.0 KN/m<sup>2</sup>

### 3.3 Dejstvo snega

Prema važećim propisima, za nagib krovne ravni do 20°, opterećenje snegom je 0,75 KN/m<sup>2</sup> osnove krova. Za dati slučaj konstrukcije usvaja se da je opterećenje od snega na krovu 1,0 KN/m<sup>2</sup>.

### 3.4 Dejstvo vetra

Opterećenje vetrom je sračunato prema standardima SRPS U.C7.110-112/1991. Razmatrano je dva slučaja opterećenja – vetar u podužnom i u poprečnom pravcu.

### 3.5 Seizmičko dejstvo

Uticaji od seizmičkog opterećenja dobijeni su metodom statički ekvivalentnog opterećenja, u svemu prema Pravilniku o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima. Seizmički proračun je izveden pomoću softverskog paketa Tower 6, gde su seizmičke sile automatski generisane nakon sprovedene modalne analize. Proračun je izvršen za dva ortogonalna pravca, X i Y.

$S = K \cdot G$  – ukupna seizmička sila

$G$  – ukupna težina objekta i opreme

$K = K_o K_d K_p K_s$  – ukupni seizmički koeficijent

## 4. KONTROLA NAPONA, POMERANJA I PROBIJANJA

Kontrola napona u stubovima i zidnim platnima izvršena je za stubove i zidna platna gde je računski napon upoređen sa dopuštenim.

za stubove

$$\sigma_{0,dop} = 0,35 \cdot \beta_B,$$

$$\beta_B = 0,7 \cdot \beta_k, \beta_k - \text{čvrstoća betonske kocke}$$

za zidna platna

$$\sigma_{0,dop} = 0,20 \cdot \beta_B,$$

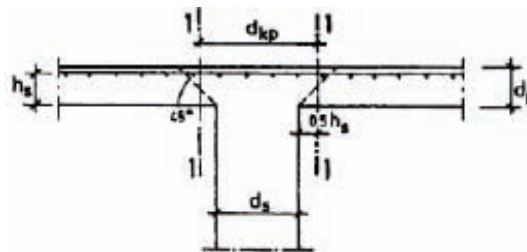
$$\beta_B = 0,7 \cdot \beta_k, \beta_k - \text{čvrstoća betonske kocke}$$

Prema važećim propisima, dozvoljeno maksimalno pomeranje vrha zgrade pri seizmičkom dejstvu iznosi  $H/600$ .

Kontrola napona u tlu se određuje na osnovu upoređivanja računskih napona sa naponima koji se dobijaju na osnovu geolaborata za tlo na kojem se objekat fundira.

Proračun ploča na probijanje sprovodi se kod ploča direktno oslonjenih na stubove, kao i kod ploča oslonjenih na stubove preko ojačanja, kapitela. Do probijanja ploča dolazi zbog velikih smičućih napona, odnosno glavnih napona zatezanja. PBAB zahteva da se u vertikalnim presecima ploče oko stuba, odnosno koncentrisanog opterećenja, sračunaju uticaji važni za sigurnost ploče na probijanje, i po potrebi izvrši osiguranje kritičnih preseka poprečnom armaturom. Provera se vrši za eksploataciona opterećenja, a maksimalni smičući napon  $\tau$  se upoređuje sa dopuštenim naponima smicanja. Maksimalni računski smičući napon usled probijanja treba računati za presek 1-1 (slika 1) pomoću obrasca:

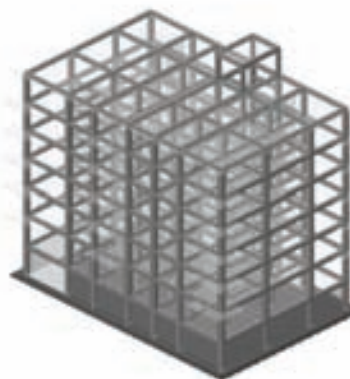
$$\tau = \frac{T \max}{O_{kp} \cdot h_s}$$



Slika 2. Proračunski model prema PBAB

## 5. STATIČKI PRORAČUN

Konstrukcija je modelirana prostorno u programskom paketu Tower 6.0 (sl. 2), baziranom na primeni metode konačnih elemenata. Opterećenja na model su aplicirana kao linijska i površinska, saglasno analizi opterećenja, a posebno za svaki slučaj osnovnog opterećenja. Pri formiranju proračunskog modela korišćena je mreža konačnih elemenata (dimenzije elementa 50x50cm). Tlo je modelirano pomoću Vinklerovog (Winkler) modela podloge – elastične opruge



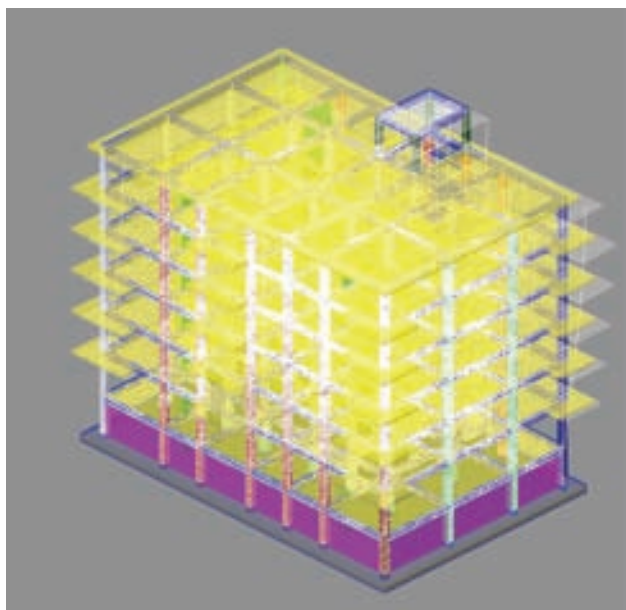
Slika 3. Prostorni model konstrukcije

## 6. MODALNA I SEIZMIČKA ANALIZA

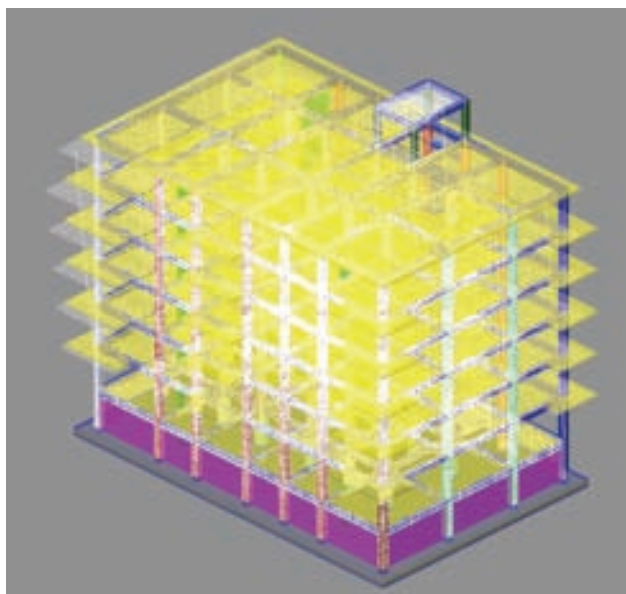
Modalna analiza se sprovedla za stalno, korisno opterećenje i sneg pri čemu su vrednosti koeficijenta 1 za stalno, 0,5 za korisno i 1 za sneg. Oscilovanje konstrukcije u Z pravcu je sprečeno i za proračun je odabrano pet tonova oscilovanja pri čemu su se dobile sledeće vrednosti frekvencije i perioda oscilovanja:

Tabela 1. Period i frekvencija oscilovanja konstrukcije

Period oscilovanja konstrukcije		
No	T [s]	f [Hz]
1	0.8456	1.1825
2	0.6539	1.5293
3	0.6378	1.5679
4	0.2727	3.6666
5	0.1976	5.0618



Slika 4. Prikaz prvog perioda oscilovanja X-pravac



Slika 5. Prikaz trećeg perioda oscilovanja Y-pravac

Seizmički proračun je izvršen prema Ekvivalentnoj statičkoj metodi za sledeće podatke:

- Kategorija tla: II
- Seizmička zona: VII( $K_s=0.025$ )
- Kategorija objekta: II
- Vrsta konstrukcije: 1
- Kota uklještenja :  $Z_d=0.00$  m
- 15% sile iznad kote:  $Z_g=17.60$  m
- Multiplikator krutosti oslonca: 1000.00

Tabela 2. Ugao dejstva zemljotresa

Ugao dejstva zemljotresa		
Opterećenje	T [sec]	$\alpha$ [°]
Sx	0.846	0.00
Sy	0.638	90.00

## 7. DIMENZIONISANJE

Svi elementi su dimenzionisani saglasno važećim propisima prema uticajima merodavnih graničnih kombinacija opterećenja, za šta je iskorišćena opcija korišćenog softvera. Za sve elemente konstrukcije korišćen je beton MB40. Pri dimenzionisanju elemenata, i za podužnu i za poprečnu armaturu, usvojena je rebrasta RA 400/500. U stubovima i zidovima za ukrucenje je izvršena kontrola dopuštenih normalnih napona. Sprovedene su i kontrola napona u tlu i kontrola pomeranja vrha zgrade kao i provera temeljne ploče na probijanje.

### Slučajevi opterećenja

- I stalno opterećenje (g) - <Stalno>
- II korisno - <Korisno>
- III sneg - <Povremeno>
- IV vetra x osa + - <Vetar>
- V vetar x osa - - <Vetar>
- VI vetar y osa + - <Vetar>
- VII vetar y osa - - <Vetar>
- VIII Sx - <Seizmicko> (+/-)
- IX Sy - <Seizmicko> (+/-)

## 8. UPOREDNA ANALIZA RAM PREMA PBAB 87 I EC 8 ZA KLASU DUKTILNOSTI DCM I DCH

Prema EC8, u zavisnosti od ponašanja konstrukcije usled dejstva zemljotresa, razlikujemo tri klase duktilnosti:

- Nisku (LCM), za koju se praktično ne predviđa plastično ponašanje ni u jednom delu konstrukcije, a prijem opterećenja se obezbeđuje elastičnim radom i nosivošću.
- Srednju (DCM), za koju se dozvoljava relativno visok stepen plastifikacije i za koju se, posledično, propisuju njemu odgovarajuće mere za projektovanje detalja.
- Visoka (DCH), za koju se dopuštaju vrlo visoki stepeni plastifikacije i, time, još strožije mere za projektovanje konstrukcije i detalja.

Za konstrukcijske elemente prilikom projektovanja za klase duktilnosti DCM i DCH ne dozvoljava se upotreba betona klase niže od C 16/20 u primarnim seizmičkim elementima. U primarnim seizmičkim elementima za klasu duktilnosti DCM može se koristiti čelik za armiranje klase B i C, dok za klasu duktilnosti DCH koristi se čelik za armiranje klase C prema EN 1992-1-1:2004. 520 Faktorom ponašanja se inercijalno opterećenje koje odgovara elastičnom spektru redukuje na račun predviđenog nelinearnog odgovora konstrukcije. Pri redukciji elastičnog odgovora do nivoa prihvatljivog, projektnog opterećenja takođe postoji granica. Niže sile podrazumijevaju veći udeo nelinearnih deformacija koje konstrukcija treba da izdrži bez značajnijeg pada nosivosti. Ram u osi V 3 je proračunat prema klasama duktilnosti DCM i DCH kao i prema PBAB i razlike između ove dva propisai su prikazane u narednim tabelama:

Tabela 3. Uticaji u stubovima

	PBAB	DCM	DCH
$max M_x$	32.77	32.75	34.56
$max M_y$	23.4	24.34	25.6
$max N_y$	2145.23	2139.5	2209.52
$max V_d$	/	0.65	0.55
Duktilnostkrivine $\mu\phi$	/	6.8	10.7
Kritična dužina $l_{cr}$	64	45/55	55/67.2

Tabela 4. Uticaji u gredama

	PBAB	DCM	DCH
$max M$	90.25	89	91.4
$max T$	72.21	75.58	77.57
$max V_d$	/	0.65	0.55
Duktilnost kivine $\mu\phi$	/	6.8	10.7
Kritična dužina $l_{cr}$	45/55	40	60
Razmak uzengija $s$	7.5/15	10	8.4

## 9. ZAKLJUČAK

Za razliku od domaćih propisa, EC8 projektantu nudi tri nivoa projektnog seizmičkog opterećenja, za tri nivoa obezbeđene duktilnosti konstrukcije DCH/M/L.

Gledano sa aspekta poređenja ukupnog seizmičkog dejstva, domaći i evropski propisi, odnosno ekvivalentna statička metoda (ESM) i multimodalna spektralna analiza (MMSA) se ne mogu uporediti. Razlog za to je što ESM predstavlja približnu metodu koja koristi samo prvi oblik svojstvenih oscilacija, dok se u MMSA koristi više tonova oscilovanja. ESM nedostatak korišćenja viših tonova oscilovanja pokušava nadoknaditi koncentracijom 15% ukupne sile u nivou poslednje tavanice.

EC8 takođe uzima istovremeno dejstvo zemljotresa u dva ortogonalna pravca, što za posledicu ima koso savijanje stubova.

Viša klasa duktilnosti dozvoljava niži nivo seizmičkog opterećenja, ali su zahtevi za konstruisanje detalja armature strožiji. U umerenim ili visokim seizmičkim zonama, konstrukcije treba projektovati za klasu duktilnosti DCM ili DCH. Veće vrednosti faktora ponašanja koje se dodeljuju višoj klasi duktilnosti, podrazumevaju da su proračunske vrednosti uticaja iz seizmičke proračunske situacije manje nego za srednju klasu duktilnosti. Izborom visoke klase duktilnosti (DCH) dobijaju se manji uticaji, ali od konstrukcije se očekuje duži plastični rad, tako da je strožija po pitanju oblikovanja detalja (uzengije, dužina kritične oblasti itd.) od DCM.

## 10. LITERATURA

- [1] Armirani Beton 3
- [2] Pravilnik za beton i armirani beton ton 1 i 2
- [3] Evrokod 1: Dejstva na konstrukcije
- [4] Evrokod 2: Proračun betonskih konstrukcija
- [5] Evrokod 8: Proračun seizmički otporih konstrukcija
- [6] Predavanja iz Betonskih konstrukcija-prof.dr. Zoran Brujić
- [7] Upustvo za TOWER 6

### Kratka biografija:



**Davor Ilić** rođen je 19.8.1986 godine u Tuzli. Srednju Tehničku školu završio je 2005 godine u Loznici. Diplomski radn na osnovnim akademskim studijama na Fakultetu Tehničkih Nauka iz oblasti Građevinarstva, modul konstrukcije odbranio je 2014 godine. Master rad na istom fakultetu odbranio je 2016 godine.

**PROJEKAT KONSTRUKCIJE VIŠESPATNE ARMIRANOBETONSKE STAMBENE ZGRADE U NOVOM SADU****DESIGN AND CONSTRUCTION OF A MULTISTOREY REINFORCED CONCRETE RESIDENTIAL BUILDING IN NOVI SAD**

Slobodan Radojčić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast- GRAĐEVINARSTVO**

**Sadržaj-** U radu je prikazan projekat konstrukcije višespratne armiranobetonske stambene zgrade S+P+5, prema PBAB 87 i prema EC.

**Abstract-** This project contains design and construction of a multistorey reinforced concrete residential building with a basement, ground floor and five storeys to PBAB 87 and EC.

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

**1. UVOD**

Projektom zadatkom predviđeno je projektovanje stambene zgrade spratnosti suterena + prizemlje + pet spratova. Zgrada je u osnovi pravougaona, definisani su gabariti, rasteri stubova, namena pojedinih površina, lokacija i konstruktivni sistem.

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

Zgrada se izvodi kao skeletni sistem sa platnima za ukrućenje. Položaj konstruktivnih elemenata definisan je sa po četiri podužne i poprečne ose, što je prikazano na slici 1. U „X“ pravcu nalaze se ramovi A, B, C i D. Međusobni rasponi između ramova su 4,0 m i 5,0 m. U „Y“ pravcu se pružaju ramovi 1, 2, 3 i 4, a njihovi međusobni rasponi su 7,5 m i 4,9 m, slika 1. U suterenu poslovne zgrade su predviđene prostorije za arhivu, i potrebne tehničke prostorije. Spratna visina suterena je 3,2 m. U prizemlju objekta se predviđa prostor za 2 kancelarije, kao i prostorije za prijem gostiju i njihovo usluživanje, kao i pult za prijem gostiju. Na prva četiri sprata nalaze se po 3 kancelarije, dok je na trećem spratu predviđena je konferencijska sala, a na petom spratu prostorija za direktora. Spratna visina prizemlja kao i svih spratova je 3,2 m.

Zidovi (sa unutrašnje strane) i plafoni se malterišu produžnim malterom  $d=1,5\text{cm}$  i boje polu-disperznom bojom. U sanitarnim prostorijama i kuhinjama zidovi se oblažu keramičkim pločicama, u kupatilima od poda do plafona a u kuhinjama od 1,50 m.

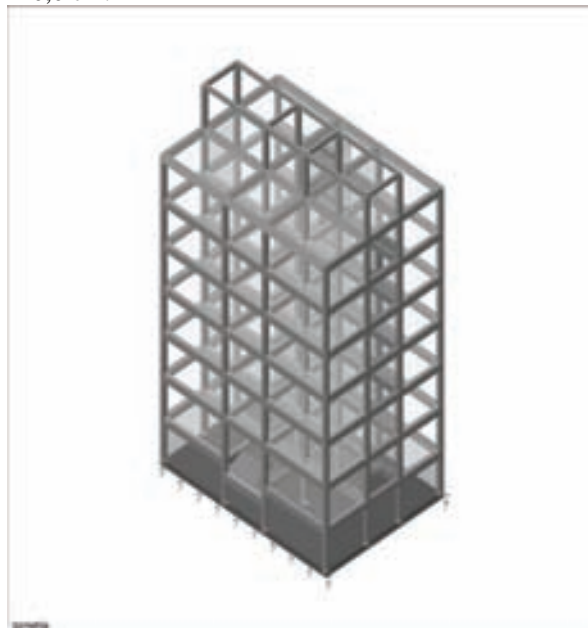
Podovi u sobama, trpezarijama i hodnicima su od klasičnog parketa  $d=2,2\text{cm}$ , a u kupatilima i kuhinjama

**NAPOMENA:**

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

od keramičkih pločica. Podovi na terasama su od mrazootpornih pločica  $d=1,0\text{cm}$ . U kupatilima i terasama na konstrukciju treba postaviti hidroizolaciju. Stepeništa i hodnici obrađuju se keramičkim pločicama  $d=1,0\text{cm}$ .

Fasadni zidovi su sendvič zidovi debljine  $d=36,0\text{cm}$  (giterblok 19,0 cm + izolacija 5,0 cm + opeka 12,0 cm) i  $d=25,0\text{cm}$  (giterblok 20,0 cm + izolacija 5,0 cm). Unutrašnji zidovi su od pune opeke debljine  $d=25,0\text{cm}$  i  $d=12,0\text{cm}$ . Iznad tavanice tavana predviđeno je postavljanje termoizolacije u vidu staklene vune debljine  $d=10,0\text{cm}$ .



Slika 1: 3D izgled konstrukcije

**2.2. Konstrukcijski sistem zgrade**

Objekat je projektovan u klasičnom sistemu skeletne armirano-betonske konstrukcije, kombinacijom AB stubova i AB ploča, sa AB platnima za ukrućenje objekta. Međuspratna konstrukcija je projektovana kao sistem kontinualnih krstasto armiranih ploča u oba pravca. Međuspratne konstrukcije su debljine 20,0 cm, primaju gravitaciono opterećenje jednog sprata i prenose ga na stubove objekta. Pored toga međuspratna konstrukcija ukrućuje sistem u horizontalnom pravcu i prima horizontalne sile i prenosi ih dalje na vertikalne elemente. Glavno stepenište u objektu se sastoji iz dve kose ploče i horizontalnog međupodesta. Stepenište se u nivou spratova oslanja na horizontalne grede. Korišćen je beton MB 35.

Dimenzije greda u podužnom i poprečnom pravcu su 45/55cm. Armiranje greda se vrši armaturom RA 400/500 i izvršeno je prema PBAB 87 i pravilniku za seizmiku. Dimenzije stubova su: dva stuba u suterenu su 55,0/55,0 cm, dva stuba u prizemlju su 50,0/50,0 cm, a svi ostali stubovi su dimenzija 45,0/45,0 cm. Projektovani su tako da zadovoljavaju propisane uslove iz pravilnika o tehničkim normativima za izgradnju u seizmički aktivnim područjima. Betoniraju se betonom MB 35, osim po dva stuba u prizemlju i suterenu koji su MB40. Armiranje stubova vrši se armaturom RA 400/500 i izvršeno je prema PBAB 87 i pravilniku za seizmiku.

Zidovi za ukrucenje postavljani su u oba ortogonalna pravca i njihova uloga je da prime i prenesu na temelje horizontalna seizmička opterećenja i doprinesu celokupnoj krutosti zgrade. Zidna platna su u poprečnom i podužnom pravcu dimenzija  $d=20,0$  cm, a zidovi liftovskog okna su takođe debljine  $d=20,0$  cm. Zidovi za ukrucenje su projektovani tako da zadovoljavaju propisane uslove iz pravilnika o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima. Korišćena je marka betona MB35. Armiranje zidova vrši se armaturom RA 400/500 i izvršeno je prema PBAB 87 i pravilniku za seizmiku. U suterenu su projektovani armiranobetonski zidovi debljine  $d=20,0$ cm. Njihova uloga je da prime opterećenje od tla. Armiranje zidova vrši se armaturom RA 400/500 i izvršeno je prema PBAB 87 i pravilniku za seizmiku.

Fundiranje objekta je izvršeno na temeljnoj ploči debljine  $d=60,0$ cm. Temeljna ploča se izvodi od armiranog betona. Ispod temeljne ploče nasipa se tampon sloj šljunka debljine  $d=15,0$  cm i sloj mršavog betona debljine  $d=7,0$  cm. Preko sloja mršavog betona se postavljaju hidroizolacija koja je sa gornje strane zaštićena slojem nearmiranog betona debljine  $d=7,0$  cm. Korišćena je marka betona MB35, a armatura RA 400/500. Dozvoljeni napon u tlu je dobijen u geomehaničkom elaboratu i on iznosi  $\sigma_{doz}=200,0$  kN/m<sup>2</sup>.

Krovnna konstrukcija je prosta drvena. Pored uticaja od sopstvene težine konstrukcija je proračunata i na dejstvo vetra i snega. Maksimalni osovinski razmak rogova je  $e=90,0$  cm. Rogovi su dimenzija  $b/d=12/14$  cm. Opterećenje sa rogova prenosi se na venčanice i rožnjače, koje su dimenzija  $b/d=12/12$  cm. Opterećenje sa pojedinih rožnjača se prenosi na stubove, dimenzija 12/12 cm. A opterećenje sa ostalih rožnjača i venčanica se prenosi na betonsku konstrukciju, slika 2.

### 2.3. Analiza opterećenja

Analizirani su sledeći slučajevi opterećenja: stalno opterećenje, prema SRPS, čine sopstvena težina konstrukcije (stubovi, grede, zidna platna, tavanice) i težine nenosivih elemenata (zidovi ispune, podovi, krovne obloge); korisno opterećenje, u funkciji namene prostorija, prema SRPS; opterećenje snegom iznosi 0,75kN/m<sup>2</sup> osnove krova; opterećenje vetrom je računato prema važećim standardima SRPS; seizmičko opterećenje je analizirano metodom statički ekvivalentnog opterećenja saglasno Pravilniku [2] (II kategorija objekta, II kategorija tla, VIII seizmička zona).

### 2.4. Statički i dinamički proračun

Konstrukcija je modelirana prostorno u programskom paketu Tower 6.0, korišćenjem linijskih i površinskih konačnih elemenata. Korišćena su dva modela, model krovne konstrukcije i model armiranobetonske konstrukcije. Razlog ovome leži u većem odstupanju rezultata dinamičke analize unificiranog modela od realnih očekivanih rezultata.

Opterećenja na model su aplicirana kao linijska i površinska, saglasno analizi opterećenja, a posebno za svaki slučaj osnovnog opterećenja. Pri formiranju proračunskog modela korišćena je gusta mreža konačnih elemenata (stranica elementa 0,5 m). Tlo je modelirano pomoću Vinklerovog (Winkler) modela podloge – elastične opruge koje odgovaraju koeficijentu posteljice od 20 MN/m<sup>3</sup>.

Analiza dejstva horizontalnih opterećenja, kao i modalna analiza, pretpostavlja nedeformabilnost tavanice konstrukcije u svojoj ravni. Statički i dinamički proračun sproveden je na modelu kod koga su kombinovani linijski i površinski elementi. Modalna analiza je sprovedena sa realnim rasporedom masa bez redukovanja faktora krutosti i modula elastičnosti seizmičkih zidova što omogućuje realniji prikaz sadejstva ploča i seizmičkih zidova.

### 2.5. Dimenzionisanje i armiranje elemenata

Za po dva stubova suterena i prizemlja korišćen je beton MB40, a za sve ostale elemente konstrukcije korišćen je beton MB35. Pri dimenzionisanju elemenata, i za podužnu i za poprečnu armaturu, usvojena je rebrasta RA 400/500. Svi elementi su dimenzionisani saglasno važećim propisima [2], prema uticajima merodavnih graničnih kombinacija opterećenja, za šta je iskorišćena opcija korišćenog softvera. Grede su dimenzionisane kao jednostruko armirane, dok su stubovi dimenzionisani kao koso savijeni, obostrano simetrično armirani. AB zidovi su dimenzionisani saglasno Pravilniku [2]. Dimenzionisanje svih krovnih pozicija je izvršeno metodom dozvoljenih napona. Kontrola napona pritisaka u stubovima i zidovima je sprovedena, kao i provera ploče na probijanje.

## 3. UPOREDNA ANALIZA PRORAČUNA GRANIČNOG STANJA PREMA PBAB 87 I EC2

### 3.1. Opšte

Proračunom prema graničnim stanjima nosivosti nije istovremeno obezbeđeno da se elementi i konstrukcije na željeni način ponašaju i u različitim fazama eksploatacije, pri dejstvima znatno manjeg inteziteta od onih koja bi izazvala lom, odnosno dovela konstrukciju u stanje granične ravnoteže. Da bi se obezbedilo zahtevano ponašanje elemenata i konstrukcije u eksploataciji, mora se posebno dokazati da nisu prekoračena ni granična stanja upotrebljivosti.

Pod graničnim stanjima upotrebljivosti se podrazumevaju naponsko-deformacijska stanja konstrukcija ili elemenata pri kojima je, pod uticajem najnepovoljnije kombinacije dejstva u eksploataciji, dostignut neki od propisanih ili konvencijalno utvrđenih kriterijuma o pogodnosti

konstrukcije za upotrebu. U slučaju prekoračenja tako utvrđenog graničnog stanja upotrebljivosti, konstrukcija ili konstrukcijski element se više ne smatraju podobnim za projektovanu namenu. Za razliku od graničnih stanja nosivosti, za granična stanja upotrebljivosti ne propisuju koeficijenti sigurnosti jer ta stanja u normalnoj eksploataciji mogu biti dostignuta ali ne smeju biti prekoračena.

Na osnovu prikazanih analiza i rezultata mogu se uporediti rezultati dobijeni po dva različita standarda što je i tema ovog master rada, odnosno poređenje rezultata domaćeg važećeg standarda i Eurocode-a.

Proračun i dimenzionisanje po domaćem standardu i po Eurocode-u su rađeni u takođe domaćem softveru 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 numerički metodi, a jedan od njih, najčešće korišten je metod konačnih elemenata (MKE).

Rešavanje problema metodom konačnih elemenata svodi se na rešavanje sistema algebarskih jednačina. Dobijena rešenja su približna i odnose se na određene tačke strukture. Proces modeliranja sastoji se u diskretizaciji kontinuuma (tela ili strukture). Takav model sastoji se od konačnih elemenata, koji su povezani u čvorovima (štapni elementi), po graničnim zajedničkim linijama (ravanski elementi), ili zajedničkim površinama (prostorni elementi). Za svaki konačni element postavljaju se jednačine, a njihovom kombinacijom dobiju se jednačine cele strukture.

### 3.2 Analiza primenjenih materijala

Tabela 1: Oznake za MB prema SRPS i EC 2

Materijal	Domaći propisi	Eurocode
Beton	MB40	C35/45
Čelik	RA400/500	B500B

MB40 – Nominalna čvrstoća betona pri pritisku u starosti od 28 dana. Zasniva se na karakterističnoj čvrstoći i ima jedinicu u MPa. Modul elastičnosti za MB40 iznosi  $E=34\text{GPa}$ .

C35/45 – Klasa čvrstoće betona zasnovana na karakterističnoj vrednosti betona pri pritisku na cilindar  $f_{ck}$  i čvrstoće betona pri pritisku na kocku  $f_{ck,cube}$  u starosti betona od 28 dana i ima jedinicu u Mpa,  $(C_{f_{ck}}/f_{ck,cube})$ . Modul elastičnosti za C35/45 iznosi  $E=34\text{Gpa}$ .

RA400/500 – armatura koja ima granicu razvlačenja 400Mpa i karakterističnu čvrstoću pri zatezanju od 500Mpa.

B500B – Čelik sa normalnom klasom duktilnosti (B) i čvrstoćom pri zatezanju od 500Mpa.

### 3.3. Analiza rezultata modalne analize

Za modalnu analizu konstrukcije korišten je model sa realnim rasporedom masa i maksimalni broj tonova  $n=10$ . Kombinacije opterećenja za modalnu analizu (udeli pojedinih opterećenja):

Tabela 2: Kombinacije opterećenja prema SRPS i EC 2

Propis	Mjerodavne kombinacije
<b>Domaći propisi</b>	$1.0*g+0.5*Q+1.0*S$
<b>Eurocode</b>	$1.0*G+0.15*Q-A+0.4*Q-E$

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

### 3.4. Analiza seizmičkog proračuna

Detaljna analiza i seizmički proračun su prikazani u delovima 6.2 i 7.2 tako da će u ovom delu biti prikazani samo konačni rezultati analize i podaci koji su relevantni za poređenje.

Ovaj podatak je bitan jer je različit oblik seizmičke analize (multimodalna-domaći pravilnik, spektralna Eurocode) a takođe su različite veličine korisnog opterećenja i kombinacija opterećenja za modalnu analizu. Veličina i odnos sila je jasnije prikazan u poglavljima 6 i 7 gde se na dijagramima vidi da su seizmičke sile po evrocode-u znatno veće od sila dobijene proračunom po domaćem standardu.

Tabela 3: Seizmičko opterećenje prema SRPS i EC 2

Seizmičko opterećenje po tonovima [kN]		
Pravac	Domaći propisi	Eurocode
X	2228.80	4669.23
Y	1909.80	3998.01

Ukupno seizmičko opterećenje konstrukcije proračunato po domaćem standardu je znatno manje od opterećenja proračunatog uz primenu EC (približno za 50%).

### 3.5. Analiza korisnog opterećenja

Korisna opterećenja su usvajana u skladu sa standardima SRPS U.C7.121 i EN 1991-1-1:2004 koja imaju nešto različite intezitete propisane ovim pravilnicima. tako da su za predmetni objekat usvojene sledeće vrednosti korisnih opterećenja:

Tabela 4: Korisno opterećenje prema SRPS i EC 2

Korisno opterećenje [kN/m <sup>2</sup> ]		
Nivo	Domaći pravilnik	Eurocode
Podrum	2.0	2.0
Prizemlje	4.0	4.0
Tipski sprat	1.5	2.0
Krov	1.5	2.0

Iz priloženog se vidi da su korisna opterećenja propisana po Eurocode-u veća od onih propisanih domaćim standardima. Takođe se mora napomenuti da je po preporukama domaćeg pravilnika težina pregradnih zidova predstavljena kao jednako podeljeno opterećenje inteziteta  $q = 1.1 \text{ kN/m}^2$  za usvojenu spratnu visinu dok evropski pravilnik preporučuje da opterećenja zidova  $\leq 3 \text{ kN/m}^2$  budu usvojena kao jednako raspodeljena opterećenja inteziteta  $q_k = 1.2 \text{ kN/m}^2$  što u sumi daje znatno veća korisna opterećenja usvajana po Eurocode-u.

### 3.6. Analiza statičkih uticaja

U ovom poglavlju rada prikazani su uticaji u površinskim elementima, tabelarno (u presjecima koji su analizirani i izdvojeni za proračun armature u predhodnim dijelovima rada).

Uticaji koji su izdvojeni su uticaji od anvelope kombinacija opterećenja bez koeficijena sigurnosti. U tabelama si prikazani uticaji u tačkama za koje je i vršeno dimenzionisanje.

Tabela 5: Veličine momenata prema SRPS i EC 2

Veličine min i max momenata u pločama [kNm/m]					
Ploča	pravac	Domaći propisi		Eurocode	
		M+	M-	M+	M-
Podrum	M <sub>x</sub>	338.46	218.89	457.52	382.10
	M <sub>y</sub>	305.19	230.32	480.55	343.25
Sprat	M <sub>x</sub>	12.02	19.59	77.33	32.20
	M <sub>y</sub>	8.36	16.02	87.40	48.50

Iz priloženih tabela se vidi da su uticaji (momenti savijanja i normalne sile) dobijeni po EC znatno veći nego po domaćim propisima.

### 3.7. Analiza potrebne površine armature greda i stubova

U poglavlju rada prikazani su dijagrami potrebnih armatura i dimenzionisanje pojedinih elemenata u preseccima datim i označenim na skicama. U narednom delu rada tabelarno su prikazane srednje vrednosti potrebne armature u poljima i oslancima površinskih elemenata (AB ploče i seizmičko platno).

Tabela 6: Površina armature u pločama prema SRPS i EC 2

Potrebna površina armature u pločama [cm <sup>2</sup> ]				
Ploča	Domaći propisi		Eurocode	
	Donja zona	Gornja zona	Donja zona	Gornja zona
Temeljna	15.00	12.00	18.00	15.00
Tipski sprat	1.80	4.60	3.70	6.20

### 3.8. Analiza horizontalnih pomeranja vrha konstrukcije

Analizom horizontalnih pomeranja vrha zgrade prema domaćim propisima dobili smo pomeranja po osama:  $x = 10,61$  mm i  $y = 13,35$  mm, a analizom po Eurocodu smo dobili pomeranja  $x = 23,1$  mm i  $y = 29,3$  mm.

## 4. ZAKLJUČAK

Na osnovu svih rezultata i analiza rada 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 koeficijena sigurnosti u kombinacijama opterećenja potrebnim za dimenzionisanje, s tim da su u stubovima većinom zahtevane minimalne površine armature.

Nakon analiza koje obuhvata ovaj rad takođe može da se zaključi da Eurocode propisuje nešto veće minimalne vrednosti površina armatura u elementima u odnosu na PBAB kao i da Evropski standardi imaju manje dozvoljene vrednosti napona kada je reč o kontrolama koje su sprovedene za predmetnu konstrukciju.

## 5. 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 i 2, Univerzitetska štampa, Beograd, 2000.
- [3] Ž. Radosavljević, D. Bajić: *Armirani beton 3*, Građevinska knjiga, Beograd, 2007.
- [4] EN 1998-1:2004; Dio 1: Opšta pravila, seizmička dejstva i pravila za zgrade; Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, novembar 2009.

### Kratka biografija:



**Slobodan Radojčić** rođen je u Doboju 1985. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – konstrukcije, odbranio je 2016. godine.

**PROJEKAT VIŠESPATNE ARMIRANOBETONSKE STAMBENE ZGRADE PO EVROKODU****PROJECT OF MULTISTORY REINFORCED CONCRETE RESIDENTIAL BUILDING ACCORDING TO EUROCODE**Milan Grbović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRADJEVINARSTVO**

**Kratak sadržaj** – u radu je prikazan projekat višespratne armiranobetonske stambene zgrade Su + Pr + 5 u Novom Sadu po evropskim propisima

**Abstract** – This paper presents a project of multi-story reinforced concrete residential building basement + ground floor + 5 floors in Novi Sad according to European regulations

**Ključne reči:** Armirani beton, skeletni sistem, evropski propisi

**1. UVOD**

Projektom zadatkom predviđa se projektovanje stambene zgrade Su + Pr + 5. Zgrada se izvodi kao ukrućeni armiranobetonski skelet. Stambena zgrada se nalazi u Novom Sadu. Objekat je pravougaone osnove. Šema ramova prikazana je na Slici 1.

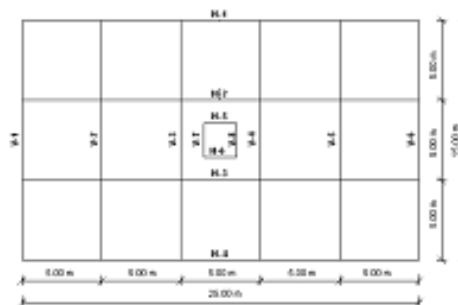
**2. ARHITEKTONSKO REŠENJE**

Duža strana objekta je 25 m, a širina 15 m. Prema svojoj nameni objekat je stambeni sa zajedničkim prostorijama. U suterenu objekta se nalazi prostor predviđen za potrebe stanara i zajednicke prostorije. Prizemlje i ostali deo prostora predviđen je za stanovanje. Struktura stanova prizemlja se sastoji od pet stambenih jedinica. Struktura stanova po spratovima, od prvog do petog je ista sa po jednim jednosobnim, tri dvosobna i jednim trosobnim stanom. Spratna visina suterena je 3,06 m, a prizemlja i ostalih spratova je 2,88m. Vertikalna komunikacija se obavlja pomoću lifta i dvokrakog stepeništa sa međupodestom, koji se kreću celom visinom objekta. Podovi objekta su obloženi parketom i keramičkim pločicama.

Keramičkim pločicama su obložene sanitarne prostorije. Podovi hodnika se obrađuju cementnom kosuljicom i teraco pločicama. Svi zidovi i plafoni prostorija se malterišu i završno obrađuju poludisper-zivnom bojom, kao i zidovi hodnika i stepeništa. Fasadni zidovi se izvode kao sendvič zidovi debljine 37 cm (opeka 20 cm + termoizolacija 5 cm + opeka 12 cm). Unutrašnji pregradni zidovi, između prostorija, izvode se od opeke debljine 20 cm, dok se pregradni zidovi u samim poslovnim prostorijama izvode od opeke debljine 12 cm.

**NAPOMENA:**

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



Slika 1. Šema ramova

**3. KONSTRUKCIJSKI SISTEM**

Konstruktivni sistem objekta je skelet ukrućen zidnim platnima. Međusobni raster stubova je 5 m u oba pravca. Stubovi su međusobno povezani gredama, koji zajednički čine ramovski sistem u dva ortogonalna pravca.

Međuspratna tavanica je projektovana kao sistem kontinualnih krstasto armiranih ploča u oba pravca, i to kao puna AB ploča debljine  $d = 15$  cm.

Stepenište je dvokrako i sastoji se od dve kose stepenišne ploče i ravne međupodesne ploče, čije su debljine  $d = 15$  cm.

Dimenzije stubova se razlikuju po visini objekta. U suterenu i prizemlju stubovi su poprečnog preseka 55/55 cm, a na ostalim spratovima 45/45 cm.

Dimenzije glavnih greda u oba pravca su iste, i iznose  $b/d = 30/50$  cm.

Raspored zidova za ukrućenje je takav da obezbeđuje skoro centrično ukrućenje zgrade u oba ortogonalna pravca. Uloga ovih elemenata je da smanje fleksibilnost i deformabilnost skeletnoj konstrukciji, da horizontalno opterećenje prime i prenesu na temelje, i da doprinesu krutosti celog sistema. Debljina zidova za ukrućenje je  $d = 20$  cm, osim oko liftovskih otvora gde je debljina  $d = 15$  cm. Zidovi za ukrućenje su projektovani tako da zadovoljavaju propisane uslove za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima.

U suterenu su projektovani AB zidovi debljine  $d = 25$  cm.

Noseća konstrukcija lifta su zidna platna debljine 15 cm, koja sa ostalim zidovima učestvuju u prijemu horizontalnih sila.

Fundiranje objekta je izvršeno na punoj AB temeljnoj ploči debljine  $d = 65$  cm. Ispod temeljne ploče izvodi se



sloj mršavog betona debljine  $d = 10$  cm i nasipa se tampon sloj šljunka debljine  $d = 15$  cm. Kota fundiranja objekta je  $-170$  cm. Dozvoljeni napon u tlu je dobijen u geomehaničkom elaboratu i iznosi  $\sigma_{doz} = 200$  kN/m<sup>2</sup>.

Krov konstrukcije je ravan sa padom od 2%. Krov je izveden tako što je na krovnu ploču  $d=16$ cm postavljena termoizolacija, hidroizolacija, sloj za pad i sloj šljunka debljine  $d=5$ cm.

#### 4. ANALIZA DEJSTAVA

Analizirani su sledeći slučajevi opterećenja:

Stalno opterećenje čine težina konstrukcije (stubovi, grede, zidna platna, tavanice i stepeništa) i težina nenosećih elemenata (zidovi ispune, podovi, krovne obloge...) [1]

Korisno opterećenje je definisano propisima [1]

Opterećenje snegom iznosi  $s = 0.70$  kN/m<sup>2</sup> osnove krova (Privremeni tehnički propisi za opterećenje zgrada. Opterećenje snegom). Uzeto po domaćim propisima [3]

Opterećenje vetrom je računato prema važećim evropskim standardima [2]

Seizmičko opterećenje je dobijeno na osnovu multi-modalne analize i to od rezultata prethodno dobijene modalne analize [5]

#### 5. STATIČKI I DINAMIČKI PRORAČUN

Konstrukcija je modelirana prostorno u programskom paketu Tower 6.0. Veza objekta i podloge je modelirana pomoću elastičnih opruga po Vinklerovom (Winkler) modelu.

Pretpostavljeno da su tavanice nedeformabilne u svojoj ravni i na osnovu ove pretpostavke urađena je analiza horizontalnog opterećenja kao i modalna analiza. Statički i dinamički proračun sprovedeni su na modelu kod koga su kombinovani linijski i površinski elementi, a konačni element u modelu je  $50 \times 50$  cm.

Svi elementi izrađeni su od betona kvaliteta C 30 i armature S500H. Prilikom dimenzionisanja elemenata korišćena je anvelopa graničnih uticaja.

#### 6. MODELIRANJE

Konstrukcija je modelirana u softverskom paketu TOWER 6.0. Slika 2.

Prilikom modeliranja konstrukcije vodilo se računa o optimalnom odnosu jednostavnosti modela i realnom predstavljanju konstrukcije. proračun se sprovodi metodom konačnih elemenata koji se zasniva na diskretizaciji i realnu konstrukciju opisuje konačnim dimenzijama elemenata.

Proračun statičkih uticaja se sprovodi po linearnoj teoriji elastičnosti. Međuspratna konstrukcija, stepenište, temeljna ploča, AB platna i zidovi suterena su modelirani kao površinski elementi dok su grede i stubovi kao linijski elementi.



Slika 2. Prikaz proračunskog modela

#### 7. DIMENZIONISANJE

Dimenzionisanje svih elemenata izvršeno je pomoću TOWER 6.0, u kojem se nalazi opcija dimenzionisanja po Evrokodu. Elementi se dimenzionišu prema uticajima merodavnih graničnih kombinacija opterećenja koje se nalaze u EC2 [4] i EC8 [6]. AB grede su dimenzionisane kao jednostruko ili dvostruko armirane. U karakterističnim preseccima u polju i nad osloncima kontinualnih greda, u kojima se pojavljuju ekstremne vrednosti momenata savijanja, kao i u svim preseccima greda minimalni koeficijent armiranja donjom zategnutom armaturom ne treba da bude manji od:

$$\rho_{min} = 0,5 \cdot \left( \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \right) \quad (1)$$

gde je

$f_{ctm}$  - srednja vrednost čvrstoće betona na zatezanje,

$f_{yk}$  - proračunska vrednost granice razvlačenja čelika

AB stubovi su simetrično armirani, opterećeni na koso savijanje. Kod stubova u seizmičkoj proračunskoj situaciji ukupni koeficijent armiranja podužnom armaturom  $\rho$  mora se kretati između vrednosti

$$0,1A_c < \rho < 0,4A_c \quad (2)$$

gde je

$A_c$  - površina betonskog preseka

AB zidovi i zidovi za ukrućenje su dimenzionisani saglasno EC2 [4] i EC8 [5], kao duktilni zidovi. U stubovima i zidovima za ukrućenje sprovedena je kontrola opterećenja.

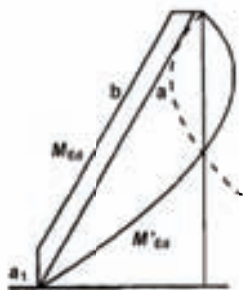
## 8. ANALIZA AB ZIDOVA PO EVROKODU I POREDJENJE SA PRAVILNIKOM BAB 87

### 8.1 Dimenzionisanje i armiranje po Evrokodu

Betonske zgrade se po evrokodu projektuju u zavisnosti od intenziteta seizmičkog dejstva, a na osnovu toga Evrokod uvodi tri klase duktilnosti:

1) Niska (Ductility Class Low DCL); 2) Srednja (MediumDCM); 3) Visoka (High DCH).

Klasa DCM – Obuhvata područja sa jakim zemljotresima koji se mogu očekivati jednom u toku eksploatacije objekta što odgovara lokaciji objekta – Novi Sad. Kod AB zidova za klasu duktilnosti DCM moraju se obuhvatiti nepouzdanosti kod stvarnih raspodela momenata savijanja za  $h_w/l_w > 2$  gde je  $h_w$  – visina zida a  $l_w$  – dužina zida. Sa obzirom na to, dijagram proračunskih momenata savijanja po visini zida uzima se kao anvelopa dijagrama momenata savijanja dobijena proračunom konstrukcije koja je vertikalno pomeren (pomeranje zatezanja). Ako konstrukcija nema nekih diskontinuiteta u masi, krutosti ili nosivosti, anvelopa se može uzeti kao prava linija (slika 3.).



Slika 3. Proračunska anvelopa momenata savijanja vitkih zidova kod dvojnih sistema

a – dijagram momenata iz analize  
b – proračunska anvelopa  
a1 – pomeranje zatezanja

U obzir se mora uzeti povećanje transverzalnih sila usled tečenja u osnovi primarnog seizmičkog zida, a to se može dobiti ako se uzme da je proračunska vrednost transverzalne sile 50% veća od transverzalne sile dobijene iz analize. U primarnim seizmičkim zidovima vrednost normalizovanog aksijalnog opterećenja  $v_d$  ne treba da bude veći od 0,4:

$$v_d = \frac{N_{ed}}{f_{cd} \cdot A_c} < 0,4 \quad (4)$$

gde je

$N_{ed}$  – normalizovana aksijalna sila u seizmičkoj proračunskoj situaciji;

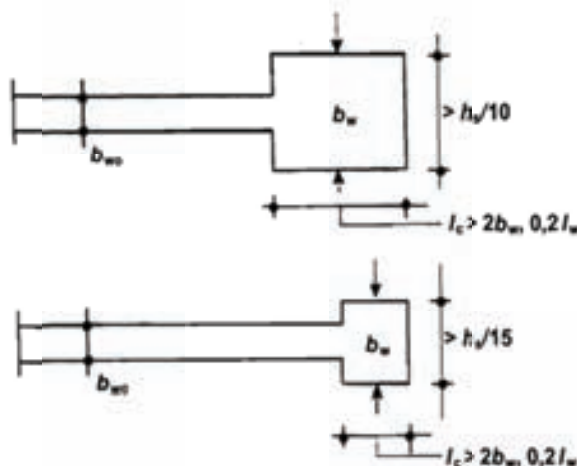
$A_c$  – površina poprečnog preseka zida;

$f_{cd}$  – proračunska vrednost čvrstoće betona pri pritisku

$$v_d = \frac{1278,67}{2 \cdot 10000} = 0,1 < 0,4 \text{ (uslov je ispunjen)}$$

Debljina utegnuto delu ivičnih elemenata  $b_w$  ne sme biti manja od 20 cm. Ako dužina utegnuto elementa nije

veća od  $2 b_w$  i  $0,2 l_w$ , vrednost  $b_w$  ne sme biti manja od  $h_s/15$ , gde je  $h_s$  – visina sprata. Ako je dužina utegnuto elementa veća od  $2 b_w$  i  $0,2 l_w$ , vrednost  $b_w$  ne sme biti manja od  $h_s/10$  slika 4.



Slika 4. Debljina utegnuto ivičnog elementa zida

Dužina utegnuto elementa je dobijena da je manja od vrednosti  $0,2 l_w$  i  $2 b_w$  Slika 5:

$$l_c < 2b_w \Rightarrow b_w > h_s/15 \quad (5)$$

$$l_c < 0,2l_w$$

$$l_c > 2b_w \Rightarrow b_w > h_s/10 \quad (6)$$

$$l_c > 0,2l_w$$

$$55 < 0,2 \cdot 550 \Rightarrow 55 < 110$$

$$55 < 2 \cdot 55 \Rightarrow 55 < 110$$

Iz čega je potrebno da je:

$$55 > 288/15 \Rightarrow 55 > 19,2 \text{ (uslov je ispunjen)}$$

Visina kritične oblasti  $h_{cr}$  iznad osnove zida može se proceniti kao  $h_{cr} = \max(l_w, h_w/6)$

ali

$$h_{cr} \leq \begin{cases} 2l_w \\ h_s \\ 2h_s \end{cases} \quad (7)$$

gde je  $h_s$  čista spratna visina, a osnova nivo temelja. U kritičnim oblastima treba da se obezbedi vrednost faktora duktilnosti krivine  $\mu_\phi$  koja je najmanje jednaka:

$$\mu_\phi = 2q_o - 1 \quad \text{ako je } T_l \geq T_c \quad (8)$$

$$\mu_\phi = 2 + 2(q_o - 1) T_c/T_l \quad \text{ako je } T_l < T_c \quad (9)$$

gde je

$q_o$  – osnovna vrednost faktora ponašanja

Za samostalne zidove je  $\mu_\phi = q^2 = 14,1$

Za zidove sa proširenim presecima na krajevima, mehanički zapreminski koeficijent armature za utezanje ivičnih elemenata se dobija preko formule :

$$\alpha \omega_{wd} \geq 30 \mu_\phi (v_d + \omega_v) \epsilon_{sy,d} \frac{b_c}{b_o} - 0,035 \quad (10)$$

gde je

$$\alpha = \alpha_n \cdot \alpha_s$$

$$\alpha_n = 1 - \frac{\sum b_i^2}{6b_o h_o} = 1 - \frac{8 \cdot 25,95^2}{6 \cdot 55,2 \cdot 55,2} = 0,7$$

$$\alpha_s = (1 - s/2b_o)(1 - s/2h_o) = \left(1 - \frac{7,5}{2 \cdot 55,2}\right)^2 = 0,87 \Rightarrow$$

$$\alpha = 0,7 \cdot 0,87 = 0,61$$

$$\omega_{wd} = \frac{V_h \cdot f_{yd}}{V_o \cdot f_{cd}}$$

$$\omega_{wd} = \frac{188,4}{22852,8} \cdot \frac{434,8}{20} = 0,18$$

$$\nu_d = \frac{N_{ed}}{h_c b_c f_{cd}} = \frac{1581,17}{55 \cdot 55 \cdot 2} = 0,23$$

$$\omega_v = \frac{A_{sv}}{h_c b_c} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}} = \frac{3,95}{55 \cdot 55} \cdot \frac{43,48}{2} = 0,02$$

$$\varepsilon_{sy,d} = \frac{\varepsilon_{sy}}{\gamma_s} = \frac{0,0025}{1,15} = 0,002$$

$$0,61 \cdot 0,18 \geq 30 \cdot 14 \cdot (0,1 + 0,02) \cdot 0,002 \cdot \frac{60}{55,2} - 0,035$$

$$0,11 \geq 0,075$$

Koeficijent armiranja podužnom armaturom ivičnih elemenata ne treba da je manji od 0,5 %, pri čemu se od ove vrednosti pola armature stavlja na oba kraja zida, a proračunom je dobijeno da armatura u stubovima, koji postaju stubasta proširenja zidova, zadovoljava minimalne i dobijene proračunske vrednosti armature ivičnih elemenata Slika 5. Minimalni koeficijenti armiranja vertikalnom i horizontalnom armaturom rebra su  $\rho_{h,min} = \rho_{v,min} = 0,2$  % betonskog preseka. Nastavljanje zavarivanjem u kritičnim oblastima konstruktivnih elemenata nije dozvoljeno.

## 8.2 Dimenzionisanje i armiranje po Pravilniku BAB 87

Po pravilniku BAB87 [7] dimenzionisanje se vrši po graničnom stanju nosivosti uz maksimalno smanjenje aksijalne sile pritiska i maksimalno povećanje momenta savijanja. Naponi u zidovima za ukrućenje izazvani aksijalnom silom od totalnog eksploatacionog opterećenja se ograničavaju na 20 % čvrstoće betonske prizme (0.7 MB). Uz upotrebu interakcionih dijagrama definiše se minimalni koeficijent armiranja podužnom (vertikalnom) armaturom u seizmički aktivnim područjima  $\mu_{min}=0.45$  % od površine horizontalnog preseka zida. Po trećina ove armature grupiše se na svakom kraju zida na dužini od 1/10 preseka.

Minimalna površina podeone (horizontalne) armature je  $\mu_{min} = 0.20$  % površine horizontalnog preseka. Lom zida treba da je duktilan, tj. treba da nastane usled plastifikacije armature, a ne usled drobljenja betona ili smicanja. Armaturu treba voditi iz temelja do prve sledeće etaže gde se može izvršiti prvo nastavljanje. Nastavljanje vertikalne armature se radi u srednjem delu zida preklonom, ili na krajevima zida zavarivanjem.

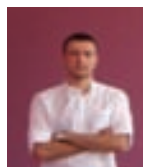
## 9. ZAKLJUČAK

Za razliku od pojedinih karakteristika AB zidova koji se tiču simetrije, neprekidnosti celom visinom zgrade itd. u kojima Evrokod i BAB daju približno slična uputstva, nesumnjivo da je Evrokod jasniji i precizniji što pokazuje svojim kvantitativnim zahtevima. Evrokod postavlja brojčane uslove, koji nedvosmisleno ostvaruju balans duktilnosti i nosivosti.

## 10. LITERATURA

- [1] Evrokod 1 EN 1991-1-1:2002 – Dejstva na konstrukcije, zapreminske težine, sopstvena težina, korisna opterećenja za zgrade
- [2] Evrokod 1 EN 1991-1-4:2004 – Dejstva na konstrukcije dejstva vetra
- [3] "Tehnički propisi '86 knjiga 2", Beograd, centar za radničko samoupravljanje, 1986.
- [4] Evrokod 2 EN 1992-1-1:2004 – Proračun betonskih konstrukcija
- [5] Evrokod 8 EN 1998-1:2004 – Proračun seizmički otpornih konstrukcija
- [6] Grupa autora: BETON I ARMIRANI BETON, BAB 87, knjiga 1, Univerzitetska štampa, Beograd, 2000.
- [7] Grupa autora: BETON I ARMIRANI BETON, BAB 87, knjiga 2, Univerzitetska štampa, Beograd, 2000.

## Kratka biografija:



**Milan Grbović** rođen je u Vrbasu 1986. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – usmerenje konstrukcije odbranio je 2016.god

UPOREDNA ANALIZA SPREGNUTIH MEĐUSPRATNIH KONSTRUKCIJA PREMA EC4 I NACIONALNIM STANDARDIMA

COMPARATIV ANALYSIS OF DESIGN COMPOSITE FLOOR CONSTRUCTION ACCORDING TO EC4 AND NATIONAL REGULATIONS

Zoran Lazić, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

**Kratak sadržaj** – U prvom dijelu ovog rada prikazane su analize dimenzionisanja spregnutih greda i ploče od čelika i betona prema nacionalnim i EC4 propisima kao i njihova uporedna analiza. U drugom dijelu je prikazan proračun međuspratne konstrukcije Poslovno – Proizvodnog objekta u spregnutoj izvedbi.

**Abstract** – In the first part the analysis of individual dimensioning of composite beams and slabs of steel and concrete according to national rules and EC4 are shown, as well as their comparative analysis. The second part shows the design of composite floor construction of business building.

**Ključne reči:** Spregnuta konstrukcija, spregnuta greda, spregnuta ploča, statički proračun, Evrokod 4

1. UVOD

Prvi, teorijski dio rada obrađuje analizu proračuna i dimenzionisanje spregnutih konstrukcija od čelika i betona prema EN 1994 i prema domaćem Pravilniku o tehničkim mjerama i uslovima za spregnute konstrukcije iz 1970. godine.

Drugi dio rada predstavlja projekat spregnute međuspratne konstrukcije unutar Poslovno – proizvodnog objekta dimenzija u osnovi 30x12m. Proračun međuspratne konstrukcije je urađen primjenom EN 1994 i sadrži tehnički opis, sve neophodne proračune, grafičku dokumentaciju i specifikaciju materijala.

2. OSNOVE PRORAČUNA SPREGNUTIH MEĐUSPRATNIH KONSTRUKCIJA PREMA EN 1994

Spregnuti nosači predstavljaju elemente konstrukcije koji su dominantno opterećeni na savijanje. Analizu ponašanja spregnutih nosača prema EN 1994 treba izvršiti za granično stanje nosivosti i granično stanje upotrebljivosti. Za granična stanja nosivosti, spregnute nosače treba provjeriti u pogledu:

- otpornosti kritičnih poprečnih presjeka,
- otpornosti na bočno-torziono izvijanje,
- otpornost na izbočavanje smicanjem i otpornosti rebra na poprečne sile,
- otpornosti na podužno smicanje.

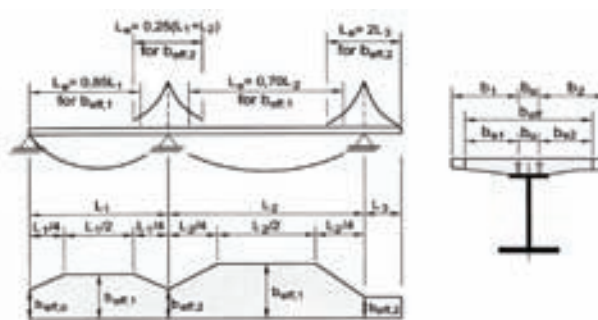
NAPOMENA:

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

Proračun za granična stanja upotrebljivosti podrazumeva:

- kontrolu napona
- kontrolu ugiba
- kontrolu vibracija nosača
- kontrolu širine prslina u betonu (ukoliko je beton u zoni zatezanja)

Za analizu ponašanja spregnutih nosača definiše se efektivni presjek, u koji je, na sadejstvujućoj širini spregnute ploče  $b_{eff}$ , pored površine betona iznad rebra profilisanog lima, uzeta u obzir i efektivna površina betona unutar samog rebra ( $A_{re}$ ).



Slika 1. – Ekvivalentni rasponi za efektivnu širinu betonskog pojasa

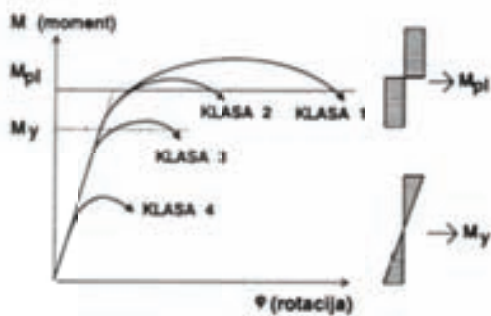
Za područje u polju i nad središnjim osloncima efektivna širina se izračunava prema izrazu:

$$b_{eff} = b_0 + \sum b_{ei} = b_0 + b_{e1} + b_{e2}$$

Proračun spregnutih nosača zavisi i od klasifikacije čeličnog dijela presjeka, koja je definisana prema EN 1993. Definisane su četiri klase, u zavisnosti od kapaciteta rotacije presjeka i lokalnog izbočavanja, a presjek se klasifikuje prema najnepovoljnijoj klasi pritisnutih zidova čeličnog profila (nožice ili rebra).

Tabela.1 – Postupak dokaza obzirom na klase poprečnih presjeka

Klasa poprečnog presjeka	1	2	3	4
Metoda globalne analize	Plastična	Elastična	Elastična	Elastična
Analiza poprečnog presjeka	Plastična	Plastična	Elastična	Elastična



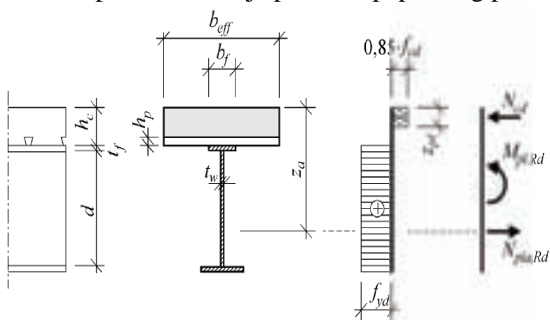
Slika 2. Klase spregnutog poprečnog presjeka

Prema EN 1994-1-1 za globalnu analizu kod zgrada date su četiri metode:

- linearna elastična globalna analiza
- nelinearna globalna analiza
- linearno elastična globalna analiza sa ograničenom preraspodjelom
- kruto plastična globalna analiza

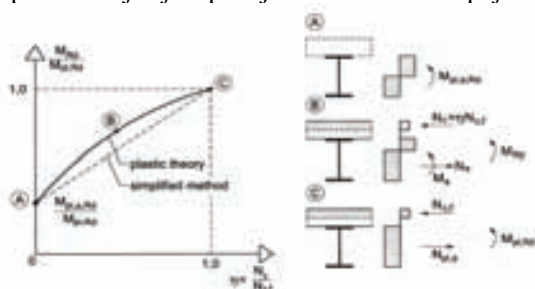
Kruto plastična globalna analiza definiše se kao analiza koja se provodi na početnoj geometriji konstrukcije i primjenjuje se za određivanje uticaja kod dokaza krajnjeg graničnog stanja nosivosti, osim zamora.

Kruto-plastična globalna analiza uzima u obzir plastifikaciju materijala pri određivanju graničnog stanja nosivosti što znači da ova analiza daje veću otpornost poprečnim presjecima od elastične analize a samim tim se vrši i ušteda materijala. Ovom analizom se dobija potreba za čeličnim profilima manje površine poprečnog preseka.



Slika 3. Plastična otpornost na savijanje nosača

EN 1994 razlikuje puni smičući spoj i parcijalni. Ukoliko postoji dovoljan broj moždanika da primi maksimalnu silu u betonskoj ploči radi se o punom smičućem spoju, u suprotnom riječ je o parcijalnom smičućem spoju.

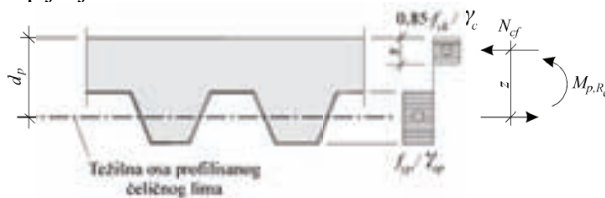


Slika 4. Uticaj smičućeg spoja na nosivost presjeka

Koeficijent smičućeg spoja:

$$n = n_f \cdot \frac{N_c}{N_{c,f}} = \frac{N_c}{P_{Rd}}$$

Kod graničnog stanja upotrebljivosti koristi se isključivo teorija elastičnosti, uzimajući u obzir i preraspodjelu napona u preseku zbog pojave tečenja i skupljanja betona.



Slika 5. Plastična otpornost na savijanje spregnute ploče

### 3. OSNOVE PRORAČUNA SPREGNUTIH MEĐUSPRATNIH KONSTRUKCIJA PREMA PRAVILNIKU O TEHNIČKIM MJERAMA I USLOVIMA ZA SPREGNUTE KONSTRUKCIJE IZ 1970. GODINE

Prema članu 45. Pravilniku o tehničkim mjerama i uslovima za spregnute konstrukcije iz 1970. godine proračun spregnutih konstrukcija vrši se prema teoriji dopuštenih napona pri čemu je potrebno izvršiti sljedeće dokaze:

- Dokaz napona za montažna stanja i pojedinačna opterećenja, za sva osnovna i dopunska opterećenja posle završetka građenja i za sva osnovna i dopunska opterećenja posle završetka skupljanja i tečenja betona
- Dokaz preduzimanja mera protiv prslina u betonu
- Dokaz sigurnosti protiv kritičnih deformacija
- Dokaz stabilnosti čeličnog nosača
- Dokaz ugiba
- Dokaz potrebne starosti betona pri prvom opterećenju

Spregnuti presjek pri proračunu napona predstavljamo idealnim presjekom pri čemu se površina betonske ploče redukuje koeficijentom  $n$  koji predstavlja odnos modula elastičnosti čelika i betona.

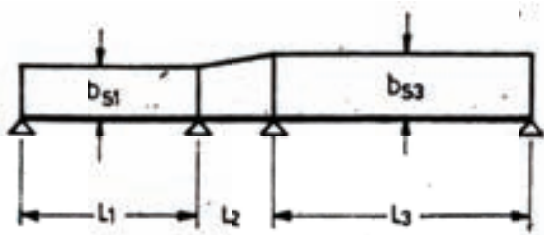
$$n = \frac{E_\xi}{E_b}$$

Idealna površina spregnutog presjeka, u odnosu na  $E_\xi$  određen je izrazom:

$$A_i = A_\xi + A_a + \frac{1}{n} \cdot A_b$$

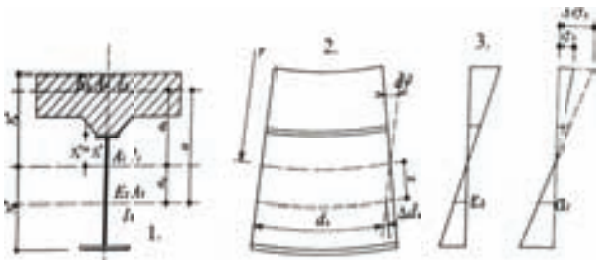
Osnovna definicija sadejstvujuće širine ploče može se napisati jednačinom:

$$b_s \cdot \sigma_{max} = \int_0^b \sigma_{xy} \cdot dy$$



Slika 6. Sadejstvjuća širina ploče

Računski model savijanja spregnutog nosača zasniva se na pretpostavci da su oba elementa spojena kontinualno i nepomjerljivo po cijeloj dužini nosača. Problem savijanja spregnutog nosača svodi se na računski model savijanja homogenog čeličnog nosača.



Slika 7. – Elementi spregnutog nosača izloženog savijanju

Vrednosti napona u čeličnom i betonskom dijelu spregnutog poprečnog presjeka, koje se dobijaju sabiranjem napona za mjerodavne kombinacije opterećenja za faze 1,2 i 3 moraju da budu manje od dopuštenih vrijednosti napona za čelik, odnosno beton.

#### 4. UPOREDNA ANALIZA PRORAČUNA SPREGNUTIH KONSTRUKCIJA PREMA DOMAĆIM I EC4 PROPISIMA

Proračun spregnutih konstrukcija prema domaćim propisima se radi po teoriji dopuštenih napona (deterministički pristup). Ovaj proračun se zasniva na Teoriji elastičnosti koja se koristi u globalnoj analizi, za proračun uticaja u konstrukciji, i u lokalnoj analizi, za dimenzionisanje presjeka i elemenata.

EN 1994 ili Evrokod 4 se bavi proračunom spregnutih konstrukcija prema teoriji graničnih stanja (poluprobabilistički pristup). Granična stanja su stanja čijim dostizanjem, ili prekoračenjem, konstrukcija gubi svoju sigurnost, i/ili funkcionalnost i/ili trajnost. Treba dokazati da ni u jednoj proračunskoj situaciji, koja se može javiti tokom eksploatacionog vijeka konstrukcije, neće doći do prekoračenja graničnih stanja (nosivosti ili upotrebljivosti).

Oba pravilnika pri elastičnoj analizi konstrukcije zahtjevaju da se provjere i uzmu u obzir isti uticaji. Ovi uticaji se uzimaju na taj način što se umjesto spregnutog presjeka formira idealizovani presjek tako što površina betona redukuje koeficijentom  $n$  koji predstavlja količnik modula elastičnosti čelika i betona.

U zavisnosti od nosivosti smičućeg spoja prema Evrokodu 4 postoji:

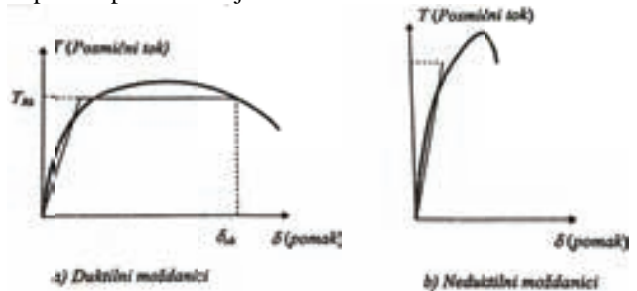
- puni smičući spoj – ostvaruje se moment pune plastičnosti za kritični presjek – broj moždanika

veći ili jednak broju moždanika za prenos smičuće sile

- parcijalni smičući spoj – broj moždanika nije dovoljan za prenos ukupne smičuće sile tako da je nemoguće ostvariti moment pune plastičnosti

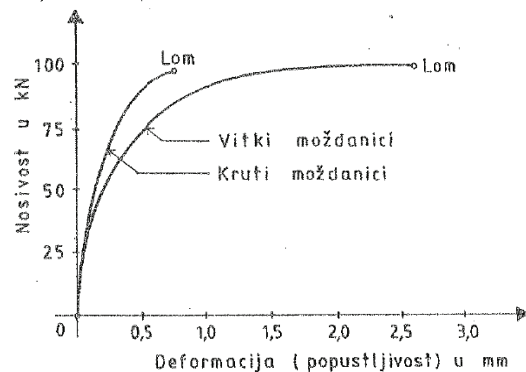
Domaći pravilnik ne predviđa parcijalni smičući spoj, već moždanici odnosno sredstva za sprezanje moraju da preuzmu smičuće sile od osnovnih i dopunskih opterećenja za najnepovoljniju kombinaciju.

Prema Evrokodu 4 postoje duktilni moždanici čiji je kapacitet proklizavanja 6 mm i neduktilni moždanici.



Slika 8 – Duktilni i neduktilni moždanici

Prema domaćem pravilniku postoje kruti (nepopustljivi) i vitki (fleksibilni ili popustljivi) moždanici.



Slika 9 – Dijagram ponašanja moždanika

Oba propisa razlikuju popustljive i nepopustljive moždanike s tim da je u Evrokodu 4 jasno definisana granica popuštanja duktilnih moždanika koja je 6 mm dok u domaćem pravilniku sa dijagrama na slici 9. vidimo da popustljivost vitkih moždanika ide do skoro 3 mm.

#### 5. PROJEKAT SPREGNUTE MEĐUSPRATNE KONSTRUKCIJE UNUTAR POSLOVNO – PROIZVODNOG OBJEKTA

##### 5.1. Tehnički opis

Unutar poslovno proizvodnog objekta, nalazi se spregnuta međuspratna konstrukcija, dimenzija u osnovi 30x12m, koja se oslanja na glavne stubove konstrukcije hale i dodatne stubove na svakih 6m. U osama 21 i 23 se nalaze spregnuti ivični glavni nosači, a u osi 22 spregnuti srednji glavni nosači međuspratne konstrukcije, raspona  $L=6m$ , statičkog sistema proste grede koji se oslanjaju na glavne stubove konstrukcije i dodatne stubove.

Ivični glavni nosači (POS M1 – POS M5 i POS M11 – POS M15) su profila IPE360.

Srednji glavni nosači (POS M6 – POS M10) su profila IPE500.

U ortogonalnom pravcu pružaju se sekundarni čelični nosači spregnute međuspratne konstrukcije, na ekvidistantnom međusobnom rastojanju od 2m, statičkog sistema proste grede, raspona  $L=6m$ , a oslanjaju se na glavne nosače spregnute konstrukcije i stubove.

Sekundarni nosači (POS M16, POS M31, POS M32 i POS M47) su profila IPE220.

Sekundarni nosači (POS M17 - POS M30 i POS M33 - POS M46) su profila IPE300.

Preko sekundarnih spregnutih nosača pruža se spregnuta ploča formirana od trapezastog profilisanog lima TR60 ( $d=0,70mm$ ), koji služi kao oplata za beton i platforma za rad u toku izvođenja, i betona marke MB30 debljine 80mm iznad rebra lima, tako da ukupna debljina spregnute ploče iznosi 140mm.

Sadejstvo između betonske ploče i trapezastog lima, kao i betonske ploče i glavnih, odnosno sekundarnih čeličnih nosača ostvaruje se pomoću duktilnih moždanika sa glavom prečnika  $\varnothing 19\text{ mm}$  i visine 120 mm.

U fazi eksploatacije zahtjevano korisno opterećenje iznosi  $15\text{ kN/m}^2$  po čitavoj površini konstrukcije. Osim sopstvene težine međuspratne konstrukcije, uzeto je u obzir i težina završne obrade – granitne keramike, kao i težina instalacija. U fazi izgradnje uzeto je u obzir opterećenje od svježeg betona, radnika i opreme, kao i efekat „ulegnuća“.

Statički uticaji za fazu izgradnje i fazu eksploatacije izračunati su u softveru AxisVM Student Version.

Dimenzionisanje spregnutih greda i spregnute ploče urađeno je prema pravilima datim u Eurocode 4, i u skladu sa odredbama datih u Eurocode 2 i Eurocode 3.

Primjenjeni elementi i materijali:

- Trapezasti profilisani lim TR60, debljine 0,70 mm, kvaliteta čelika S355
- Čelični nosači, kvaliteta čelika S235
- Armatura B 500
- Beton MB 30 (C 20/25)
- Duktilni moždanici sa glavom  $\varnothing 19\text{ mm}$ , kvaliteta čelika S 450

### 5.2. Analiza opterećenja

U fazi izgradnje kada trapezni lim služi kao oplata usvojena su sljedeća opterećenja:

Sopstvena težina trapeznog lima je  $0,089\text{ kN/m}^2$ , sopstvena težina betonske ploče  $2,6\text{ kN/m}^2$ , korisno opterećenje u toku izgradnje iznosi  $1,5\text{ kN/m}^2$  unutar radne površine i  $0,75\text{ kN/m}^2$  van radne površine.

U fazi eksploatacije dodatno stalno opterećenje od završne obloge iznosi  $0,3\text{ kN/m}^2$ , od instalacija  $0,2\text{ kN/m}^2$ . Korisno opterećenje u fazi eksploatacije iznosi  $15\text{ kN/m}^2$ .

### 5.3. Dimenzionisanje elemenata

Međuspratna konstrukcija je dimenzionisana na najnepovoljniju kombinaciju opterećenja u fazi eksploatacije i u fazi izgradnje. Dimenzionisanje spregnutih greda i spregnute ploče urađeno je prema pravilima Eurocode 4 pridržavajući se dodatnih odredbi iz Eurocode 3 i Eurocode 2.

Profilisani lim je tokom izgradnje nepoduprta kontinualno oslonjena ploča i služi kao radna platforma i oplata za

beton a u fazi eksploatacije je dio spregnute ploče u ulozi zategnute armature u donjoj zoni presjeka.

Proračunom nosivosti spregnutih greda dobijen je procenat iskorišćenosti nosivosti greda, odnosno stepen smičućeg spoja kao i broj moždanika za glavne i sekundarne grede.

Proračun veza je urađen prema Eurocode 3. Veze između sekundarnih i glavnih greda, sekundarnih greda i stubova kao i glavnih greda i stubova urađeno je preko para priključnih limova postavljeni simetrično u odnosu na osu nosača i stuba i zavareni ugaonim šavom za noseći element. Usvojeni su zavrtnjevi M20 su klase k5.6.

## 6. ZAKLJUČAK

Ovaj rad treba da prikaže projektovanje spregnutih konstrukcija prema evropskim normama koje će se uskoro primjenjivati u našoj zemlji i projektovanje spregnutih konstrukcija prema domaćem pravilniku koji bi trebao da izađe iz upotrebe. Ovaj rad takođe treba da izvrši poređenje ova dva propisa, njihovih sličnosti, različitosti, prednosti i mana.

Pored teorijskog dijela u radu se nalazi i projekat spregnute međuspratne konstrukcije urađen prema Eurocode 4, gdje se prikazana teorija treba primjeniti.

## 7. LITERATURA

- [1] Miroslav Debeljković: “*Spregnute konstrukcije u praksi*”, Udruženje izgradnja, Beograd, 2012.
- [2] “*Pravilnik o tehničkim merama i uslovima za spregnute konstrukcije iz 1970. Godine*”
- [3] Milenko Pržulj: “*Spregnute konstrukcije*”, Građevinska knjiga, Beograd, 1989.
- [4] “*EN 1994-1-1: 2004 Evrokod 4, Proračun spregnutih konstrukcija od čelika i betona, Deo 1-1: Opšta pravila i pravila za zgrade*”, Beograd, 2006.
- [5] Boris Androić, Darko Dujmović, Ivan Lukačević: “*Projektiranje spregnutih konstrukcija prema Eurocode 4*”, I.A. Projektiranje, Zagreb, 2012.
- [6] R. P. Johnson: “*Composite Structures of Steel and Concrete*”, Blackwell Publishing, Oxford UK, 2004.
- [7] R. M. Lawson, K. F. Chung: “*Composite Beam Design to Eurocode 4*”, The Steel Construction Institute, Ascot UK, 1994.
- [8] Dragan Buđevac; Zlatko Marković; Dragana Bogavac; Dragoslav Tošić: “*Metalne konstrukcije: Knjiga 2 – Specijalna poglavlja i tehnologija izrade*”, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, 1999.

### Kratka biografija:



**Zoran Lazić** rođen je u Brčkom 1990. god. Osnovne akademske studije završio je na Fakultetu Tehničkih nauka u Novom Sadu 2014. godine. Master rad na Fakultetu Tehničkih nauka iz oblasti spregnutih konstrukcija odbranio je 2016. godine.

**PRIMENA INFORMACIONOG SISTEMA SAP ERP U POŠTI****APPLICATION INFORMATION SYSTEM SAP ERP IN POSTAL SERVICE**Igor Stevanović, Željko Trpovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – SAOBRAĆAJ**

**Kratak sadržaj** – Rad ima za cilj da objasni primenu informacionog sistema SAP u pošti, i njegov značaj u napredovanju kompanija u mnogim oblastima poslovanja. U glavi 2. opisan je softverski paket ERP. Objasnjeno je kojim preduzećima je namenjen i kakvi sve paketi postoje. Nabrojane su prednosti i mane ERP sistema. Navedene su razlike između ERP i CRM (engl. Customer Relationship Management) sistema. U 3. glavi dato je objašnjenje akronima SAP, njegovo značenje i poreklo. Istorijski razvoj softvera, gde se sve može primeniti i proces poslovanja kompanije koja je implementirala SAP. Implementacija u poštama Evrope. U glavi 4. su nabrojane komponente SAP-a, opisano upravljanje finansijama, SAP logistika, planiranje proizvodnje kao i ljudski resursi. I glava 5. opisuje implementaciju SAP sistema u pet koraka, od pripreme projekta do realizacije i na kraju podrška u realnom vremenu i procena.

**Abstract** - The paper aims to illustrate the application information SAP system in the postal service, and its importance of advancement of the company in many areas of business. The Chapter 2 is describing ERP software package. The explanation of the types of companies it serves and the packages that exist. The advantages and disadvantages of ERP systems are listed. Those are the differences between ERP and CRM (Customer Relationship Management) system). In chapter 3 the explanation of the acronym SAP, its meaning and origin are given; as well as the Historical development of software, which can all be applied to the process operations of the company implementing SAP. Implementation in postal services in Europe. In Chapter 4 the components of SAP are given. It describes how to manage finances, SAP logistics, production planning and human resources. And in chapter 5 the implementation of the SAP system in five steps is given - from a project preparation to implementation, as well as on-site support in real time and evaluation.

**Ključne reči:** Informacioni sistem, SAP ERP, struktura, primena, pošta.

**1. UVOD**

Informacioni sistemi su najznačajniji u oblasti informatike. Definisani su kao integrisani skup komponenti za sakupljanje, snimanje, čuvanje, obradu i prenošenje informacija.

**NAPOMENA:**

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

Svaki informacioni sistem ima za cilj da omogući prikupljanje, obradu i prikazivanje informacija na najbolji mogući način. Definiše se kao integralni sistem koji obuhvata opremu i ljude (prvenstveno se misli na njihovo znanje) u obezbeđivanju informacija za podršku funkcionisanja organizacije. Tek primena modernijih informacionih tehnologija dovodi do povezivanja delova tj. modula određenog informacionog sistema. Informacioni sistem mora da bude vertikalno razrađen da bi osigurao informacije na svim nivoima upravljanja. Zbog međusobne razmene podataka i informacija pojedini podsistemi moraju da budu međusobno povezani [9]. Postoje dva tipa organizacije podataka: datoteka i baza podataka [9].

Dizajn baze podataka je pripremljen tako da zadovolji zahteve celog sistema, a ne samo pojedinačnih aplikacija. U najviše slučajeva ERP (engl. Enterprise Resource Planning) sistemi se implementiraju iz potrebe za unapređenjem određenog dela poslovnog sistema kao npr. proizvodnja, nabavka, prodaja, interno izveštavanje i dr. Iz tog razloga je veoma bitno dobro usaglasiti projektni plan zasnovan na implementacionoj metodologiji (na pr. ASAP-eng. AcceleratedSAP- razvoj i implementacija SAP) sa potrebama određenog poslovnog sistema. Tokom implementacije ERP sistema mora postojati interaktivni odnos između SAP implementatora i ključnih korisnika poslovnog sistema. Implementacija ERP sistema je prisutna i na našem tržištu, kao pojednostavljena domaća rešenja ali su prisutni i inostrani ERP sistemi. Najpoznatiji inostrani ERP sistemi su SAP(eng. Systems Applications and Products), Oracle Financials i BAAN (softver, dobio naziv po Jan Baan vlasniku korporacije Baan iz koje je proizašao ERP softver) u jako malom procentu.

**2. SOFTVERSKI PAKET ERP**

Prvi pokušaji koji su savremeni poslovni sistemi učinili u cilju upravljanja svojim resursima i potrebama jeste razvijanje MRP (engl. *Material Requirements Planning*) sistema, odnosno sistema koji su imali zadatak da upravljaju planiranjem potreba jednog sistema. To su bili sistemi koji su unapređivali poslovanje kontrole zaliha i sistema za planiranje proizvodnje. U drugoj fazi je razvijen MRP II (engl. *Manufacturing Resource Planing*) system.

**ERP** sistemi predstavljaju nastavak i proširenje koncepta MRP II sa dodatnim funkcionalnostima za finansije, distribuciju proizvoda, upravljanje ljudskim resursima (HRM - engl. *Human Resources Management*) koji su integrisani tako da mogu da zadovolje opšte poslovne potrebe integrisanog i umreženog preduzeća.



**ERP** (engl. *Enterprise Resource Planning* – planiranje resursa u korporacijama) je proces u kome se planiraju poslovni resursi. U sprovođenju tog procesa obično je uključen neki poslovni informacijski sistem za velika preduzeća.

Mala i srednja preduzeća nemaju organizacionu strukturu, a najčešće ni potrebu za planiranjem poslovnih resursa, pa ni za softverom koji se obično koristi pri planiranju. Za velika preduzeća je softver koji obuhvata sve standardne poslovne funkcije i ima mogućnost prilagođavanja konkretnim potrebama preduzeća, često ne podržavajući lokalne standarde.

Primena softverskih paketa može da doprinese značajnom poboljšanju kvaliteta proizvoda i usluga. Ova vrsta sistema omogućava integraciju kompletnog funkcionisanja poslovnog sistema pomoću jedinstvenog softverskog rešenja. Najpoznatiji paketi su:

- SAP (BusinessOne, AiO, R/3)
- ORACLE - People Soft
- BAAN
- Microsoft Dynamics sistemi: NAV (Navision), AX (Axapta), GP (Great Plains), SL (Solomon)
- PULLS™

**ERP** predstavlja niz aktivnosti, podržanih od višemodulskog aplikativnog softvera, koji pomaže u upravljanju poslovnim, finansijskim aspektima poslovanja i ljudskim resursima. Uvođenje sistema podrazumeva analizu poslovnih procesa, obuku zaposlenih i nove radne procedure [8].

### 2.1. Kako ERP funkcioniše?

ERP sistemi su postali sredstvo za podršku i ubrzanje celokupnog procesa zadovoljenja porudžbina, uključujući i distribuciju proizvoda. Registrujući promene računarskim zapisom, ERP sistemi prate resurse – materijal, kapacitete i radnu snagu, koji se tipično koriste u upravljanju finansijama, proizvodnjom i distribucijom [9]. Generalno, ERP sistemi se odlikuju sledećim karakteristikama:

- Integrisani sistem koji funkcioniše u realnom vremenu
- Zajedničku bazu podataka, koja podržava sve aplikacije.
- Konzistentan izgled i rad tokom svakog modula .
- Instalacija sistema bez preterane analize integrisanosti aplikacije/baza podataka od strane departmana za informacione tehnologije (IT) [9].

### 2.2. Prednosti i mane ERP-a

#### *Prednosti ERP-a*

1. Potpuna vidljivost u svim važnim procesima, u raznim odeljenjima organizacije
2. Automatski i koherentni proces rada iz jednog odeljenja u drugo, da se obezbedi nesmetani i brži završetak procesa. Ovo takođe osigurava pravilno praćenje aktivnosti između odeljaka.
3. Jedan sistem za statističku analizu u realnom vremenu u svim funkcijama/ odeljenjima.
4. Pošto se isti (ERP) softver sada koristi u svim odeljenjima, nije potrebno da pojedini sektori kupe i održavaju svoje softverske sisteme.

5. Pojedini proizvođači ERP-a mogu proširiti svoje ERP sisteme kako bi omogućili funkcionalnost poslovne inteligencije, koje mogu dati uvid u poslovne procese i indentifikovati pojedine probleme odnosno poboljšanja.

6. Postoje različiti moduli u ERP sistemima kao što su finansije, upravljanje ljudskim resursima, proizvodnja, marketing, snabdevanje, menadžment skladištenja, upravljanje projektima itd.

7. Pošto je ERP modularni softverski sistem moguće je sprovesti nekoliko ili više modula na osnovu zahteva jedne organizacije. Ako je više modula realizovano, integracija između različitih odeljenja je bolja.

8. ERP sistemi olakšavaju praćenje rada, praćenje zaliha, praćenje prihoda, prognoziranje prodaje i sl.

9. ERP sistemi su naročito korisni za upravljanje globalnog rasprostranjivanja preduzeća/kompanije [5].

#### *Mane ERP-a*

1. Cena ERP softvera, planiranje, prilagođavanje, konfiguracije, testiranje, implementacija, itd. je previsoka

2. Za raspoređivanje ERP sistema potrebno je puno vremena – projekti mogu trajati 1-3 godine (ili više) da se završe i potpuno funkcionišu..

3. Premalo prilagođavanje ne može da integriše ERP sistem u poslovne procese, a previše može usporiti projekat i otežati nadogradnju.

4. Ušteda i otplata kroz upotrebu ne mora da se desi odmah po implementaciji ERP-a i veoma je teško utvrditi koliko se uštedelo

5. Učešće korisnika je vrlo važno za uspešnu implementaciju ERP projekta - dakle, iscrpne obuke korisnika i jednostavan korisnički interfejs može biti od presudnog značaja. Ali ERP sisteme je generalno teško naučiti.

6. Prebacivanje postojećih podataka na novi ERP sistem je teško (ili nemoguće) postići. Integrisanje ERP sistema sa drugim samostalnim softverskim sistemima je podjednako teško (ako je moguće). Ove aktivnosti mogu utrošiti puno vremena, novca i resursa.

7. Evaluacija pre implementacije ERP sistema je od ključnog značaja. Ako ovaj korak nije pravilno urađen i poslovni resursi nisu

8. Može biti dodatnih indirektnih troškova zbog sprovođenja ERP-a – kao nove IT infrastrukture, unapređivanje WAN veze itd. [5].

### 2.3. Razlika između ERP i CRM softvera

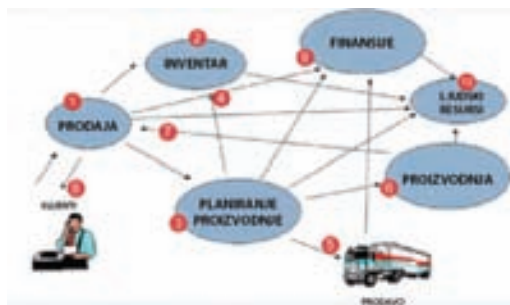
ERP i CRM softver upravljaju važnim informacijama za kompaniju. Iako su oba softverski sistemi upravljaju različitim informacijama, i njihova integracija je od ključnog značaja. Informacije sa kojima raspolažu obe platforme pomažu zaposlenima da donose bolje odluke. Na primer, prodavac ne može ostvariti efikasnu prodaju bez usklađivanja oba softvera. Zaboravljajući CRM može propustiti informacije o klijentu koje su presudne za ostvarivanje prodaje. Bez ERP-a, postoji mogućnost da prodajni sektor ne obavesti računovodstvo, proizvodnju ili skladište i tako stvori haos koji dovodi do neispunjenih očekivanja klijenta [6].

### 3. ZNAČENJE I POREKLO AKRONIMA SAP

SAP (Systems, Applications and Products) je program za kompletno praćenje procesa rada kompanije. To je softver za planiranje resursa kompanije (enterprise resource planning – ERP) sposoban da integriše različite poslovne aplikacije koje predstavljaju zasebne poslovne celine i to u realnom vremenu, prema potrebama biznisa. Obuhvata sljedeće poslovne procese: logistiku, finansije i ljudske resurse [10]. SAP su osnovali 1972. godine, kao nem. *Systemanalyse und Programmentwicklung* petorica inženjera IBM-a, u Manhajmu (Dietmar Hopp, Hans-Werner Hector, Hasso Plattner, Klaus Tschira i Claus Wellenreuther). Akronim je nešto kasnije promenjen u nem. *Systeme, Anwendungen und Produkte* (u prevodu Sistemi, Aplikacije i Proizvodi u Data Processing-u). Godine 1976. sedište kompanije se prebacuje u Valdorf, gde se i danas nalazi. SAP je postao lider na polju kompleksnih poslovnih aplikativnih rešenja za veliki broj industrijskih grana, što dokazuje 12 miliona ljudi koji ga koriste, 84.000 instalacija i 1.500 partnera.

Proces poslovanja prikazan na slici 1.

1.Klijenti kontaktiraju prodajni tim da provere dostupnost proizvoda; 2.Prodajni tim pristupa inventarnom odeljenju da proveri dostupnost proizvoda; 3.U slučaju da proizvoda nema na stanju, prodajni tim pristupa proizvodnom odeljenju kako bi se traženi proizvod proizveo; 4.Proizvodno odeljenje proverava dostupnost potrebnih sirovina za proizvodnju; 5.Ako sirovina nije dostupna, proizvodni tim kupuje sirovinu od dobavljača; 6.Proizvodni tim prosleđuje sirovine u proizvodno odeljenje; 7.Kad je proizvod spreman, prosleđuje se na prodajni tim; 8.Prodajni tim predaje klijentu; 9.Procenjuje se trošak nabavke i proizvodnje po odeljenjima; Sva odeljenja pristupaju HR (Human Resources-*eng. Ljudski resursi*) za bilo koji problem u vezi sa ljudskim resursima [4].



Sl. 1. Ceo proces poslovanja [4]

Javno preduzeće PTT Srbija postalo je prva pošta na Balkanu i 29. na svetu koja je implementirala i uvela u upotrebu SAP ERP, jedan od najsavremenijih poslovnih softvera na svetu. Nakon samo godinu dana, zahvaljujući ovom paketu kompanije SAP, PTT Srbije standardizovala je procedure rada, integrisala celokupan informacioni sistem i unapredila sistem izveštavanja.

Zahvaljujući uvođenju najmodernijeg SAP ERP softvera Javno preduzeće PTT Srbija unaprediće kvalitet poslovanja, tvrde u kompaniji "S&T" Srbija koja je implementirala novi softver u mrežu Pošta.

SAP softver ugrađen je u ceo sistem Pošta, dakle sve do šaltera, čime je omogućeno potpuno praćenje poslovanja. Ilustracije radi, do sada svi podaci u vezi sa приходима od naplate poštanskih usluga evidentiraju se kod šalterskih službenika da bi se potom naknadno ubacivali u računarsku mrežu. SAP softver će omogućiti da se ti podaci automatski knjiže, kao i da budu dostupni u svim delovima računarskog sistema. Uvođenje SAP softvera ne utiče direktno na rad šalterskih službenika, ali omogućava efektivniju analizu poslovanja što je solidna osnova za donošenje kvalitetnijih poslovnih odluka [7].

La Poste je nacionalna poštanska služba u Francuskoj, jedna od mnogih zemalja u Evropi koja se bori sa poštanskim regulacijama i privatizacijom. Prema pravilima Evropske Unije, poštanske usluge trebalo je da budu otvorene za konkurenciju do 1. januara 2011. godine, a La Poste je koristila ovaj rok kao katalizator za promene u načinu poslovanja.

Sa dva miliona klijenata dnevno, La Poste je prepoznala vrednost svoje distributivne mreže i lokacija i napravila stratešku odluku da se proširi na prodajne proizvode i ponudi više usluga za potrošače i mala preduzeća.

Da bi La Poste ostvarila svoje ciljeve, ukombinovala je svoje poštansko i finansijsko iskustvo, kao i usluge za stanovništvo, sa IT iskustvom u upravljanju promenama, finansijskih sistema i složenih SAP implementacija [11].

### 4.KOMPONENTE POSLOVNE APLIKACIJE SAP

Ako posmatramo SAP sistem iz tehničkog ugla, mogu biti razgraničene tri komponente [1]:

1.„Nus-proizvodi“ standardnog SAP R/3 sistema za posebne potrebe, kao što su Strateški menadžment preduzeća – SEM, i Finansijski menadžment preduzeća – CFM, kao i razna druga rešenja. Ove komponente sadrže modifikovano SAP jezgro i jedinstvenu relacionu bazu podataka. 2.Middleware komponente poput Servera za internet transakcije – ITS, i Poslovnog kontektora, koje poseduju sopstveno jezgro i nemaju bazu podataka. 3.Pomešane komponente poput Naprednog Planera i Optimizatora – APO, koji ima SAP jezgro, relacionu bazu podataka, i neke specijalizovane komponente.

Poslovna SAP aplikacija se, u organizacionom smislu, sastoji od sledećih komponenti [1]:

\***ERP kičmeni stub** – SAP finansije (FI), logistika (LO), menadžment ljudskih resursa (HR), i industrijska rešenja (IS) – *tradicionalni SAP*;

\***Poslovna inteligencija** – Skladište poslovnih informacija (BW), koje je prethodno opisano u okviru servera baze podataka, menadžment skladištem znanja, strateški menadžment preduzeća (SEM), i menadžment korporativnih finansija (CFM);

\***Menadžment lanca snabdevanja**, kao što je napredni planer i optimizator SAP-a – APO, sistem logističke ekzekucije (LES), nabavka od poslovne linije do poslovne linije (BBP) i životna sredina, zdravlje i bezbednost (EHS);

\***Menadžment odnosa sa kupcima:** kao što su scenariji internet prodaja, prodaja usluga i roba na terenu ili preko mobilnog telefona, centar za interakciju sa korisnicima, samoposluživanje za zaposlene – ESS, i druge usluge [1].

Plan SAP-a u pogledu upravljanja finansijama jeste da obezbedi strategiju, osigura usaglašenost sa pravnim aktima, kao i da se unaprede finansijske operacije. Na slici 2. prikazana je šema delovanja SAP sistema u pogledu unapređenja upravljanja finansijama.



Sl. 2. Unapređenje finansijskog poslovanja pomoću SAP sistema [2]

## 5. PROCES IMPLEMENTACIJE SAP SISTEMA

Standardna procedura pri implementaciji je nazvana „5 koraka do uspešne implementacije SAP ERP sistema“ [3]. Procedura implementacije SAP sistema u pet koraka predstavljena je na slici 3.

Koraci koji obuhvataju implementaciju SAP sistema su:

1. Strateško planiranje – **Priprema projekta**
2. Pregled procedura – **Šema projekta**
3. Sakupljanje i “filtriranje” podataka - **Realizacija**
4. Obuka i testiranje – **Finalna priprema**
5. Podrška u realnom vremenu i procena [3].



Sl. 3. Ubrzana metodologija implementacije SAP-a, ASAP

## 6. ZAKLJUČAK

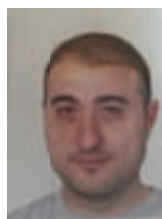
SAP ERP sistem podržava širok opseg poslovnih procesa. Ovi procesi obuhvataju upravljanje finansijama, upravljanje humanim kapitalom, izvršenje nabavke i logistike, razvoj i proizvodnju proizvoda, prodaju i usluge preduzeća.

Kada je u pitanju *upravljanje finansijama*, SAP ERP omogućuje napredno finansijsko rešenje za najkompleksnija poslovanja u različitim industrijama. Vodeći je softver za računovodstvo i izveštavanje, upravljanje finansijama i radnim kapitalom, trezorom i rizikom. Korišćenjem ovog sistema zaposleni imaju više vremena da se posvete organizaciji u smislu strateškog planiranja.

## 6. LITERATURA

- [1] SAP Architecture overview, Sap University Alliances, 2011.
- [2] SAP ERP financials, Vision, strategy & roadmap, SAP AG, Dr Jens Baumann, 2007.
- [3] Five steps to successful ERP implementation, Datacor, Sean W. O' Donnell, 2008.
- [4] <http://www.guru99.com/what-is-sap-definition-of-sap-erp-software.html>
- [5] <http://www.excitingip.com/2010/advantages-disadvantages-of-erp-enterprise-resource-planning-systems/>
- [6] <http://www.positivevision.biz/blog/bid/132694/ERP-vs-CRM-Software-What-s-the-Difference>
- [7] <http://www.posta.rs/struktura/lat/it/PostNet-PostSAP-PostTIS.asp#opis>
- [8] <https://sr.wikipedia.org/wiki/ERP>
- [9] Doktorska disertacija, Uticaj ERP-a i automatizacija poslovnih procesa na poslovno odlučivanje i upravljanje, Mr Dragan Manojlov, Beograd, 2013.
- [10] [https://sr.wikipedia.org/wiki/SAP\\_AG](https://sr.wikipedia.org/wiki/SAP_AG)
- [11] [http://www.csc.com/sap/success\\_stories/74325-postal\\_service\\_transforms\\_distribution\\_network](http://www.csc.com/sap/success_stories/74325-postal_service_transforms_distribution_network)

### Kratka biografija:



**Igor Stevanović**, rođen 1980. u Prokuplju. Master rad na Fakultetu Tehničkih nauka u Novom Sadu – iz oblasti Telekomunikacione mreže sledeće generacije odbranio 2016. godine



**Željko Trpovski** rođen je u Rijeci 1957. godine. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1998. god. Oblast interesovanja su telekomunikacije i obrada signala.



ANALIZA OPRAVDANOSTI INVESTICIONIH ULAGANJA U AUTOMATIZACIJU  
PROCESA SORTIRANJA – PRIMER PLC NOVI SAD

ANALYSIS OF VALIDATION OF INVESTMENTS IN AUTOMATIZATION OF  
SORTING PROCESS – EXAMPLE OF PLC NOVI SAD

Eldin Junuzović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

**Kratak sadržaj** – Predmet istraživanja ovog rada je opis i analiza logističkih procesa u realnom poštansko logističkom centru sa krajnjim ciljem optimizacije rada posmatranog centra. Shodno tome, cilj ovog rada je, da se na osnovu kritičke analize rada poštansko-logističkog centra Novi Sad, proceni period otplate postojeće mašine za automatizovano sortiranje pismonosnih pošiljaka i utvrdi opravdanost uloženi sredstava. Takođe, rad je usmeren i na pronalaženje adekvatne mašine za sortiranje pismonosnih pošiljaka u poštansko logističkom centru Novi Sad.

**Abstract** – The subject of research of this thesis is description and analysis of logistic processes in real-time post-logistic center, which ultimate goal is optimization of work of observed center. Therefore, the goal of this thesis is to estimate the period of investment amortization in current machine for automatical sorting of letters and to justify invested resources, according to cost benefit analysis. The thesis is also focused on finding adequate machine for sorting of letters in post-logistic center in Novi Sad.

**Cljučne reči:** logistika, pošta, poštansko-logistički centar, automatizacija

1. UVOD

Rad je usmeren na pronalaženje adekvatne mašine za sortiranje pismonosnih pošiljaka u poštansko logističkom centru (PLC) Novi Sad. Samim tim, cilj je da se proceni period otplate investicije u postojeću mašinu za automatizovano sortiranje pismonosnih pošiljaka i utvrdi opravdanost uloženi sredstava.

U radu su analizirane dve varijante. U prvoj varijanti, dat je prikaz perioda otplate postojeće mašine za sortiranje pismonosnih pošiljaka, koja se nalazi u PLC-u Novi Sad. U drugoj varijanti, analiziran je period otplate mašine čiji kapacitet odgovara potrebama za obradu pismonosnih pošiljaka (postojeći broj i karakteristike zahteva za obradom i očekivani trendovi razvoja) u PLC-u Novi Sad.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Svetlana Nikoličić, docent.

2. COST BENEFIT ANALIZA

Za ostvarivanje postavljenog cilja rada, korišćena je *cost-benefit* analiza. *Cost-benefit* analiza je metoda ekonomske analize kojom se upoređuju i vrednuju sve prednosti i svi nedostaci nekog privrednog poduhvata ili projekta analizom troškova (*cost*) i koristi (*benefit*) [1].

Zadatak ove analize je troškovno identifikovanje najisplativije solucije za dati investicioni cilj. Dakle, u fokusu je izbor najpovoljnije investicione varijante. Pri tome, ona se svodi na optimiziranje unapred postavljenog fiksnog cilja, uz kriterijum minimiziranja sadašnje vrednosti troškova izvođenja investicionog projekta [2].

3. VARIJANTA 1 – PROCENA PERIODA  
OTPLATE POSTOJEĆE MAŠINE ZA  
SORTIRANJE U PLC NOVI SAD

Analiza perioda otplate investicije implementirane u PLC- Novi Sad, koja je uključivala izgradnju PLC i nabavku mašine za sortiranje, izvršena je korišćenjem *cost benefit* analize. Ovom analizom obuhvaćen je vremenski period izražen u godinama, za koji će se sadašnja vrednost investicija otplatiti.

Generalno, kao resursi kompanije mogu se posmatrati radnici, prostor, oprema. Kapacitet\_resursa po jednom času = broj radnika po smeni / vreme aktivnosti po resursu \* 60 minuta. Kapacitet resursa za jedan dan se dobija množenjem kapaciteta radnika po jednom času sa 21,5 h, što predstavlja ukupno radno vreme radnika sa pauzama, 3 smene po pola sata, i pripremom za rad. Iskorišćenost resursa se dobija deljenjem prosečnog broja pošiljaka po danu sa kapacitetom radnika za jedan dan.

Upotreba mašine i primena automatizovanog sistema drastično smanjuje opterećenje u odeljku ekspedicije i olakšava rad. Ipak, kao što se vidi iz tabele 1, iskorišćenost mašine za mesec dana je 22%, što ukazuje da su kapaciteti mašine izuzetno slabo iskorišćeni. Izuzetno velik kapacitet mašine za obradu pismonosnih pošiljaka po satu (40.000 pošiljaka/satu) vodi disproporciji broja ulaznih pismonosnih pošiljaka i optimalne iskorišćenosti mašine za sortiranje. Ova analiza je pokazala da nema dovoljno pismonosnih pošiljaka na teritoriji Republike Srbije, čime bi se opravdala automatizacija prerade pismonosnih pošiljaka ovom mašinom u glavnim poštanskim centrima. Optimalno rešenje u oblasti automatizovanog sistema obrade pošiljaka je mašina za sortiranje sa manjim brojem obrađenih pismonosnih pošiljaka po satu.

Tabela 1. Iskorišćenost postojeće mašine za sortiranje pismonosnih pošiljaka u PLC Novi Sad

Odeljci	Aktivnost	Vreme aktivnosti po resursu (minuti)	Broj radnika po smeni	Kapacitet resursa po jednom času (pošiljaka/času)	Kapacitet resursa za jedan dan	Ukupan broj pošiljaka za mesec dana	Prosečan broj pošiljaka po danu	Iskorišćenost resursa
Novčani odeljak	Sortiranje paketa	0,06	1	1000	21500	8111	262	1%
	Sortiranje pisma	0,06	3	3000	64500	138576	4470	7%
Pošta carinjenja	Sortiranje paketa-uvoz	13	1	4.6	99	195	6	6%
	Sortiranje paketa-izvoz	6,5		9.2	197	131	4	2%
	Sortiranje pisma-uvoz	9,00	4	26.7	573	6087	196	34%
	Sortiranje pisma-izvoz	5,00		48	1032	4058	131	13%
Ekspedicija	Sortiranje AO pisma	0,06	3	3000	64500	660665	21312	33%
	Mašina za sortiranje	0,0015	2	40000	860000	5905476	190499	22%
Dostava	Sortiranje dostavnih pošiljaka	0,06	5	5000	107500	866272	27944	26%
Ukupan broj radnika po smeni			19					
Ukupan broj radnika za tri smene			57					

Za potrebe analize perioda povrata investicije, uzeto je 5 dinara (od ukupno 23 dinara, koliko zapravo košta cena slanja pismonosne pošiljke putem Pošte Srbije), kao nominalna vrednost za otplatu uloženog novca.

U investiciona ulaganja su uključeni troškovi izgradnje PLC Novi Sad i kupovine mašine za sortiranje pisama (vrednosti su izražene u dinarima).

Troškovi obuhvataju troškove PLC Novi Sad na godišnjem nivou (preuzeti su iz rada Stanojević M., Analiza i racionalizacija logističkih procesa u poštansko-logističkom centru, [3]).

Neto efekti predstavljaju razliku zarade PLC obradom pošiljaka i troškova.

Nakon izvršene analize otplate postojećih investicija, utvrđeno je da je period povrata investicija za posmatrani PLC 16 godina.

Kao zaključak iz navedene analize proizilazi da se tek nakon 16 godina može očekivati postepeni priliv profita od posmatranog sistema.

Uzimajući u obzir da navedena analiza predstavlja optimistički scenario za postojeći sistem, postavlja se pitanje opravdanosti inicijalnih ulaganja u mašinu za sortiranje sa kapacitetom koji daleko premašuje potrebe u nacionalnom poštanskom sistemu.

U nastavku rada izvršeno je utvrđivanje optimalnog kapaciteta mašine za sortiranje pismonosnih pošiljaka.

Cilj navedene analize jeste utvrđivanje ključnih karakteristika mašine za sortiranje koja je potrebna datom PLC-u i posmatranom poštanskom sistemu.

Tabela 2. Proračun perioda povraćaja investicije u PLC Novi Sad (mašina velikog kapaciteta)

Broj godina	Investicija	Troškovi	Zarada PLC-a obradom pošiljaka	Neto efekti	Kum. neto efekti
	1 203 600 000			-1 203 600 000	
1		72240373	151.501.952,00	79261578,7	-112 4338421
2		72240373	151.300.912,00	79060538,7	-104 5277883
3		72240373	151.099.871,50	78859498,2	-966 418384,4
4		72240373	150.898.831,50	78658458,2	-887 759926,2
5		72240373	150.697.791,00	78457417,7	-809 302508,5
6		72240373	150.496.751,00	78256377,7	-731 046130,8
7		72240373	150.295.710,50	78055337,2	-652 990793,6
8		72240373	150.094.670,50	77854297,2	-575 136496,4
9		72240373	149.893.630,00	77653256,7	-497 483239,7
10		72240373	149.692.590,00	77452216,7	-420 031023
11		72240373	149.491.549,00	77251175,7	-342 779847,3
12		72240373	149.290.509,50	77050136,2	-265 729711,1
13		72240373	149.089.469,00	76849095,7	-188 880615,4
14		72240373	148.888.429,00	76648055,7	-112 232559,7
15		72240373	148.687.388,50	76447015,2	-357 85544,5
16		72240373	148.486.348,00	76245974,7	40460430,2
17		72240373	148.285.308,00	76044934,7	1165 05364,9
18		72240373	148.084.267,50	75843894,2	1923 49259,1
19		72240373	147.883.227,50	75642854,2	2679 92113,3
20		72240373	147.682.187,00	75441813,7	3434 33927
21		72240373	147.481.147,00	75240773,7	4186 74700,7
22		72240373	147.280.106,50	75039733,2	4937 14433,9
23		72240373	147.079.066,50	74838693,2	5685 53127,1
24		72240373	146.878.026,00	74637652,7	6431 90779,8
25		72240373	146.676.986,00	74436612,7	7176 27392,5
26		72240373	146.475.945,50	74235572,2	7918 62964,7
27		72240373	146.274.905,50	74034532,2	8658 97496,9
28		72240373	146.073.865,00	73833491,7	9397 30988,6
29		72240373	145.872.825,00	73632451,7	1013 363440
30		72240373	145.671.784,50	73431411,2	1086 794852

Tabela 3. Iskorišćenost mašine sa optimalnim kapacitetom za sortiranje pošiljaka u PLC Novi Sad

Odeljci	Aktivnost	Vreme aktivnosti po resursu (minuti)	Broj radnika po smeni	Kapacitet resursa po jednom času	Kapacitet resursa za jedan dan	Prosečan broj pošiljaka po danu	Ukupan broj pošiljaka za mesec dana	Iskorišćenost
Novčani odeljak	Sortiranje paketa	0,06	1	1000	21500	261,65	8111	1%
	Sortiranje pisma	0,06	3	3000	64500	4470,13	138574	7%
Pošta carinjenja	Sortiranje paketa-uvoz	13,06	1	4,6	99	6,29	195	6%
	Sortiranje paketa-izvoz	6,54		9,2	197	4,23	131	2%
	Sortiranje pisma-uvoz	9,00	4	26,7	573	196,77	6100	34%
	Sortiranje pisma-izvoz	5,00		48	1032	131,19	4067	13%
Ekspedicija	Sortiranje AO pisma	0,06	3	3000	64500	21375,58	662643	33%
	Mašina za sortiranje dostava	0,0067	2	9000	193500	191069,52	5923155	98,74%
Dostava	Sortiranje pošiljaka za dostavu	0,06	5	5000	107500	28021,61	868670	26%
Ukupan broj radnika po smeni			19					
Ukupan broj radnika za tri smene			57					

#### 4. VARIJANTA 2 – ANALIZA MAŠINE ZA SORTIRANJE SA ADEKVATNIM KAPACITETOM

Automatizovanom preradom obuhvaćene su samo pismonosne pošiljke standardnih dimenzija (dimenzije od 90x140mm do 120x235mm).

Kapacitet resursa je utvrđen kao i u slučaju varijante 1.

Iskorišćenost mašine za mesec dana u ovom slučaju je 98,74%, što ukazuje da su kapaciteti mašine odlično iskorišćeni, što je prikazano u tabeli 3. Na osnovu varijante 2 utvrđeno je da bi PLC, implementacijom ove mašine, imao optimalan kapacitet za obradu pošiljaka.

Na osnovu prikazanog, utvrđen je odgovarajući kapacitet, koji treba da poseduje mašina za sortiranje u posmatranom PLC-u i koji iznosi 9000 pismonosnih pošiljaka. U nastavku teksta, obradiće se hipotetički slučaj nabavke mašine sa navedenim kapacitetom, kako bi se na osnovu nove cost-benefit analize utvrdio period povrata investicije (tabela 4).

U investiciju su obračunati troškovi izgradnje PLC Novi Sad i kupovine nove mašine za sortiranje pisama (vrednosti su izražene u dinarima). Troškovi obuhvataju troškove PLC Novi Sad na godišnjem nivou (preuzeto iz rada Stanojević M., Analiza i racionalizacija logističkih procesa u poštansko-logističkom, [3]). Neto efekti predstavljaju razliku zarade PLC obradom pošiljaka i troškova.

Tabela 4. Proračun perioda povraćaja investicije u mašinu sa optimalnim kapacitetom za sortiranje pism. pošiljaka PLC Novi Sad

Broj godina	Investicija	Troškovi	Zarada PLC-a obradom pošiljaka	Neto efekti	Kum. Neto efekti
	489818000			-489818000	
1		72.240.373,30	151.501.952,00	79.261.578,70	410.556.421,30
2		72.240.373,30	151.300.912,00	79.060.538,70	331.495.882,60
3		72.240.373,30	151.099.871,50	78.859.498,20	252.636.384,40
4		72.240.373,30	150.898.831,50	78.658.458,20	173.977.926,20
5		72.240.373,30	150.697.791,00	78.457.417,70	95.520.508,50
6		72.240.373,30	150.496.751,00	78.256.377,70	17.264.130,80
7		72.240.373,30	150.295.710,50	78.055.337,20	60.791.206,40
8		72.240.373,30	150.094.670,50	77.854.297,20	138.645.503,60
9		72.240.373,30	149.893.630,00	77.653.256,70	216.298.760,30
10		72.240.373,30	149.692.590,00	77.452.216,70	293.750.977,00
11		72.240.373,30	149.491.549,00	77.251.175,70	371.002.152,70
12		72.240.373,30	149.290.509,50	77.050.136,20	448.052.288,90
13		72.240.373,30	149.089.469,00	76.849.095,70	524.901.384,60
14		72.240.373,30	148.888.429,00	76.648.055,70	601.549.440,30
15		72.240.373,30	148.687.388,50	76.447.015,20	677.996.455,50
16		72.240.373,30	148.486.348,00	76.245.974,70	754.242.430,20
17		72.240.373,30	148.285.308,00	76.044.934,70	830.287.364,90

18		72.240.373,30	148.084.267,50	75.843.894,20	906.131.259,10
19		72.240.373,30	147.883.227,50	75.642.854,20	981.774.113,30
20		72.240.373,30	147.682.187,00	75.441.813,70	1.057.215.927,00
21		72.240.373,30	147.481.147,00	75.240.773,70	1.132.456.700,70
22		72.240.373,30	147.280.106,50	75.039.733,20	1.207.496.433,90
23		72.240.373,30	147.079.066,50	74.838.693,20	1.282.335.127,10

Imajući u vidu manji kapacitet mašine za sortiranje, utvrđen u tabeli 4., početna investiciona ulaganja su niža nego što je to slučaj u prvoj varijanti. Kao rezultat, period povrata investicije sada iznosi **7 godina**, i za 43% procenta je kraći nego u varijanti prikazanoj u tabeli 2.

## 5. ZAKLJUČAK

U ovom master radu izvršena je analiza opravdanosti investicionih ulaganja u realan logistički sistem, u posmatranom slučaju poštansko-logistički centar Novi Sad.

U radu je pokazano da rezultati dobijeni primenom cost benefit analize mogu biti izuzetno korisni pri donošenju različitih odluka o investiranju i da treba da prethode ovakvim odlukama. Pristup tehnološkog inoviranja ili reorganizacije nekog preduzeća putem cost benefit analize, može doneti preduzeću niz prednosti koje u velikoj meri mogu poboljšati način rada i funkcionisanje preduzeća uz minimalne troškove.

Na osnovu cost benefit analize i matematičkih modela za procenu budućih trendova poštanskih pošiljaka, izvršena je procena perioda povraćaja investicija uloženi u PLC Novi Sad. Rezultat analize (koja predstavlja samo aproksimativni pokazatelj) je takav da ukoliko se zadrži postojeća pozicija Pošte Srbije na tržištu i ukoliko ne bude došlo do naglog razvoja elektronske usluge u našoj zemlji, period povrata investicije iznosi 16 godina. U prethodnom delu rada utvrđen je optimalni kapacitet koji treba da ima mašina za sortiranje pismonosnih pošiljaka u posmatranom sistemu.

Rezultat je prikazan u tabeli 3. i kao optimalan kapacitet za PLC Novi Sad proizilazi mašina sa kapacitetom od 9 000 pošiljaka po satu.

Kako bi se utvrdio period povrata investicije u slučaju da je Pošta u samom startu kupila mašinu odgovarajućih karakteristika izvršena je još jedna cost benefit analiza i utvrđeno je da bi se mašina otplatila za 7 godina sa optimalnim kapacitetom obrade pismonosnih pošiljaka 98,74% iskorišćenosti.

Iz tabele 4. uočljivo je da je period povraćaja investicije u varijanti 2 kraći nego u varijanti 1 i iznosi 7 godina. Na osnovu toga proizilazi zaključak da su se novčani efekti, koje proizvodi PLC Novi Sad, u varijanti 2, mogli 9 godina ranije koristiti kao direktan profit, a ne kao sredstva iz kojih se isplaćuje inicijalna investicija, kao što je to slučaj u prvoj situaciji.

## 6. LITERATURA

- [1] Đorđević Ana, Skripta sa predavanja, Visoka poslovna škola, Novi Sad.
- [2] Ivaniš M., Slović, S., Uloga i značaj cost- benefit analize u investicionom menadžmentu.
- [3] Stanojević M., Analiza i racionalizacija logističkih procesa u poštansko-logističkom centru, 2014.

### Kratka biografija:



**Eldin Junuzović** rođen je u Beogradu 1990. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja – Poštanski saobraćaj i telekomunikacije odbranio je 2016.god.

**АНАЛИЗА ОПРАВДАНОСТИ ИЗГРАДЊЕ ОБИЛАЗНИЦЕ У НАСЕЉУ ПРЕШЕВО**  
**THE ANALYSIS OF THE JUSTIFIABILITY OF BUILDING A RING ROAD IN THE TOWN OF PRESEVO**

Стефан Анђелковић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – САОБРАЋАЈ

**Кратак садржај** – На улазно-излазним правцима насеља Прешево, утврђен је интензитет, структура и карактер саобраћајних токова и на основу тога спроведена анализа стања саобраћаја на основној путној мрежи. С обзиром да је планом развоја до 2025. године предвиђена изградња обилазнице, извршена је прогноза саобраћаја и утврђена потреба за изградњом обилазнице и дефинисани коридори обилазнице у три варијанте.

**Abstract** – On the input and output directions of the town of Presevo, the intensity, structure and character of the traffic flow have been determined, and therefore the analysis of traffic condition on the basic road network was carried out. Since the development plan until the 2025 predicts the building of the ring road, the traffic has been analyzed and the necessity for building a ring road has been determined. The corridors for the ring road are defined in three variants.

**Кључне речи:** Анализа саобраћаја, прогноза саобраћаја, обилазница.

**1. УВОД**

Да би у будућности остварили програмску стратегију у домену друмског саобраћаја неопходно је обезбедити услове за извршење, а то се пре свега односи на изградњу нове саобраћајнице-обилазнице у складу са будућим планским решењима и доградњу и реконструкцију осталих саобраћајница као основ капацитета како би задовољили све обиме перспективних кретања на високом нивоу саобраћајне услуге, комфора и безбедности саобраћаја.

Изградња нових и реконструкција постојећих саобраћајница допринеће повезаности и олакшати реализацију захтева за кретањем и на тај начин допринети унапређењу квалитета саобраћаја на територији предметне општине.

Изградњом планиране обилазне саобраћајнице допринеће се значајном растеређењу саобраћаја у централној градској зони измештањем транзитног саобраћаја из најужег градског језгра [2].

Развој саобраћајне инфраструктуре је предуслов за сваки даљи напредак у најширем смислу и у том погледу треба да буде међу приоритетима за општину.

**НАПОМЕНА:**

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је била др Валентина Басарић, ванр. проф.

**2. ОСНОВНЕ ПРОСТОРНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ОПШТИНЕ ПРЕШЕВО**

Општина Прешево, захвата простор Прешевске котлине и њеног планинског обода. Општина захвата простор од 264 км<sup>2</sup>, што је 7,5% од укупне површине Пчињског округа. Има 35 насеља у којима живи 36.000 становника и 12.000 становника који се налазе на привременом раду у иностранству [3].

Површина општине Прешево је 264 км<sup>2</sup>, са 150 становника на 1 км<sup>2</sup>. Степен урбанизације анализираног подручја је низак, обзиром да свега 38,5% становника општине живи у градском подручју.

Кроз општину Прешево пролази најзначајнији Пан-Европски коридор X (пут и железница). Коридор ауто-пута (Е-75) тангира источни део насеља Прешево. Ауто-пут прави везу између Централне Европе преко Београда и Ниша са Скопљем и Атином. Саобраћајно-географски положај насеља Прешево је повољан у односу на ауто-пут (Е-75) и треба искористити сав потенцијал овако важног путног правца. Железнички део коридора X пролази кроз насеље Прешево и очекује се рехабилитација постојеће једноколосечне пруге, изградња другог колосека, модернизација за максималну брзину од 160 km/h.

**3. ОСНОВНЕ ДРУШТВЕНО ЕКОНОМСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ОПШТИНЕ ПРЕШЕВО**

Просечна старост становника општине Прешево је 28,92 година (у Србији 40,2 година). Најбројнији су становници у старосној групи 5-9 година (11,33%) а затим старосна група 10-14 година (10,63%). Удео становника старости преко 65 године износи 7,54%. Ове карактеристике сврставају општину Прешево у најмлађу групу општина са најмлађом популацијом што чини добар услов за нормалан популациони развој општине.

У општини Прешево активно становништво чини 33,23% укупног становништва од чега је 40,3% активно становништво које обавља занимање. Издржавано становништво чини највећи део укупне популације 59,7%. Забрињавајући је податак да свега 6,4% укупног становништва чине лица са личним приходом [3].

Број домаћинстава у општини Прешево износи 7.986. Најбројнија су она са пет чланова 20,07%, са четири члана 18,9%, а затим са два 14,07%. Међутим, није ни занемарљив ни број домаћинстава са седам чланова 13,77%. Просечна величина домаћинства смањивала се од пописа до пописа, 1981. године износила је 6,3



члана, по попису из 1991. године 5,7 члана и по попису из 2002. године 4,3 члана.

Осим забележене ниске вредности али и пада вредности друштвеног дохотка и народног дохотка укупно и у односу на републички просек, стални пораст незапослености и смањења запослености је најкрупнији социо-економски проблем локалне привреде.

Гледано према секторима делатности предузећа, највећи број лица био је запослен у сектору образовања, затим сектор прерађивачке индустрије, док је на трећем месту по броју запослености сектор трговине на велико и мало. Структура запослених према правном облику запослења (послодавца) у општини Прешево се разликује у односу на структуру запослених на нивоу округа, јер је учешће лица која самостално обављају делатност у укупном броју запослених већи у општини Прешево.

У погледу развоја економије, тренутно стање привреде показује да она не може бити носилац развоја општине Прешево имајући у виду да на њеној територији не послује ни једно велико предузеће и да доминирају мала предузећа и предузетници. Такође, сама структура привреде показује да ниједан сектор није довољно развијен да би генерисао ново запошљавање и допринео свеукупном развоју општине. У сваком случају неопходне су корените мере које би промениле привредни амбијент и поспешиле инвестициона улагања.

#### 4. САОБРАЋАЈНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ОПШТИНЕ ПРЕШЕВО

Према геометријској форми улична мрежа Прешева (као на слици 3) има комбинацију наслеђене геометријски неправилне и планске радијално-прстенасте (полупрстенасте). Неправилна мрежа јавила се као последица непланског и стихијског развоја градског насеља, у времену док је град припадао Отоманском царству.

Радијално-прстенаста мрежа је настала из потребе да се суседни радијални правци међусобно повежу и да се на тај начин скрате растојања, односно остваре непосредне везе између суседних садржаја формираних на радијалном правцима. Истовремено прстенасте везе су омогућиле да се спољни, мимо градског језгра, повежу наспрамни-дијаметрално лоцирани делови града.



Слика 3. Улична мрежа насеља Прешево са предложеном жел. пругом и обилазницом.

Постојећи режим у редовним условима одвијања саобраћаја, пројектован од стране управљача пута, на

градској магистралу Б42, градским саобраћајницама и сабирним улицама у насељу Прешево не задовољава параметре саобраћајног тока и капацитета постојећих улица и саобраћајница.

На градској путној мрежи доминантан је принцип интеграције [1]. Из тог разлога потребно је увођење принципа сегрегације и развојити несаглашене видове саобраћаја, изградњом бициклических трака, пешачких стаза или тротоара са обе стране коловоза.

Циљ свих мера и активности у оквиру планираног режима у редовним условима одвијања саобраћаја је да се у складу са специфичностима путне мреже на подручју насеља Прешево и повезаних саобраћајних захтева који се односе на локални и транзитни саобраћај, изврши оптимизација саобраћајног процеса, који се односи на повећање проточности саобраћаја, са истовремени повећањем нивоа безбедности саобраћаја на деоници државног пута Б42 кроз насељено место, као и на целокупној саобраћајној инфраструктури насеља.

#### 5. ИНТЕНЗИТЕТ И СТРУКТУРА САОБРАЋАЈА

Бројање саобраћаја чини основу за планирање саобраћаја, а њиме се добија увид у тренутно стање саобраћаја у насељу Прешево. Бројање саобраћаја на улицама 15. Новембар – С. Халачи – 3. Ајдини вршено је 30.03.2016. године. Континуално 12-часовно бројање изведено је у периоду од 07:00 до 19:00 часова. Бројање је спроведено методом бележења у унапред припремљеним обрасцима стандардне форме. Током читавог периода бројања евидентиран је велики интензитет саобраћаја на целој раскрсници. Ипак, могу се издвојити три вршна периода, јутарњи који траје од 09:00 до 10:00 часова у коме је евидентирано 803 возила (846 ПАЈ), поподневни вршни период од од 13:00 до 14:00 часова у коме је евидентирано 1.007 возила (1.126 ПАЈ) и вечерњи вршни период од 18:00 до 19:00 часова у коме је евидентирано 1.033 возила (1.047 ПАЈ). Најоптерећенији период функционисања раскрснице је период (од 09:00 до 14:00 часова), док је најмања вредност саобраћајног оптерећења регистрована у периоду (од 07:00 до 09:00 и 14:00 до 18:00 часова).

Да би се утврдило стање на делу магистралног пута Б42 који пролази кроз насеље Прешево, односно услови по којима се одвија саобраћај на овом путном правцу као и последице по насеље који исти саобраћај узрокује, потребно је утврдити интензитет и структуру саобраћаја, као и учешће транзита кроз насеље. Податке о саобраћајним токовима прикупљени су бројањем саобраћаја на најоптерећенијој раскрсници и снимањем саобраћаја на прилазним путевима насеља Прешево.

Ради утврђивања обима и структуре саобраћаја на прилазним путевима насеља Прешево, односно изворно-циљних и транзитних путовања, у оквиру овог рада, извршено је снимање саобраћаја на шест прилазних праваца 21.04.2016. године (четвртак) у времену од 08:00 до 12:00 часова. У време снимања саобраћаја на прилазним путевима Прешева забележено је близу 3.900 возила, са улазом од 2.056 возила (53%) и излазом 1.830 (47%). Према обиму и структури на свим прилазним правцима понаособ,

процент заступљености путничких возила је око 80% и теретних возила око 20%. Осим на путном правцу Ораовица са око 90% путничких и око 10% теретних возила. Укупан обим путничког саобраћаја према врсти путовања износи 3.134 возила, од којих циљна путовања износе 1.621(51,7%), изворна путовања 1393(44,4%) и транзитна путовања 120(3,8%). Укупан обим теретног саобраћаја према врсти путовања износи 597 возила, од којих циљна путовања износе 280(46,9%), изворна путовања 282(47,2%) и транзитна путовања 120(5,9%). Изворно-циљна путовања путничких и теретних возила имају приближно исту вредност, док су транзитна путовања испод очекиваних вредности у односи на округ и републику. Због не постојања аутоматског бројача није било података о ПГДС-у и структури возила на магистралној саобраћајници ИБ42. Неопходно је било да уз помоћ података о бројању саобраћаја у периоду од 7:00 до 19:00 часова, на раскрсници која се налази на поменутом путном правцу, као и података о броју снимљених возила на бројачким местима прилазних путева 08:00 до 12:00 часова добили процењену вредност ПГДС-а. Бројањем саобраћаја на раскрсници добијено је 11158 [воз/12 h], док снимањем саобраћаја 3886 [воз/4h]. Тачније број снимљених возила учествује са 35% у укупном броју избројаних возила. Добијене вредности треба узети са одређеном резервом јер је за све прилазе коришћен исти коефицијент пораста саобраћаја. Од укупног обима саобраћаја током дана 84% припада путничким и 16% теретним возилима. Код путничких возила је приближан број изворних 44% и циљних путовања 52%, док транзит учествује са свега 4%. Теретна возила се карактеришу готово идентичним извором и циљем путовања од 47% и транзитом возила од 6% за 24 часа.

Највећи проценат транзита се обави на бројачком месту на путним правцима Чукарка (пункт 1) и Миратовац (пункт 3).

## **6. ПРОГНОЗА САОБРАЋАЈА ДО 2036. ГОДИНЕ НА ПРИЛАЗНИМ ПУТЕВИМА ПРЕШЕВА.**

Прогнозом раста саобраћаја може се предвидети структура и интензитет саобраћаја за планирани временски период и на основу тога правдати или оповргнути изградња обилазнице.

Методе фактора раста су међу првима примењене, са циљем да се постојеће стање доведе у везу са будућим стањем. С обзиром на расположиве податке, прогнозу саобраћајне потражње, односно броја путовања до 2036. године, једино је могуће урадити методом фактора раста. Прогноза саобраћаја за период од 2016. (базна година) до 2036. године урађена је са минималном просечном годишњом стопом раста од 1,15% и максималном 3,35%. Уколико се ове прогнозе остваре, саобраћај ће се максимално повећати за 52% или максимално смањити за 26% у односу на постојеће стање.

Под транзитом се подразумева пролазни саобраћајни токови без одредишта (циља) и исходишта (извора) на посматраном градском подручју (Прешева). Процентуално учешће транзита на прилазним путевима Прешева износи 4%. Због малог процента

транзита путничких аутомобила (ПА) и теретних возила (ТВ) у укупном саобраћају, решени смо да не вршимо одвајање возила по структури на прилазним правцима Прешева.

Изворно-циљни саобраћај чине саобраћајни токови са исходиштем (извором) или одредиштем (циљем) на територији Прешева. Процентуално учешће ових токова на прилазним путевима Прешева износе заједно (96%), са расподелом на изворне саобраћајне токове (45%) и циљне саобраћајне токове (51%). Већински удео припада изворно-циљном путовању, гледано у односу на транзитна путовања.

Према факторима раста за 2026. годину очекује се пораст ПГДС-а на прилазним путевима насеља Прешево са постојећих 12.000 воз./дан на 16.100 воз./дан, док би се у 2036. годину број повећао на 22.400 воз./дан.

Структура возила остаје незнатно промењена, уз благи пораст путничких аутомобила као и однос изворно-циљног и транзитног саобраћаја уз благу тенденцију раста транзита.

Транзитни саобраћај би са постојећих 370 ПА/дан и 110 ТВ/дан повећао на 520 ПА/дан и 150 ТВ/дан у 2026. години и повећао на скоро 720 ПА/дан и 220 ТВ/дан у 2036. години.

Већина грађана Прешева је бојкотовало последњи попис становника 2011. године, ако се водимо чињеницом прогнози тј. процењеном броју становника у периоду од 2002.-2006. године, можемо рећи да општина Прешево засигурно има од 30.000-35.000 становника. Гледано по релативној расподели транзита у зависности од броја становника, са вредношћу од 4% транзит у Прешеву је далеко од очекиваних вредности. На републичком нивоу општине као што је Прешево, достижу транзитну вредност од 35%. Многи фактори утичу на овај тренд транзита на овом подручју, пре свега административно-територијални положај Прешева је неповољан са западне стране према Косову и Метохији, са јужне стране се налази граница са БЈР Македонијом.

Решење проблема саобраћаја на магистралном путу ИБ42, Чукарка(Е-75)-ГПКМ, не делу који пролази кроз Прешево обухваћено је са три варијанте решења обилазнице.

Варијанта "А" је унета у ППР (план генералне регулације) на основу које би требала да се изврши градња у будућности. Осим учртане трасе обилазнице са планским укрштајима (чворовима), не постоји техничко решење обилазнице у оквиру детаљне планске и пројектне документације. Не постоји писани траг вредновања или анализе оправданости обилазнице варијанте коридора "А" од стране надлежних служби СО Прешево и канцеларије за урбанизам. Неопходне је извршити анализу оправданости или не оправданости изградње варијанте коридора "А" и предложене алтернативне варијанте коридора "Б" и "Ц".

Планирана обилазница варијанте "А" дуга је 7,7 километара и простире се јужним, југоисточним и југозападним подручјем у односу на градску магистралу ИБ42 са улазно/излазним путним правцем на источној страни према путном правцу Чукарка (Е-

75) и улазно/излазним правцем на западној страни према административном прелазу Косово и Метохија (ГПКМ). Градска магистрала ИБ42 укршта се са пругом у нивоу што изискује честе прекиде саобраћајног тока, повећање временских губитака и времена путовања. Просторно гледано возила иду кроз град по трајекторијама-катетама док би се изградњом обилазнице кретала по модификованој хипотенузи. Поред растерећења од транзитног саобраћаја, овај сегмент елиминише паралисање саобраћаја на ободним улицама и утиче на афирмацију планиране радне зоне на источној периферији града.

Саобраћајни аспект обилазнице одражава се кроз скраћење дужине и времена путовања, извлачења транзитних токова ван урбане матрице саобраћаја Прешева и обезбеђења веће безбедности саобраћаја на нивоу Прешева.

У варијанти обилазнице "Б" која има дужину од 7,3 километара предлаже се траса са северне, североисточне и северозападне стране насеља, наспрамно у односу су на планирану варијанту коридора "А". Саобраћајно-географски положај обилазнице у односу на градску магистралу ИБ42 је повољан, јер ће прикупити транзитне токове који долазе са северне стране региона Србије. Планирана варијанта коридора "А" нема ту могућност јер заузима неповољан саобраћајно-географски положај на јужној страни насеља Прешево.

Оптерећење путне мреже транзитом је најизраженије на путном правцу Миратовац-Чукарка са 130 воз./дан, али градска саобраћајница под називом Пршевски пут има тренутну улогу да прихвати и растерети градску магистралу ИБ42 са јужне стране.

Алтернативна варијанта коридора "Б" прихватиће 200 воз./дан (43%), док ће варијанта коридора "А" 235 воз./дан (50%). Ако додамо возила која транзитирају Пршевским путем на варијанту "Б" растеретићемо градску магистралу за 70% транзита у току дана.

Варијанта коридора "Ц" представља комбиновацију постојеће мреже улица и сегмената са југоисточне и североисточне стране насеља Прешево.

Економски аспект комбиноване варијанте се јавља кроз смањење трошкола изградње, јер се тежи проширењу постојећих попречних профила и саобраћајно-техничком уређењу улица кроз насеље Прешево.

Саобраћајни аспект комбиноване варијанте одражава се кроз повећање нивоа услуге на неправилним раскрсницама у граду, растерећењем градске магистрале ИБ42 од стране теретних возила тежине преко 3,5 тоне и аутобуса, скраћењем дужине и времена путовања, привлачењем транзитних токова ван урбане матрице саобраћаја Прешева и обезбеђењем већег нивоа безбедности саобраћаја. Узимајући у обзир вредновање које је извршено описно и методом рангирања преко система бодовања, закључује се да је предложени коридор варијанте "Ц" у предности над планираном варијантом коридора "А" и предложеном варијантом коридора "Б".

## 5. ЗАКЉУЧАК

На основу анализе тренутног стања саобраћајног система предложена су одговарајућа варијантна решења како би стање саобраћајног система задовољило потребе до 2025 године. Наведеном студијом обухваћен је развој уличне мреже, без посебног осврта на пешачки и бициклички саобраћај, те исти требају бити обухваћени посебном студијом.

Циљ свих мера и активноности у оквиру планираног режима у редовним условима одвијања саобраћаја је да се у складу са специфичностима путне мреже на подручју насеља Прешево и повезаних саобраћајних захтева који се односе на локални и транзитни саобраћај, изврши оптимизација саобраћајног процеса, који се односи на повећање проточности саобраћаја, са истовремени повећањем нивоа безбедности саобраћаја на деоници државног пута ИБ42 кроз насељено место, као и на целокупној саобраћајној инфраструктури насеља.

Имајући у виду тренутну ситуацију уличне мреже, структуру саобраћајница и њене дужине, динамику развоја локалних саобраћајница постоје различити ставови по питању одабира варијанте обилазнице. Узимајући у обзир вредновање које је извршено описно и методом рангирања преко система бодовања, закључује се да је предложени коридор варијанте "Ц" у предности над планираном варијантом коридора "А" и другом предложеном варијантом коридора "Б".

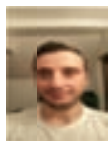
То значи да се приликом предлагања варијанте обилазнице и израде планова првенствено користи стручна процена и мишљење стручњака из области планирања и прогнозе саобраћаја.

Потребно је напоменути да је изградња обилазнице захтева издвајање великих новчаних средстава те због тога се оправданост и динамика таквог улагања мора савесно испитати, како би се установило да ће се планирана средства уложити на право место у право време.

## 6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Планирање и пројектовање саобраћајница у градовима проф. др. МИХАЈЛО МАЛЕТИН дипл.грађ.инж.
- [2] План генералне регулације општине Прешево, израђен за период од 2012 до 2025 године.
- [3] Стратешки план развоја општине Прешево од 2012 до 2016 године.

### Кратка биографија:



**Стефан Анђелковић** рођен је у Врању 1988. год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Саобраћај – Друмски саобраћај одбранио је 2016. год.

**SAOBRAĆAJ I ZAŠTITA ŽIVOTNE SREDINE  
TRAFFIC AND ENVIRONMENT PROTECTION**Nikola Đurišić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – SAOBRAĆAJ**

**Kratak sadržaj** – U ovom radu predstavljeni su zadaci i ciljevi energetske politike i saobraćaja sa aspekta povećanja energetske efikasnosti i razvijanja alternativnih izvora energije. Prikazana su stanja i perspektive primene alternativnih vrsta goriva kao i uštede u energiji.

**Abstract** – This paper presents the tasks and goals of energy policy and transport in terms of increasing energy efficiency and developing alternative energy sources. Displayed are the condition and perspective of alternative types of fuel and savings in energy.

**Ključne reči:** *Energija, Gorivo, Politika, Saobraćaj.*

**1. UVOD**

Veliki porast svetskog stanovništva tokom 20-tog veka uz neprestano smanjivanje raspoloživih rezervi prirodnih resursa i životnog prostora uz istovremeno ugrožavanje ekoloških faktora životne sredine (povećanje koncentracije zagađujućih supstanci u vazduhu vodi i zemljištu) ukazali su na potrebu korenite promene odnosa čovečanstva prema faktorima životne sredine.

U prevazilaženju sve većeg nesklada između opredeljenja za zdraviju životnu sredinu i potrebe budućeg ekonomskog rasta, uvođenje i otelotvorenje koncepta održivog razvoja predstavlja zaokret modernog društva i jedino ispravno rešenje.

Održivi razvoj je kvalitativan rast tj. socioekonomski i kulturni razvoj koji je usklađen sa uslovima ograničenjem i kapacitetom životne sredine (racionalnost) i koji treba da se odvija na način da se budućim generacijama ne pogoršavaju uslovi opstanka. Ovaj koncept je usvojila Evropska unija 1990. godine, a dve godine kasnije to su učinile i Ujedinjene Nacije.

Ovaj zaokret u pogledu odnosa prema životnoj sredini je dobrim delom zasluga ekologije. Savremena definicija ekologije naglašava da je to nauka koja proučava rešenja koja su živa bića relizovala, na različite načine, u vezi sa problemima koje im je spoljašnja sredina postavila i koja su ona morala rešiti kroz svoju evoluciju da bi u tim konkretnim sredinama opstala.

Jednostavno rečeno, ekologija se može odrediti i kao nauka koja izučava mehanizme opstanka živih bića.

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Milica Miličić, docent.**

**2. ODNOS SAOBRAĆAJA I ŽIVOTNE SREDINE**

Pored mnogobrojnih industrijskih postrojenja, hemijskih prerađivača, proizvođača sirovina i toplotne energije i dr. saobraćaj predstavlja jedan od najvećih zagađivača prirodne okoline. Njegovo negativno dejstvo ispoljava se na više načina preko zagađivanja vazduha, vode i tla, velike buke, zauzimanja zemljišta i životnog prostora, potresa (vibracija), usporenja u odvijanju putničkih i robnih tokova (zagušenja), velikih rizika od prevoza opasnih materija i dr.

Drumski saobraćaj doprinosi mnogim problemima u životnoj sredini, jer je zavisao od neobnovljivih fosilnih goriva, naročito nafte. Prouzrokuje buku i zagađenje vazduha, zemljišta i vode, biološke i društvene uticaje, kao i uticaje zbog upotrebe zemljišta, koji mogu delovati lokalno na elemente životne sredine

**3. UTICAJ SAOBRAĆAJA NA ZAGAĐENJE ŽIVOTNE SREDINE**

Antropogeno zagađivanje životne sredine je i zagađivanje kao posledica saobraćaja. Saobraćaj je izvor značajnih pritisaka na životnu sredinu – kroz zagađenja vazduha i ostalih medija životne sredine (emisije iz procesa sagorevanja fosilnih goriva i stvaranje otpada), stvaranje buke i pritisaka na biodiverzitet, zemljište i obalsko područje usled izgradnje saobraćajne infrastrukture. Saobraćaj učestvuje u ukupnom zagađivanju atmosfere sa oko 50% i jedan je od najvećih zagađivača u današnje vreme. Stoga se na antropogeno zagađivanje životne sredine koje je posledica saobraćaja mora obratiti posebna pažnja [6].

**3.1. Procena uticaja izgradnje saobraćajne trase sa pripadajućom infrastrukturom na životnu sredinu**

Danas je imperativ i zakonska obaveza da se pre nego što se uopšte pristupi izgradnji saobraćajne trase sa pratećim infrastrukturom uradi „procena uticaja izgradnje saobraćajne trase sa pripadajućom infrastrukturom na životnu sredinu a zatim opisuju mere predviđene u cilju sprečavanja, smanjenja i otklanjanja štetnog uticaja. Zaštita životne sredine obuhvata zaštitu u toku:

- 1) Izgradnje saobraćajnih infrastrukture,
- 2) Eksploatacije saobraćajnih infrastrukture.

**3.2. Uticaj železničkog saobraćaja na zagađivanje životne sredine**

Dosadašnja istraživanja štetnih dejstava saobraćaja posmatrana iz svih aspekata (aerozagađenje, buka, zagađenje površine zemlje, voda, zauzimanje prostora i sl.) su pokazala da železnički saobraćaj svojim funkcionisanjem izaziva najmanje štetnih posledica, ali

smanjenju negativnog dejstva železničkog saobraćaja na životnu sredinu treba i dalje težiti.

### 3.2.1. Transport opasnih materija

Posebne mere se moraju preduzeti pri transportu opasnih materija. Međunarodna zajednica je pravnim propisima odredila da se opasne materije mogu prevoziti samo kada njihova ambalaža, rukovanje i prevozna sredstva daju dovoljnu garanciju za najveću moguću bezbednost.

### 3.3. Uticaj drumskog saobraćaja na zagađenje životne sredine

Evropska komisija osnovana 2001.godine se posebnim osvrtnom na drumski saobraćaj analizirala je udeo saobraćaja na globalno zagrevanje i u Izveštaju nazvanom "Beli papir" upozorava na vrednost emisije CO<sub>2</sub> od čak 28% na svetskom nivou.

#### 3.3.1. Protokol iz Kjota

U japanskom gradu Kjotu 1997.godine oko 50 zemalja potpisalo je Okvirnu konvenciju Ujedinjenih nacija o klimatskim promenama, čiji je cilj sprečavanje i smanjivanje emisije otrovnih gasova, pre svega ugljen-dioksida, koji se smatru glavnim uzročnicima porasta temperature na Zemlji, odnosno stvaranje efekta „staklene bašte“.

#### 3.3.2. Trend globalnog zagrevanja

Prema izveštaju Nacionalne zdravstvene akademije SAD-a (NAS) nijedna katastrofa u celokupnoj poznatoj prošlosti neće izazvati toliko poguban uticaj na civilizaciju i život na planeti kao što bi to moglo izazvati trend globalnog zagrevanja.

### 3.4. Uticaj rečnog saobraćaja na zagađivanje životne sredine

Potencijal za korišćenje unutrašnjih plovnih puteva u Republici Srbiji je izuzetno velik. Sa 588 km plovnog puta Dunava kroz Srbiju, 207 km donjeg toka reke Save, 164 km reke Tise i 599 km mreže kanala Dunav-Tisa-Dunav.

### 3.5. Uticaj vazdušnog saobraćaja na zagađivanje životne sredine

Vazdušni saobraćaj značajno utiče na zagađenje vazduha. NATO alijansa izvršila je 27.000 preleta aviona, koji su izgorili 367.000 litara kerozina, čime je u vazduh izbačeno blizu 1.250.000 t CO<sub>2</sub> i time doprinela globalnom otopljanju. Barozo (predsednik evropske komisije) je izjavio da je cilj EU da se do 2050. godine njen udeo u emisiji štetnih gasova sa sadašnjih 14% smanji na 8%.

## 4. IZVORI SAOBRAĆAJNOG ZAGAĐENJA

U većini razvijenih zemalja drumski transport predstavlja značajan izvor zagađujućih supstanci. Mada je zbog uvođenja novih standarda i ograničenja emisija iz automobilskih motora uveliko smanjena, to je još uvek daleko najveći antropogeni izvor ugljenmonoksida i nemetanskih ugljovodonika.

Oko 60% od ukupne količine svih zagađujućih supstanci vazduha u urbanim sredinama, potiče od motora sa unutrašnjim sagorevanjem. Osnovni uzrok za ovako veliku emisiju zagađujućih supstanci su uslovi sagorevanja goriva koji se javljaju pri radu automobilskih motora, bez obzira da li su sa pogonom na benzin ili na dizel gorivo.

Ugljenmonoksid nastaje u toku rada motora ako sagorevanje nije potpuno.

## 5. UTICAJ ALTERNATIVNIH GORIVA U MOTORIMA SUS NA OČUVANJE ŽIVOTNE SREDINE

Tokom vremena tečna naftna goriva su u tolikoj meri ušla u svakodnevnicu da se sve ostale vrste goriva nazivaju "alternativnim". Kvalitet motornih goriva se direktno preslikava u sastav izduvnih gasova motora sus. Zadovoljenje strogih zakonskih propisa, koji se stavljaju pred motore i vozila, je moguće samo sprežanjem razvoja automobilske i naftne industrije. Primenom goriva koja sadrže manje ugljenika, u motorima sus, smanjuje se ukupna emisija ugljen-dioksida, a u dizel motorima se smanjuje emisija čestica. U alternativna goriva za vozila spada, pre svega, prirodni gas (komprimovani - CNG i tečni - LNG), zatim, tečni nafti gas (TNG), etanol, metanol, biodizel i vodonik, kao i električna struja.

### 5.1. Propisi o emisiji izduvnih gasova

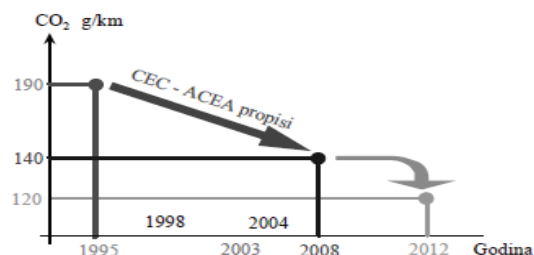
Smanjenje negativnog uticaja vozila na okolinu ostvaruje se brojnim konstruktivnim i tehnološkim novinama, koje su povezane sa povećanjem cene vozila.

Tabela 5.1. Predlog LEV II za emisiju putničkih vozila u Kaliforniji (gpm)

Kategorija emisije	Vek vozila (milja)	NMOG	CO	NO <sub>x</sub>	Čestice
TLEV	50.000	0,125	3,4	0,4	
	120.000	0,156	4,2	0,6	0,04
LEV	50.000	0,075	3,4	0,05	
	120.000	0,090	4,2	0,07	0,01
ULEV	50.000	0,040	1,7	0,05	
	120.000	0,055	2,1	0,07	0,01
SULEV	120.000	0,010	1,0	0,2	0,01

### 5.2. Propisi za emisiju gasova koji prave efekat staklene bašte

Osim gasova koji imaju direktnih posledica na zdravlje ljudi, vozila emituju i druge gasove koji nisu otrovni, ali utiču na promenu okoline. Ugljen-dioksid je jedan od gasova koji su uzročnici povećanog globalnog zagrevanja naše planete.



Slika 5.2. Pravci smanjenja CO<sub>2</sub> [2]

### 5.3. Uticaj gasovitih goriva na smanjenje emisije

Velika većina rezultata koji se mogu naći u literaturi nedvosmisleno ukazuju na prednosti gasovitih goriva, pre svega prirodnog gasa i vodonika. Emisija motornih vozila sa prirodnim gasom je u opštem slučaju niža od iste sa motornim benzinom ili dizel gorivom pri istom nivou optimiranosti motora. Primenom prirodnog gasa kao goriva ostvaruje se smanjenje emisije. Svi veliki proizvođači putničkih vozila imaju gotova rešenja na

prirodni gas i ona ispunjavaju ULEV vrednosti (Ultra Low Emission Vehicle). Prednost prirodnog gasa u odnosu na motorni benzin i dizel gorivo posebno je izražena sa aspekta zagrevanja Zemlje. Od svih "greenhouse" gasova najzastupljeniji je ugljendioksid.

## 6. BUKA U SAOBRAĆAJU

Buka je jedan od vodećih environmentalnih problema u urbanim sredinama naše zemlje, Evrope i sveta.

Evropska zajednica već 30 godina reguliše nivoe buke usvojenim smernicama kako bi se smanjilo zagađenje bukom.

Buka je podmukli neprijatelj našeg sluha, jer ga oštećuje polako i neprimetno. Ovaj proces se po pravilu odvija lagano, ali sa progresivnim napredovanjem. Posledice su ireverzibilne i trajne.

Čulo sluha ima velikog uticaja na ukupno stanje čovekovog organizma, kao fiziološko, tako i psihičko. Ono ga povezuje sa okolinim svetom i omogućava mu komuniciranje sa drugim ljudima.

Uz to, sluh je najosetljiviji i najvažniji mehanizam upozoravanja na opasnost, jer u svako vreme jednako prima utiske, bez obzira na to da li smo budni ili spavamo. Čulo sluha nikada se ne isključuje.

### 6.1. Istraživanje uticaja buke na zdravlje stanovništva Novog Sada

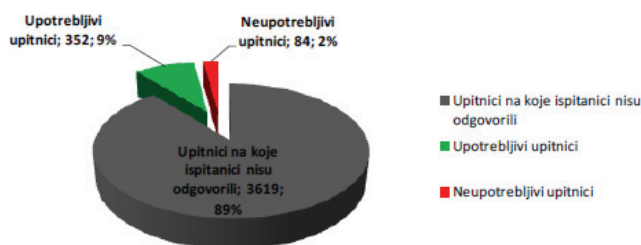
„Najbučnije“ ulice u Gradu Novom Sadu su Rumenačka, Partizanska, Cara Dušana, Kej žrtava racija i Maksima Gorkog.

Anketno ispitivanje je sprovedeno u skladu sa standardizovanim upitnikom i obuhvatilo je 31 pitanje za ispitanike vezano za subjektivni doživljaj buke i subjektivnu procenu uticaja buke na zdravlje ljudi.

Uzorak ispitanika je izabran metodom slučajnog izbora prema adresama mernih mesta za merenje nivoa buke u životnoj sredini. Osobe koje nisu punoletne i koje ne žive u Gradu Novom Sadu nisu činile uzorak.

#### 6.1.1. Broj, pol i starosna struktura ispitanika

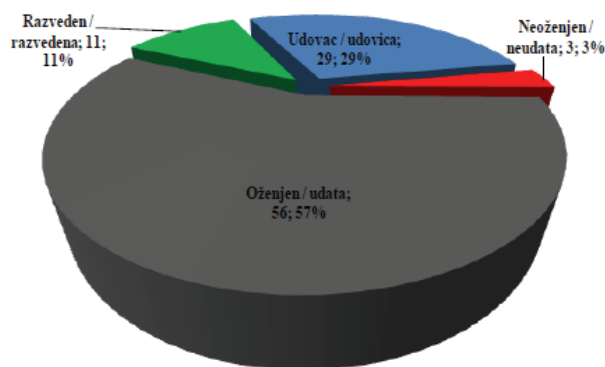
Ukupno je na adrese ispitanika poslato 4.055 upitnika, a vratilo se 436 upitnika, od čega 352 upotrebjljiva upitnika i 84 neupotrebjljiva upitnika (grafikon 6.1).



Grafikon 6.1. Odziv ispitanika [15]

#### 6.1.2. Bračno i porodično stanje ispitanika

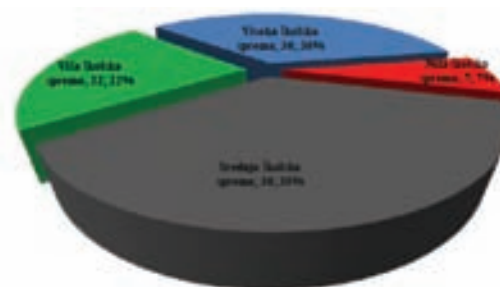
Među ispitanicima starijim od 65 godina, neoženjenih/neudatih je 3%, oženjenih/udatih 57%, razvedenih 11%, a udovaca/udovica 29% (grafikon 6.4).



Grafikon 6.4. Bračno stanje ispitanika starijih od 65 godina [15]

#### 6.1.3. Stepen obrazovanja ispitanika

Među ispitanicima starijim od 65 godina, 7% ima nižu školsku spremu, 36% srednju, 22% višu i 36% visoku (grafikon 6.5).



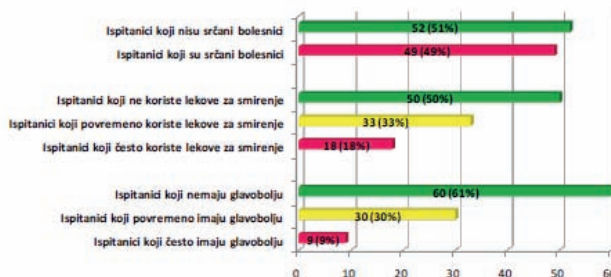
Grafikon 6.5. Stepen obrazovanja ispitanika starijih od 65 godina [15]

#### 6.1.4. Zaposlenost ispitanika

Među ispitanicima starijim od 65 godina, 5% je nezaposleno, a 95% je nezaposleno/penzionera.

#### 6.1.5. Glavobolja, korišćenje lekova za smirenje i srčane bolesti ispitanika

Među ispitanicima starijim od 65 godina, 9% često ima glavobolju, 30% povremeno ima glavobolju, a 61% nema glavobolju, 18% često koristi lekove za smirenje, 33% povremeno koristi lekove za smirenje, a 50% ne koristi lekove za smirenje. Kao srčani bolesnici, izjasnilo se u anketi 49% ispitanika starijih od 65 godina (grafikon 6.7).



Grafikon 6.7. Glavobolja, lekovi za smirenje i srčane bolesti u ispitanika [15]

### 6.1.6. Stanovanje ispitanika

Ispitanici stariji od 65 godina žive u kućama/stanovima minimalne površine 20 m<sup>2</sup>, a maksimalne površine 200 m<sup>2</sup>, pri čemu je srednja vrednost površine svih stambenih objekata ispitanika 72,1 m<sup>2</sup>. Najveći broj ispitanika živi u kućama (20%), ili u stambenim zgradama na prostoru 1-4 sprat (61%), dok najmanje ispitanika živi u stambenim zgradama na prostoru 11-17 sprata (2%) [15]. Prema podacima iz ankete, ispitanici u svojim stanovima dnevno provode minimalno 4 sata, a maksimalno 24 sata. Najveći broj ispitanika u svom stanu živi duže od 20 godina.

### 6.1.7. Ometanje ispitanika saobraćajnom bukom

Prema rezultatima ankete, 46% ispitanika starijih od 65 godina bi menjalo stan zbog saobraćajne buke, a 6% ih je podnosilo žalbu nadležnim organima zbog saobraćajne buke (grafikon 6.10).

## 7. UTVRĐIVANJE NEGATIVNIH UTICAJA SAOBRAĆAJA

Zagađivanje životne sredine, kao posledica intenzivnog privrednog i društvenog razvoja, dovela je savremeni svet do ekološke krize čiji je ishod još neizvestan. U širim evropskim i svetskim razmerama poslednjih decenija veoma se brzo uočava značaj zdrave životne sredine. Niz nedoumica u pogledu nekih od efekata tehnološkog razvoja doveli su do toga da stručnjaci i političari u većini zemalja, posebno razvijenih, počnu da zastupaju potpuno novi koncept razvoja - koncept održivog razvoja (sustainable development), koji podrazumeva racionalno korišćenje svih prirodnih resursa i njihovu zaštitu na dugi rok radi obezbeđenja prihvatljivih uslova razvoja generacijama koje dolaze.

### 7.1. Eksterni efekti u saobraćaju

Brojnost, multidisciplinarnost i međusobna zavisnost dejstva saobraćaja na okolinu, niz drugih pozitivnih i negativnih efekata saobraćajnog sistema dodatno komplikuje i onemogućuje jednoznačnu opredeljenost prema pojedinim delovima saobraćajnog sistema i selektivni pristup u konkretnim slučajevima. Iz tog razloga se težište razmatranja prenelo više na praktične aspekte, koji se bave utvrđivanjem društveno poželjnih orijentacija razvoja saobraćajnog sistema iz zadovoljenja potreba prevoza kao internih kriterijuma i iz minimuma šteta za životnu sredinu kao eksternih kriterijuma, uz dodatni kriterijum minimalnih društvenih troškova

### 7.2. Zagušenje saobraćaja u gradovima

Zagušenja u saobraćaju izazivaju niz sekundarnih negativnih eksternih efekata-povećanu potrošnju energije, gubitke u vremenu, povećano emitovanje štetnih gasova, buku i vibracije, veću verovatnoću nezgoda itd. U analizama eksternih efekata problemi zagušenja se praktično obuhvataju kroz ove sekundarne efekte, ali pošto se zagušenje javlja na konkretnom prostoru i često u određeno doba dana u projektima izgradnje i modernizacije gradskih i vanguardskih puteva, važno je pažljivo proceniti i kvantifikovati efekte zagušenja u razmatranim varijantama.

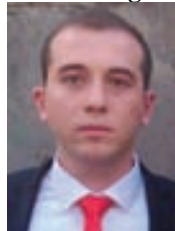
## 8.ZAKLJUČAK

Najveća prednost primene alternativnih goriva je u smanjenju emisije toksičnih komponenata izduvnih gasova, pre svega GH gasova, kao i dimnosti i emisije čestica kod dizel motora. Kao posledica sve strožijih zakonskih regulativa, danas su u svetu razvijene brojne varijante vozila na alternativni pogon, pri čemu su serijsku proizvodnju kod mnogih proizvođača doživela vozila na gasovita goriva, pre svega TNG i CNG. U postizanju nulte emisije, međutim, najviše nade se polaže u vodonik u gorivim ćelijama, kao dugoročno rešenje za budućnost.

## 9. LITERATURA

- [1.] Pešić R., Veinović S., Davinić A., „Alternativna goriva za motore sus“, Međunarodno savetovanje YUNG '97, Zbornik radova-P4, Vrnjačka Banja oktobar 1997. g.
- [2.] Ogiso S., „Concept and Outline“, Auto Thenology, Volume No.5, February 2005
- [3.] Kozić A., „Primena gasovitih goriva u automobilskim motorima“, Mašinski fakultet, Kragujevac, 2002. g.
- [4.] Momčilo Z., Saobraćaj i životna sredina u sistemu kvaliteta, Banja Luka, 2009.
- [5.] Biočanin R., Amidžić B. Risk prediction during the transport of dangerous substances in environment protection, IV International conference " Research and development in mechanical industri-RaDMI 2004", 31.08.-04. 09. 2004. Zlatibor, Srbija.
- [6.] Borović B., Ranković Ž. Saobraćaj i zaštita životne sredine., Beograd, 2005.
- [7.] Jovanović D., Železnički saobraćaj i transport, Vojna akademija, Beograd, 2002.
- [8.] Rothengatter W. "Economic Aspects" and "Transport Policy and Environment" (S) OECD: "The state of the Environment 1991", Pariš, 1991.
- [9.] Subara N., Ekologija u saobraćaju, Zelind, Beograd, 2006.
- [10] Izveštaj o realizaciji projekta „Procena uticaja buke na zdravlje stanovnika grada Novog Sada“, Institut za javno zdravlje Vojvodine, Novi Sad, 2013.

### Kratka biografija:



**Nikola Đurišić** rođen je u Boru 1991. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja – Upravljanje transportom odbranio je 2016. god.

**SAOBRAĆAJNA POLITIKA I TURIZAM****TRAFFIC POLICY AND TOURISM**Dragan Bajić, Milica Miličić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – SAOBRAĆAJ**

**Kratak sadržaj** – U radu je dat prikaz potencijalnih problema sa kojima se susreću prevoznici i turističke agencije tokom realizacije putovanja. Dat je takođe prikaz karakterističnih pojmova bez kojih nije moguće realizovati putovanja, kao što su prevozna sredstva, tahografi i pravne norme.

**Abstract** – The paper presents the potential problems faced by carriers and travel agencies during their trip. It also sees the characteristic concepts without which it is not possible to realize the trip, such as vehicles, tachographs and legal norms.

**Ključne reči:** Putovanje, Prevozno sredstvo, Tahograf, Pravne norme.

**1. UVOD**

Saobraćaj ima značajnu ulogu u razvoju turizma. Razvoj saobraćaja i turizma međusobno su povezani. Izgradnja savremenih saobraćajnica pruža mogućnost masovnih kretanja turista i jedan je od osnovnih uslova za razvoj turizma. Takođe utiče na razvoj naselja i podizanja kulturnog nivoa stanovništva. Putnici za svoja putovanja koriste razna prevozna sredstva železničkog, drumskog, vazdušnog, pomorskog i rečnog saobraćaja. Turistički potencijali jedne zemlje kao što su prirodne lepote i kulturno-istorijski motivi dolaze do izražaja tek sa izgradnjom odgovarajuće saobraćajne infrastrukture.

Predmet rada je saobraćajna politika i turizam, uzajamna veza saobraćaja i turizma, kao i problemi koji se javljaju prilikom realizacije bilo kog tipa putovanja.

Cilj rada je da se utvrde potencijalni problemi koji se javljaju tokom realizacije putovanja i predlože moguća rešenja istih.

**2. SAOBRAĆAJ**

Razvoj savremenog društva ne bi se mogao zamisliti bez saobraćaja, koji predstavlja organizovano kretanje prevoznim sredstvima na mreži saobraćajnica. Saobraćaj omogućava prenos informacija i podataka, prevoz ljudi i materijalnih dobara, od najkraćih do najudaljenijih mesta. Činjenica je da je star koliko i ljudsko društvo. Osnovni je činilac ne samo opstanka društva, već i društvene zajednice. Približava zemlje i kontinente, omogućava upoznavanje naroda i kultura iz svih delova sveta. Takođe utiče na porast društvenog standarda i formiranje načina života, na mobilnost ljudi, na razvoj turističke privrede.

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio Dr Milica Miličić, docent.**

Nivo razvoja društva se takođe meri stepenom razvoja saobraćaja jer ima jaku sociološku, ekonomsku i razvojnu ulogu u društvu.

**3. TURIZAM**

Turizam predstavlja čin putovanja u cilju rekreacije, kao i pribavljanje usluga radi ostvarivanja tog cilja. Sama reč turizam potiče od engleske reči tour, što u prevodu znači zadovoljstvo od putovanja sa zadržavanjem u različitim mestima. Turizam, poput saobraćaja predstavlja veoma važnu delatnost savremenog društva. Veći stepen životnog standarda stanovništva, tehnička otkrića, više slobodnog vremena i sve veća želja za putovanjima, motiviše ljude različitih zanimanja i starosti da putuju. Imućni ljudi su oduvek putovali po svetu kako bi upoznali nove gradove, kulture i naučili nove jezike, takođe zbog poznatih slavni građevina ili drugih umetničkih dela. Javljaju se razni motivi kao želja za putovanjima, a to su najčešće zdravstveni razlozi, kulturni i religiozni, odmor, posao i drugi.

**4. UZAJAMNA VEZA SAOBRAĆAJA I TURIZMA**

Istorijski razvoj saobraćaja podsticajno je delovao na pretvaranje turizma u masovnu pojavu da bi, opet, u kasnijoj fazi, turizam povratno delovao na razvoj saobraćaja. Može se reći da je razvoj turizma, kao posebne privredne delatnosti u turistički razvijenim zemljama, uticao na menjanje strukture saobraćajnog sistema i rast tražnje za uslugama putničkog saobraćaja. Razvijen saobraćajni sistem direktno utiče na razvoj turizma koji se pre svega ogleda kroz pružanje što kvalitetnije usluge od strane saobraćajnih organizacija.

U najznačajnije faktore razvoja turizma se ubrajaju:

- razvoj saobraćajnog sistema,
- razvoj turističkih infrastrukturnih objekata,
- nivo razvoja životnog standarda stanovništva,
- prirodna i istorijska bogatstva zemlje.

Uticao pojedinih grana saobraćaja na razvoj turizma zavisi pre svega od strukture i sastava njihovih transportnih kapaciteta, njihovih tehničko-tehnoloških i ekonomskih karakteristika. Posebnu pažnju treba posvetiti modernizaciji i međusobnim usklađivanju saobraćajnih sredstava kako ne bi postala limitirajući faktor turističkog prometa [1].

**5. AUTOBUS**

Autobus je prevozno sredstvo za prevoz putnika koje ima više od devet mesta za sedenje, uključujući i mesto za sedenje vozača. Prelazni modeli između automobila i autobusa su kombi i mini-bus. Na slici 1 dat je prikaz autobusa.





Slika 1. *Autobus*

Prvi autobus, koji se još naziva omnibus sa motorom na unutrašnje sagorevanje predstavio je Karl Benc 1895. godine. Razvojem tehnologije i brzim napretkom već od 1930. godine su autobusi mogli da prevezu i do 50 osoba. Ipak glavni razvoj autobuskog saobraćaja zabeležen je posle Drugog Svetskog rata kada su se pojavili benzin i nafta kao i kada su se izgradile mnoge saobraćajnice [2]. Razlikuju se tri vrste autobusa u zavisnosti od njihove namene: gradski, prigradski i međugradski.

## 6. TAHOGRAF

Tahograf je uređaj koji omogućava permanentno praćenje režima vožnje i eksploatacije motornog vozila. On u svakom trenutku omogućava da se očita brzina kretanja, vreme upravljanja vozilom i pređeni put.

Postoje dve vrste tahografa, a to su: analogni i digitalni.

### 6.1. Analogni tahograf

Analogni tahograf je uređaj koji omogućava permanentno praćenje režima vožnje i eksploatacije motornog vozila. Pouzdano registruje vreme (vožnje i mirovanja), pređeni put i brzinu vozila. Na slici 2 dat je prikaz analognog tahografa.



Slika 2. *Analogni tahograf*

Dobija pogonsku energiju preko gipkog vratila (sajle) od glavnog vratila menjača. Sadrži tri pisača koji registruju brzinu kretanja, vreme upravljanja vozilom i pređeni put. Podaci se registruju na tahografskom ulošku u obliku kružnog diska.

### 6.2. Digitalni tahograf

Digitalni tahograf je takođe uređaj koji omogućava permanentno praćenje režima vožnje i eksploatacije motornog vozila. U svakom trenutku omogućava da se očita brzina kretanja, vreme upravljanja vozilom i pređeni put. Dat je prikaz na slici 3.



Slika 3. *Digitalni tahograf*

Dobija takođe pogon od menjača. Velika prednost u odnosu na analogni je što omogućuje registrovanje podataka u digitalnom formatu za svih 365 dana. Radi na principu smart kartica (kartica vozača, kompanije, kontrolna i radionička).

## 7. PRAVNE NORME

Iako na prvi pogled izgleda da je za bavljenje prevozom putnika iz naše zemlje u inostranstvo i nazad dovoljno imati autobus, firme koje se bave ovim poslom moraju da ispune još niz uslova i da za to pribave mnoga dokumenta. Tek kada ispune sve što je propisano i to dokažu "papirima", prevoznici mogu da dobiju neophodne dozvole za ulazak u strane zemlje.

Dokument kojim strana zemlja dozvoljava nekom našem prevozniku da na njenoj teritoriji obavlja prevoz zove se Dozvola za međunarodni prevoz. U osnovi, postoje dve vrste dozvola-bilateralne i tranzitne. Tranzitna dozvoljava prolazak kroz zemlju bez usputnih iskrcavanja i ukrcavanja putnika, dok bilateralna dozvoljava dovoženje i odvoženje putnika.

### 7.1. Radna vremena vozača

Veoma su česte provere radnog vremena vozača (vreme vožnje i pauza) kako u našoj zemlji, tako i u Evropi. Pravilno raspoređeno radno vreme, koje detaljno beleži savremeni digitalni tahograf doprinosi povećanju bezbednosti saobraćaja, i pojava bilo kakvih malverzacija je nemoguća. Službena lica poštuju rigorozne zakone, a kazne za prekršaje ovog tipa su visoke.

Vozač mora biti upoznat sa kaznama koje mu sleduju ukoliko krši pravila raspoređivanja radnog vremena, odnosno, ako za volanom provodi više vremena nego što je propisano.

#### 7.1.1. Radno vreme jednog vozača

Maksimalno vreme vožnje u jednom danu je 9 časova, s tim da posle perioda vožnje od 4,5 h, vozač mora da napravi pauzu od 45 min.

Po izboru, puna pauza od 45 min može biti zamenjena pauzom od najmanje 15 min, za kojom sledi pauza od najmanje 30 min. Ove pauze se moraju koristiti u okviru od 4,5 h vožnje. Pauze kraće od 15 min se ne računaju kao pauze.

Vozač mora imati dnevni period odmora u toku 24 h od prethodnog dnevnog ili nedeljnog odmora 11 h (ili više). može smanjiti svoj dnevni odmor na 9 neprekidnih časova, ali samo 3 puta između 2 nedeljna odmora. To se naziva "skraćeni dnevni odmor" i nije ga potrebno nadoknaditi [3].

Maksimalno vreme vožnje se može 2 puta nedeljno povećati na 10 h. Gornja granica nedeljne vožnje je 56 h, a dvonedeljne 90 h. Veoma je bitno iskoristiti nedeljni odmor na pravilan način. Vozač mora započeti nedeljni period odmora ne kasnije od isteka šest 24-časovnih perioda od kraja poslednjeg nedeljnog perioda odmora. Pun nedeljni odmor traje najmanje 45 h. Može napraviti i skraćeni nedeljni odmor od minimum 24 h. U tom slučaju odmor se mora nadoknaditi za odgovarajuće vreme. U slučaju skraćivanja na 24 h, mora se nadoknaditi 21 h početka treće radne nedelje [3].

Primer nedeljnih i dvonedeljnih ograničenja je prikazan na slici 4.

Slika 4. Nedeljna i dvonedeljna ograničenja

### 7.1.2. Radno vreme višečlane posade

Višečlanu posadu čine najmanje 2 vozača. U toku prvog časa, prisustvo drugog vozača nije obavezno, ali u nastavku vožnje jeste.

Vozilo upravljano višečlanom posadom podleže istim pravilima kao i vozilo kojim upravlja jedan vozač. Svaki vozač mora imati dnevni odmor od najmanje 9 h u toku 30 h od prethodnog dnevnog ili nedeljnog odmora [3].

Organizacija dužnosti vozača omogućava efektivno angažovanje u toku 21 časa (slika 5).

	Posada 1	Posada 2
30 h	Dnevni odmor	Dnevni odmor
	30 h vožnje (1 h pauza)	Dnevni odmor (1 h u vožnji) 1 h
	Vožnja 4.5 h	Na putovanju 4.5 h
	Pauza = na putovanju 4.5 h	Vožnja 4.5 h
	Vožnja 4.5 h	Pauza = na putovanju 4.5 h
	Dnevni odmor	Dnevni odmor

Slika 5. Organizacija dužnosti vozača

## 8. PROBLEMI SA KOJIMA SE SUSREĆU PREVOZNICI I TURISTIČKE AGENCIJE

Prilikom realizacije bilo kog putovanja, potrebno je izabrati sigurnog i bezbednog prevoznika u pogledu bezbednosti i ispravnosti vozila, analizirati i dobro isplanirati željenu rutu, uskladiti dužinu rute sa vremenom vožnje i obaveznim pauzama koje prevoznici moraju poštovati, itd. Najveći problemi sa kojima se sreću prevoznici i turističke agencije su pravne norme koje se odnose na vreme vožnje i obavezne pauze kojih se vozači moraju striktno pridržavati.

### Primer 1. Beograd – Neos Marmaras

Neos Marmaras je jedna od najbližih letnjih destinacija, koja se nalazi na drugom prstu Halkidikija. Od Beograda je udaljen 759 km kao što se može videti na slici 6. Prosečno vreme putovanja je u proseku 12 h.



Slika 6. Prikaz rute Beograd – Neos Marmaras

Problem se javlja tokom vožnje. Jedan vozač ne može da upravlja vozilom više od 10 h u jednom danu, pa prema tome moraju da se angažuju dva vozača. Angažovanjem drugog vozača, povećavaju se ukupni troškovi prevoza, jer se moraju uračunati dnevnicе vozača, njegov smeštaj i obroci. Ovaj problem prevoznici mogu rešiti na taj način što jedan vozač upravlja vozilom do Makedonije, gde ga sačeka drugi vozač koji preuzima vozilo i nastavlja put do destinacije. Ova kombinacija može smanjiti troškove i do 500 eura.

Takođe se javlja problem tokom realizacije fakultativnih izleta. Ovakve situacije se mogu rešiti slanjem drugog vozača, iznajmljivanjem Grčkog autobusa ili sarađivati sa drugim agencijama. Svako od navedenih rešenja stvara dodatne troškove, prema tome, najbolje rešenje je reorganizovati plan i program putovanja za sve dane tokom trajanja putovanja, da u svakom danu bude po jedan fakultativni izlet.

### Primer 2. Beograd – Zakintos (Laganas)

Laganas predstavlja jednu od najposećenijih letnjih destinacija za mlade. Na slici 7 se vidi da je udaljen od Beograda 1190 km. Prosečno vreme putovanja je oko 25 h sa pauzama.



Slika 7. Prikaz rute Beograd-Zakintos (Laganas)

Kod Laganasa se takođe javlja problem vremena vožnje, jer udvojena posada u vozilu ima pravo maksimalno 21 h da bude angažovana, s tim da svaki vozač sme maksimalno 9 h da upravlja vozilom. Problem se javlja i na Grčkom graničkom prelazu u „špicu sezone“, gde se čeka nekad i do 5 h. To vreme sačinjava deo vremena angažovanja vozača, pa dolazi do gubitaka. Takođe se javljaju problemi oko trajekta. Uglavnom polazi na svaka dva sata, pa nekada vozilo stoji duže od sat vremena da bi se ukrcalo, a to isto čini deo angažovanja vremena vozača.

Kako se ne bi vršili razni oblici malverzacije sa tahografima, problem vožnje se može rešiti angažovanjem trećeg vozača, koji se može angažovati do granice sa Makedonijom ili da preuzme vozilo u luci. Nije profitabilno poslati tri vozača, jer bi se tada javili znatno veći troškovi kompletnog putovanja.

### Primer 3. Beograd – Ljoret de Mar

Ljoret de Mar predstavlja poznato turističko mesto u Španiji. Od Beograda do Ljoreta ima oko 1900 km, kao što je prikazano na slici 8. Vreme putovanja je preko 30 h sa pauzama. Nemoguće je organizovati ovo putovanje autobusom bez trećeg vozača, jer se prelazi 21 h angažovanja. Iako bi se angažovao treći vozač, ne bi se rešio problem jer bi putovanje bilo iscrpljujuće.



Slika 8. Prikaz rute Beograd – Ljoret de Mar

Problem dužine vožnje i poštovanja vremena vožnje vozača se rešava uvođenjem usputnih destinacija kao što su Nica u odlasku i Rim sa krstarenjem od 24 h u povratku.

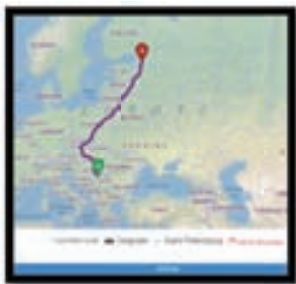
Te destinacije čine putovanje zanimljivijim i omogućavaju vozačima da prave neophodne odmore.

#### **Primer 4. Beograd – Sankt Petersburg**

Rusija sama po sebi predstavlja složeni vid putovanja. Jedna je od najudaljenijih destinacija koje se realizuju drumskim prevozom.

Sankt Petersburg je udaljen od Beograda 2415 km, kao što se i vidi na slici 9. Vreme putovanja prelazi 30 h, što znači da dva vozača ne mogu da realizuju vožnju.

Postoji mogućnost angažovanja trećeg vozača, ali bi bili mnogo veći troškovi, a putovanje bi bilo iscrpljujuće. Problem je rešen na sličan način kao u prethodnom primeru Španije, tako što su uvedene usputne destinacije kao što su Varšava u odlasku i Riga i Krakov u povratku.



Slika 9. Prikaz rute Beograd – Sankt Petersburg

Treba napomenuti još da se često javlja problem oko naplate putarina u Evropskim zemljama, kao što su gore navedene.

Putarine se naplaćuju iznajmljivanjem uređaja „Go-box“ i uplaćivanjem određenog iznosa kredita.

Problem se može rešiti izgradnjom dodatnih „kućica“ gde se mogu iznajmiti uređaji odmah nakon ulaska u zemlju ili bolje snabdeti usputne pumpe (izgradnjom dodatnog dela za putarine i sl.).

## **9. ZAKLJUČAK**

Život savremenog društva je nezamisliv bez saobraćaja jer je još od najstarijih vremena postojala potreba za prevozom ljudi i dobara. Potrebe za njim su iz dana u dan sve veće i sve je više privrednih i društvenih delatnosti koje zavise od njega.

Zahvaljujući razvoju tehnike i tehnologije pojavljaju se nova, savremena transportna sredstva, koji podstiču izgradnju savremenih saobraćajnica.

Razvoj turizma utiče na menjanje strukture saobraćajnog sistema, omogućuje porast tražnje za uslugama putničkog saobraćaja, a pritom omogućava ostvarivanje prihoda za državu. Razvijen saobraćajni sistem direktno utiče na razvoj turizma koji se pre svega ogleda kroz pružanje što kvalitetnije usluge i izgradnju novih smeštajnih kapaciteta.

Prilikom realizacije putovanja, potrebno je pre svega posebnu pažnju posvetiti bezbednosti u saobraćaju i poštovati sve pravne norme koje propisuje država. Pored bezbednosti, potrebno je uzeti u obzir komfor i cenu putovanja.

Organizacijom međunarodnih seminara i sajmova, gde bi pored prevoznika i vozača prisustvovali i članovi ministarstva saobraćaja, postojala bi mogućnost upoznavanja sa inovacijama pravnih normi, a takođe bi zajedničkim snagama mogli da rešavaju pojedine probleme.

## **10. LITERATURA**

[1]Bulina S., Saobraćaj i turizam, seminarski rad, Visoka turistička škola strukovnih studija, Beograd, 2012.

[2]Wikipedia, oblast Autobusi, dostupno na: <https://sr.wikipedia.org/wiki/Autobus>

[3]Sajt o propisima EU i AETR koji se odnose na tahografe, dostupno na: <http://www.stemarktahograf.com/dokumenti/propisi-eu-i-aetr-watermark.pdf>

### **Kratka biografija:**



**Dragan Bajić** rođen je u Kikindi 1992. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja - Upravljanje transportom odbranio je 2016. god.

**PRIMENA FOTOREALISTIČNE 3D VIZUELIZACIJE U SAVREMENOM  
ARHITEKTONSKOM PROJEKTOVANJU****IMPLEMENTATION OF PHOTOREALISTIC 3D VISUALIZATION IN CONTEMPORARY  
ARCHITECTURAL DESIGN**

Nebojša Zaklan, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast: ARHITEKTURA**

**Kratak sadržaj** – Rad prikazuje kratak razvoj tehnika vizuelizacije u arhitekturi, načina njihove primene i procesa primena na projektima, sa akcentom na primerima iz prakse i savremenim tehnikama. Poseban osvrt daje se na najsavremenije tehnike vizuelizacije i njihove implikacije na način prezentovanja arhitektonskog projekta.

**Abstract** – This paper shows a brief development of visualization techniques in architecture, ways of their implementation and the process of implementation on projects, with emphasis on examples from practice and contemporary techniques. A special reference is given to the most advanced visualization techniques, and their implications on the way of presenting architectural project.

**Cljučne reči:** 3D vizuelizacija, virtuelna stvarnost, savremene tehnike vizuelizacije, arhitektonsko projektovanje

**1. UVOD**

U ovom radu prikazane su mogućnosti i primene modernih alata za prezentaciju projekata u oblasti arhitekture. Obradeni su tehnički aspekti kompjuterski generisanih slika – computer generated images – CGI, virtuelna stvarnost – virtual reality – VR i AR – augmented reality. Osnovni cilj svake vizuelizacije je prikaz realnog „života“ projekta koji je još uvek neizgrađen. Ono što je nekad bilo samo u imaginaciji projektanta, postaje dostupno širem auditorijumu.

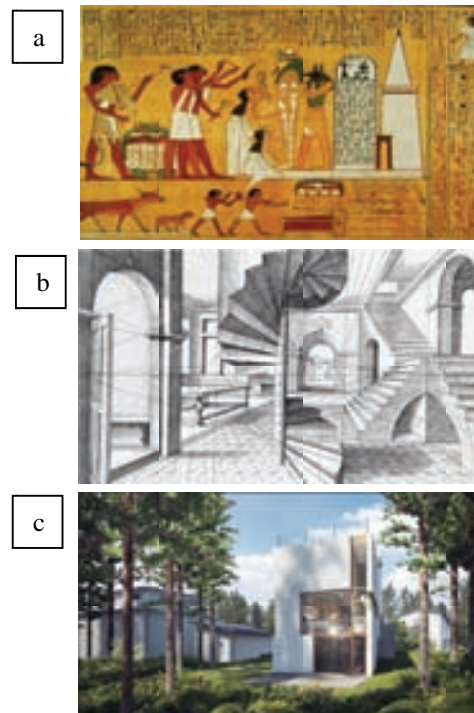
**1.1. Kratak istorijski pregled razvoja tehnika vizuelizacije u arhitekturi**

Oduvek je sem projektovanja zadatak arhitekture da svoj projekat prezentuje ljudima van struke, da ga prikaže tako da krajnji korisnik može lako da ga sagleda. Egipćani, rimljani i grci – prezentovali su svoje zamisli u 2D sistemu, različite volumene i boje. Arhitekta su bili i umetnici ali veoma ograničenih alata. Iako crteži kroz vekove postaju detaljniji, oni su i dalje u 2D formi i samim tim teški za shvatanje. Uvođenje perspektive događa se u 15. veku, u Italiji, pojavom prvog perspektivnog crteža. Spaja se matematika sa 2D prikazima kako bi se dobio 3D crtež. Filippo Brunelski uvodi 3D crteže u analizu arhitekture. Perspektivom se dobija prostor i dubina, i ovo se smatra pravim začetkom vizuelizacije kao i najvećim skokom,

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Bojan Tepavčević.**

odnosno napretkom jer vizuelizacije konačno dobijaju preko potrebnu realnu dimenziju. Sa ovim pomakom se ubrzava i sama izrada projekata jer se crteži izrađuju daleko brže od maketa i modela koji su tada rađeni u glini i kamenu. Narednih pet stotina godina se usavršavaju tehnike slikanja, crtanja vizuelizacija, s tim da je prikaz i dalje konceptualno veoma sličan prikazima iz 15. veka. Tek u 19. veku bauhaus pokret nam donosi vizuelizatore kao posebno zanimanje – oni nisu nužno arhitekta već i vešti grafičari. To je doba kada se arhitektura planira kroz prostor, igru svetla i senki, a ne toliko kroz ornamentiku, što zahteva nov pristup u vizuelizacijama i tada počinju da se razvijaju prvi vizuelizatori odvojeno od arhitekata. Poslednjih trideset godina razvoja kompjuterske tehnologije nam omogućava novu veliku promenu u pristupu vizuelizacijama – koriste se nove tehnologije, prikazi su fotorealni, baš kao i sama fotografija, a vreme izrade se još više skratilo. Projektantima je prezentacija veoma olakšana i ubrzana a vizuelizacija dostiže nivo nezavisnog polja delovanja u sferi umetnosti i arhitekture. Nove tehnologije su pomoćni alati u rukama većih stručnjaka. Oni nam pomažu da vizuelizacije budu brže izrađene i daju fotorealan prikaz neizgrađenih objekata ali su i dalje vođene arhitektama ili umetnicima. Uz rendere se, poslednjih godina, za vizuelizaciju arhitektonskih projekata osim slika koriste virtuelna i augmentovana stvarnost [2].



Slika 1. Prikaz razvoja tehnika vizuelizacije u arhitekturi

### 1.3. Problem i cilj istraživanja

Cilj rada jeste da se ilustruju sve mogućnosti i prednosti upotrebe novih tehnologija (od CGI-a do VR-a) u poljima arhitekture i arhitektonske vizuelizacije, a ponajviše upotrebe virtuelne stvarnosti kao medijuma za kreiranje prezentacija kako pojedinačnih objekata, tako i čitavih naselja.

Problematika je u radu obrađena u nekoliko celina koje prikazuju evoluciju fotorealistične 3D vizuelizacije do kreiranja iskustva za krajnjeg korisnika:

- Prikaz razvoja tehnika vizuelizacija u arhitekturi
- Savremene tehnike vizuelizacije u arhitekturi – tri slučaja primene
- Prikaz dizajn alata odnosno metoda koji se koriste u kreiranju fotorealistične 3D vizuelizacije arhitektonskih projekata: analiza osvetljenja, HDRI - High Dynamic Range Imaging i konceptualni dizajn.
- Primena arhitektonske vizuelizacije u projektovanju
- Virtuelna realnost: istorijski razvoj, prednosti upotrebe u arhitektonskoj vizuelizaciji i praktični primer upotrebe kroz case study prikaz projekta

## 2. METODOLOGIJA

Uprkos tome da se o svakoj od tehnologija pomenutih u ovom radu može dosta reći, i činjenici da svaka ima svojih prednosti i mana, tehnologija koja je izdvojena jeste virtuelna stvarnost.

Glavni razlog jeste to što virtuelna stvarnost (VR) predstavlja spoj više tehnologija koje su se do sada koristile, kao i činjenica da sa sobom donosi značajan broj novih prednosti koje ne mogu biti zanemarene.

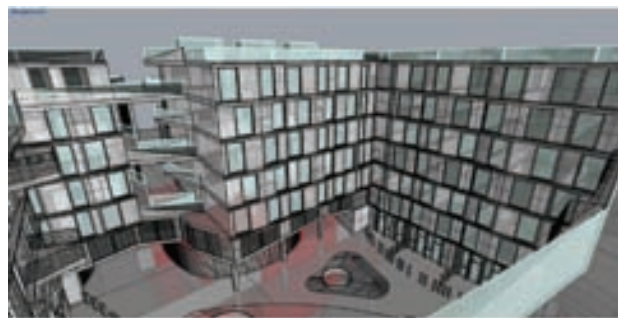
Pored istorijskog pregleda razvoja VR tehnologije biće dat i pregled prednosti istog, kako jedinstvenih tako i onih manje jedinstvenih, i na samom kraju biće predstavljen projekat Nshama townsquare koji je radio kreativni studio Case3D za klijenta iz Dubajja [1].

Savremene tehnike vizuelizacije se zasnivaju na kompjuterskoj tehnologiji tj. softverima kojima se obrađuje modelovanje, renderovanje i postprodukcija slike. U slučaju VR i AR-a gotove slike se dodatno kodiraju u aplikacije, ali je i dalje osnova kvalitetno izrađena, kompjuterski generisana slika.

Vizuelizacija se odvija kroz tri glavne faze: modeliranje pomoću softvera, završne obrade pomoću softvera Photoshop i dalje obrade. Modeliranjem se formira objekat na osnovu arhitektonskih planova i projekata. Kroz modeliranje se često, kao u slučaju rendera eksterijera modeluju i samo okruženje, proverava se kontakt objekta sa neposrednim okruženjem.

Ova faza je početna i ključna za same arhitekta projektante, u kojoj oni sagledaju svoje zamisli u 3D-u, tako da se u ovoj fazi ističe komunikacija između arhitekta projektanta i dizajnera arhitektonske vizuelizacije.

Faza obrade pomoću softvera Photoshop je presudna za dobijanje krajnje atmosfere i estetike vizuelizacije.



Slika 2: Wireframe eksterijera

Ključna je u komunikaciji sa klijentom u istoj meri u kojoj je presudna i početku modeling faza za komunikaciju sa projektantom. Počinje se od dodavanja realne pozadine, zatim neba koje dosta određuje atmosferu, maštaju se detalji oko svetla i boja na samoj slici, iako osvetljenje dolazi iz samog rendera, ono može da se istakne ili umanjiti u postprodukciji tj. Photoshop softveru.



Slika 3: Finalni render nakon faze post produkcije - isticanje prirodnog svetla, rad na atmosferi, dodavanje ljudi korekcija boja

Na kraju, faza dalje obrade, odnosno završna postprodukcija renderovane slike zavisi od toga o kom krajnjem proizvodu se radi, a moguće opcije su: CGI, virtuelna stvarnost i augmentovana stvarnost. [3].



Slika 4: Primer korišćenja medijuma augmentovane stvarnosti na 2D planu

Nshama townsquare projekat jedan je od prvih projekata na kojima je kompanija Case 3D imala prilike da pruži vizuelizaciju arhitektonskog projekta u smislu potpunog iskustva (experinece). Od početne faze, gde se zahtev klijenta odnosio na 3D renderovanje određenih segmenata master projekta u Dubajju, koji je u završnoj fazi

planiranja, dolazi se do razvoja virtuelne ture, koja će u vidu aplikacije biti dostupna širem auditorijumu, a klijentu će služiti u svrhe promocije (marketinga) i prodaje objekata u izgradnji.

## 2.1 Praktični primer upotrebe virtuelne stvarnosti u savremenoj arhitektonskoj vizuelizaciji – Nshama townsquare projekat

Sama činjenica da se prepoznaje značaj upotrebe novih tehnologija u prezentaciji arhitektonskog projekta na ovako velikim projektima i sve veće usvajanje istih u procesu planiranja i rada, doprinosi jasnijoj slici u kom pravcu se kreće primena arhitektonske vizuelizacije u arhitekturi i tržištu nekretnina.

Sam projekat Nshama townsquare prošao je kroz sve glavne faze pomenute u ovom radu, dok je tačka razlikovanja upravo u razvoju VR rešenja.

VR prezentaciju u arhitektonskoj vizualizaciji možemo generalno podeliti na dva ključna segmenta - statički vid VR prezentacije putem panoramskih rendera prostora u kom posmatrač ima fiksnu sliku i poziciju i može da se kreće samo oko svoje ose (što je slučaj u primeru projekta Nshama townsquare) i dinamički prikaz u kojem ima određeni vid slobode kretanja fizičkim šetanjem u prostoru.

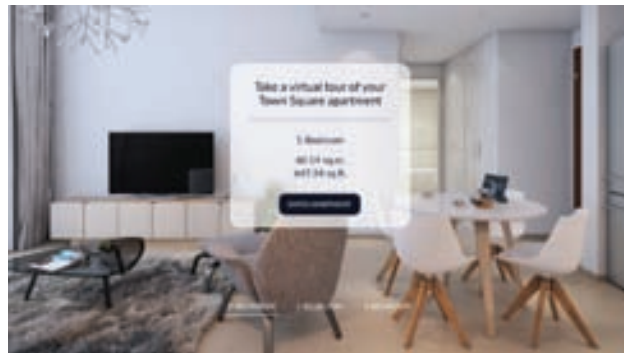
U statičkom VR proces izrade prezentacije počinje isto kao i izrada render slika. U odabranom 3D programu za arhitektonsku vizualizaciju, najčešće 3D Studio Max, postavka scene vrši se skoro isto kao za redovno 2D renderovanje. Jedina razlika je u samom renderovanju scene i postavci kamera. Kamere se postavljaju na mesto na kojem predviđamo da će posmatrač stajati, što treba dobro isplanirati kako bi prikaz bio što realniji, a posmatrač imao utisak da se nalazi unutar prostorije. Visina kamere se postavlja na prosečnu visinu korisnika odnosno visinu njegovih očiju. Postavljaju se dve takve kamere sa međusobnim zarmakom od 6,5 cm, koja predstavlja prosečan razmak između dva oka. Potom se radi po render od 360 stepeni iz svake kamere koja se kasnije sklapa u stereoskopsku panoramu za oba oka.



Slika 5. Stereoskopska panorama slika nekoliko prostora u okviru enetrijskog prikaza jednog od apartmana projekta Nshama townsquare – dnevna soba i izlaz na balkon

Proces povezivanja slika ili takozvani stitching, zahteva uklapanje slika i izjednačavanje ivica kako bi se zavaralo oko da su to dva odvojena pomerena rendera. Ovakav način rada omogućava da se dobije utisak dubine prostora jer prenosi sliku svakom oku onako kako bi bilo i u realnom svetu.

Nakon renderovanja i sređivanja slika ulazi se u proces pravljenja aplikacije. U zavisnosti od izbora platforme na kojoj će biti prikazivana prezentacija zavisi i način programiranja. Aplikacija može biti mobilna ili u online formi koja se otvara preko izabranog internet pretraživača. Jezik u kojem se kodira takođe može da varira u zavisnosti od platforme i izbora prezentacije.



Slika 6: Početni ekran VR aplikacije za projekat Nshama townsquare

Ovakav vid prezentacije u virtuelnoj stvarnosti daje nam mogućnost da bolje uđemo u projekat i osetimo prostor koji još nije izgrađen ili nam nije fizički dostupan. Kretanje je limitirano na jednu tačku sa slobodom kretanja oko svoje ose. Način kretanja i biranja sledeće prostorije vrši se fokusiranjem centralne tačke, koja se uvek nalazi na ekranu, i držanjem određeno vreme na markeru koji je postavljen na panoramama. Ovakav vid kretanja je najpraktičniji s obzirom da ne postoje kontrole u rukama posmatrača. U slučaju da se koristi neki uređaj poput Samsung Gear-a koji ima opcije i kontrole na naočarima, proces kretanja se može vršiti i pritiskom na neko od tih kontrola.

Iako je ovo statički vid prezentacije i kretanje je limitirano na jednu tačku, daje veliki doprinos u poimanju prostora što nije bilo moguće sa 2D slikama.

## 3. ZAKLJUČAK

Pored tehničkih i tehnoloških aspekata primene arhitektonske vizuelizacije treba uzeti u obzir njene posledice i implikacije. S obzirom da je praksa korišćenja arhitektonske vizuelizacije kao alata u prezentovanju i projektovanju arhitektonskih objekata relativno mlada, teško je reći koje su dugoročne implikacije, ali je moguće reći koje su dosadašnje.

Iako su mišljenja o arhitektonskoj vizuelizaciji pretežno pozitivna, postoje oni koji o njoj ne misle posve pozitivno. Problem koji se može indentifikovati kao predominantan jeste verodostojnost prikaza objekata u arhitektonskoj vizuelizaciji. Naime, poslednjih godina su se na tržištu pojavljivale vizuelizacije koje su se manje fokusirale na realističnost, a više na ostvarivanje određenog utiska u promotivne svrhe. To su vizuelizacije koje su se koristile manipulacijom svetlosti kako bi određeni objekat delovao što privlačnije, kao i izostavljanjem određenih elemenata iz prikaza koji se mogu posmatrati kao estetski manje privlačnim. Međutim, većina studija izbegava tu praksu i stavlja realističnost na prvo mesto. Posledica loše prakse bi bila da se

arhitektonska vizuelizacija posmatra kao loša praksa, i bio bi izgubljen veoma vredan alat za prikazivanje arhitektonskih projekata. Ne samo to, već bi i primena iste u samom projektovanju postala manje prisutna zbog njene neupotrebljivosti u daljim stadijumima projekata. Što bi predstavilo nezamenljiv gubitak za studije i arhitekta širom sveta.

Kada je u pitanju virtuelna stvarnost, pogotovo je rano reći koje su moguće implikacije, s obzirom na činjenicu da je tehnologija tek u najranijim stadijumima primene. Ipak, ako se sagledaju sve prednosti predstavljene u ovom radu, postoji znatna mogućnost da će ova tehnologija izazvati svojevrstnu revoluciju u načinu na koji pristupamo projektima u budućnosti. Svakako je neophodno izbeći korišćenje prikaza koji nisu posve realni, kao i u drugim sferama 3D vizuelizacije.

Najviše zbog činjenice da su u prezentacijama rađenim u virtuelnoj stvarnosti sve netačnosti drastično primetnije nego u nekim prethodnim metodama. Iskustvo je znatno ličnije i bliže, pa je samim tim korisnicima mnogo lakše da primete detalje nego u drugim prezentacijama.

Sveopšti zaključak o primeni realistične 3D vizuelizacije u savremenom arhitektonskom projektovanju bi bio da je ona donela mnogo više dobrog nego lošeg projektima širom sveta.

Prikazi su postali razumljiviji, humanizovaniji, i realističniji nego što je to bilo moguće pre razvoja računarske tehnologije. Iz ličnih iskustava autora ovog rada značajan broj projekata, čija je priroda bila apstraktna i nerazumljiva, realizovan je upravo zbog upotrebe arhitektonske vizualizacije prilikom prezentovanja i projektovanja.

Kako bi se sagledao dugoročni uticaj ove tehnologije na arhitekturu potrebno je da prođe još vremena, ali su dosadašnji utisci ohrabrujući i obećavajući.

#### 4. LITERATURA

- [1] EASY RENDER, [www.easyrender.com/blog/a-brief-history-of-architectural-visualization](http://www.easyrender.com/blog/a-brief-history-of-architectural-visualization)
- [2] NORM AND THE GANG, [www.normandthegang.com/2012/07/05/the-evolution-of-architectural-visualization/](http://www.normandthegang.com/2012/07/05/the-evolution-of-architectural-visualization/)
- [3] WIKIPEDIA – Virtual reality, [www.en.wikipedia.org/wiki/Virtual\\_reality](http://www.en.wikipedia.org/wiki/Virtual_reality)
- [4] VRS – Virtual Reality Society, [www.vrs.org.uk/virtual-reality/history.html](http://www.vrs.org.uk/virtual-reality/history.html)
- [5] CASE 3D, [www.case-3d.com](http://www.case-3d.com)
- [6] WIKIPEDIA – Virtual augmented, [www.en.wikipedia.org/wiki/Augmented\\_reality](http://www.en.wikipedia.org/wiki/Augmented_reality)
- [7] AUGMENTED, [www.augment.com/blog/infographic-lengthy-history-augmentedreality/](http://www.augment.com/blog/infographic-lengthy-history-augmentedreality/)
- [8] TOMS HARDWARE - The Timeline Of Augmented Reality, [www.tomshardware.com/reviews/ar-vr-technology-discussion,3811-3.html](http://www.tomshardware.com/reviews/ar-vr-technology-discussion,3811-3.html)
- [9] MIR, [www.mir.no/work](http://www.mir.no/work)
- [10] BRICK, [www.brickvisual.com/projects/](http://www.brickvisual.com/projects/)
- [11] CG SOCIETY, [www.m3dve.cgsociety.org/art/3ds-max-photoshop-monday-luncharchitecture-3d-1339707](http://www.m3dve.cgsociety.org/art/3ds-max-photoshop-monday-luncharchitecture-3d-1339707)
- [12] BEATY & THE BIT, [www.beautyandthebit.com/](http://www.beautyandthebit.com/)

#### Kratka biografija:



**Nebojša Zaklan** rođen je u Novom Sadu 1977. god. Osnovne akademske studije arhitekture na Fakultetu tehničkih nauka završio je 2008. god. Oblast interesovanja mu je arhitektonska vizuelizacija, CGI, virtuelna realnost i marketing u arhitekturi.

**ARHITEKTONSKA STUDIJA TRŽNOG CENTRA U KRAGUJEVCU  
ARCHITECTURAL STUDY OF SHOPPING MALL IN KRAGUJEVAC**

Tijana Lukić, Milena Krklješ, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast: ARHITEKTURA**

**Kratak sadržaj** – U okviru studije tržnog centra osmišljen je objekat tržnog centra u Kragujevcu. Objekat se nalazi u gradskom naselju „Aerodrom“ u Ul. Atinska, k.p. 6551/4 K.O. Kragujevac 4, Kragujevac površine 1538m<sup>2</sup>. Spratnosti je Po+P+1. U podrumu se nalaze tehničke prostorije i parking kapaciteta 30 mesta. U prizemlju trinaest lokala i kotlarnica, a na spratu predškolska ustanova. Na krovu se nalazi dečije igralište. U okviru projekta oblikovani su i prateći sadržaji, kao i tehnički prostori. Oblikovanje spoljašnjeg prostora i organizacije enterijera predstavlja integralni deo čitavog projekta.

**Ključne reči:** Arhitektura, Tržni centar, Predškolska ustanova

**Abstract** – The architectural design of shopping center building comprises shopping center in Kragujevac. The building is located in the main town of the "Airport" in Ul. Athens, KP 6551/4 KO 4 Kragujevac, Kragujevac area of 1538m<sup>2</sup>. The number of floors Po + P + 1. In the basement there are technical rooms and parking with 30 seats; on the ground floor thirteen stores and boiler room, on the floor the preschool institution. On the roof there is a playground. In the framework of the project are designed and supporting facilities as well as technical areas. Design of outer space and the interior is an integral part of the whole project.

**Keywords:** Architecture, Shopping Centre, Preschool institution

**1. UVOD**

Pojava tržnih centara povoljno je uticala na razvoj gradova, jer pozitivno podstiču konkurenciju na inovativnost i raznolikost. Razvijanjem strategija pojavljuju se novi sadržaji, pa se tako ubacivanjem restorana i bioskopa, atraktivnih okruženja, fontana, mesta za sedenje i odmor usmerenih na ciljane grupe obraćaju pažnju na ukus svakog kupca i širok izbor robe. Grandioznost objekta kao i veliki broj parking mesta, pristupnost i povezanost sa drugim delovima grada su glavni kriterijumi dobre funkcije i poslovnosti.

Manje jedinice trgovine predstavljaju bazu za istraživanje ponašanja i odnosa kupaca. Ambijent, simboli, osvetljenje, muzika kao i prevelika frekvencija ljudi, gužve i ophođenje osoblja su bitni faktori u ispoljavanju ponašanja kupca.

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Milena Krklješ, docent.**

Strah od oskudevanja je duboko usađen u naše emocije. Taj nagon za kupovinom je sadržan u našem instiktu za opstankom. Duboko u nama još uvek živi onaj lovac i sakupljač koji kada mu je nešto postalo dostupno, impulsivno poseže za tim, jer je pitanja kada će mu taj predmet ili lovina ponovo biti dostupni. Tako i danas u modernom lovu na predmete, ako ugledamo stvar za koju sumnjamo da će u kratkom vremenu nestati sa policama, automatski želimo da je posedujemo. Iako danas možemo sebi da priuštimo sve osnovno što nam je potrebno za život i opstanak čoveka modernog društva nikako nije ugrožen u ovako organizovanom sistemu, ipak sniženja od 70% nas dovode do usijanja. Ako ne kupimo taj predmet odmah, on je zauvek izgubljen. Postoji još jedan razlog zašto ljudi hirovito kupuju – jednostavno, to im pruža dobar osećaj. Kupovina zaista predstavlja svojevrsnu terapiju, jer nam pruža osećaj obavljanja neke vrste upravljanja u našim životima. Izbor koji sami sebi dajemo odlukom da li nešto želimo da posedujemo ili ne, pomaže ljudima u osećaju kontrole.

Kada su glamurozne, lepo osvetljene i vešto ukrašene robne kuće prvi put otvorene u Njujorku, Čikagu i San Francisku, one su veličane kao kulturuna dostignuća. One su privukle žene iz srednje klase da borave i dive se ovim prijatnim enterijerima. Kupci su ohrabrivani da posećuju prodavnice iz ličnog zadovoljstva i druženja i da bi sebi obezbedili niz novih i modernih odevnih predmeta.

Cilj nije bio samo u prostoju kupovini, već u ubeđivanju kupca da sam vrši izbor u tome šta želi da kupi, da mu je data laskakva mogućnost upoređivanja i odabira. U umirujućem okruženju uz čaj i kolačiće, žene su po prvi put bile upitane šta žele. Time žene postaju sopstvene muze i predmeti divljenja. Marketing je pronašao čist put do ženskog samopouzdanja.

**2. FUNKCIONALNI KONCEPT I PROSTOR TRŽNOG CENTRA**

Jedan od ključnih faktora koliko će neki proizvod biti prodavan je njegovo lociranje u prodavnici. Preporučljivo je povećanje vidnog polja mušterije time što će se proizvod pažljivo locirati na policama pod različitim uglovima, umesto standardnog postavljanja pod 90 stepeni. Na taj način se više proizvoda može naći na policama, jer se ne koristi samo jedan niz ređanja, već proizvodi kao da istupaju sa osnovne linije police. Logika je tad da potrošač što više vidi, više će i kupiti. Mada, za određenu vrstu robe, nekada je potrebno izložiti manje kako bi efekat prezentovanog bio jači i efikasniji.

Svaki kupac ima deo prostora u prodavnici, a gužva i neprijatna atmosfera čine da se kupac oseća neprijatno. Ako kupac nije mogao da pristupi nekom delu, u njemu se



budi odbojnost, gubi interes i napušta taj prodajni deo. Kupci koji su iziritirani bilo kojim faktorom ne oklevaju, oni uglavnom odlaze i pre nego što kupe ono što su namerili. Ovaj problem se rešava zoniranjem i ciljanom postavkom proizvoda koji su na sniženju ili specijalno atraktivni na lokacije pristupačne svima i koje će zadovoljiti veliku frekvenciju ljudi.

Dizajn maloprodajnih objekata nije novina, ali naučni pristup tome skorije se razvio. Dokazano je da atmosfera u enterijeru ima efekta na potrošača i njegovo ponašanje.

Težnja i trend za različitost u privredi i na tržištu dovelo je do profesionalizacije maloprodajne discipline. Istraživanja pokazuju da prodajno okruženje može biti bitan faktor na uticaj kupca, njegovo viđenje i ponašanje. Osvetljenje je bitan faktor u stvaranju reakcije, svesne ili nesvesne i raspoloženja kupca.

Ono na šta se posebno obraća pažnja je različitost. Mnogo objekata prodaje istu robu, ali je pitanje načina njegove prezentacije i pristupačnosti kupcu. Kreiranje jedinstvenog ambijenta je ključno u tome kakvu će odluku kupac doneti.

Još jedan faktor je dokaz napredovanja prodajne politike, a to je stavljanje potrošača u centar pažnje. Na njega se više ne posmatra kao na još jednog konzumenta, već kao na ličnost sa osećanjima i težnjama.

Atmosfera u objektima maloprodaje bi se definisala kao nastojanje da se dizajnira ambijent kako bi se podstakli pozitivni emotivni efekti na kupca i povećali osećaj kupovne moći.

U pitanju je višedimenzionalno iskustvo bazirano na ljudskim čulima.

Faktori koji se izdvajaju u uticaju na korisnike prostora su:

- Zvuk ( muzika u prostoru),
- Osećanja (same okoline, npr. gužva ili uzbuđenje),
- Miris (sveukupni),
- Vizura ( boje i forme u prostoru).

Boje su izuzetno moćno marketinško sredstvo koje utiče na izbor kupca.

Ljudi povezuju boje sa značenjima. Gotovo svaki proizvod koji je u prodaji ima pakovanje u boji, a čovek nesvesno povezuje boje koje vidi sa emocijama.

Logotip, njegova forma i boja su vrlo bitni u prepoznavanju brenda. Isto tako kada ugledamo prodavnicu nama poznatog brenda, očekujemo zanimljiv izlog i enterijer, detalje koji će nas iznenaditi i uvesti da uđemo u taj prostor. Često ćemo prepoznavanjem poznatih robnih marki zaobići nepoznate, etiketirati ih kao nezanimljive.

Poznato je da ljudi vole da kupuju u društvu prijatelja ili porodice, tako da im je potrebna zona za odmor i razgovor. Sedenje bi posebno trebalo organizovati u zoni svlačionica i to specijalno za muškarce, jer je poznato da se žene duže zadržavaju u kabinama i prodavnicama uopšte. Ako kupci imaju gde da sednu i predahnu, prokomentarišu ponudu, vreme da razmisle, vrlo je verovatno da će se ponovo vratiti u neku prodavnicu, pa će i zadržavanje u tržišnom centru duže potrajati. To je i u cilju svakog šoping centra, što duže zadržati kupca u začaranom krugu trošenja.

Mnogi prodavci nastoje da maksimalno smanje prostor koji ne služi za prodaju robe, pa se tako često zanemaruje prostor svlačionica koji se smatra neprodajnim. Naprotiv, prostor kabina za isprobavanje su veliki deo prodajnog marketinga. U samim kabinama se najčešće donosi odluka da li kupiti neki proizvod ili ne. Njima je potrebno dobro i toplo osvetljenje, koje će pružiti laskav izgled lica i tela, kuke za odlaganje ličnih i novih stvari, taburei ili klupe za sedenje i ogledala sa što više uglova sagledavanja. Naravno, nezaobilazno je i veliko centralno ogledalo. Što više pomoćnih sadržaja kabina poseduje, kupac će se duže u njoj zadržati i biće mu prijatnije da isprobava robu. Kupac u ogledalu treba da dobije sliku boljeg i lepšeg sebe u prijatnom ambijentu. Takođe, kabine moraju biti jasno i upadljivo označene u svakom delu prodavnice kako bi ih kupac što lakše locirao.

### **3. ANALIZA PREDŠKOLSKE USTANOVE U SKLOPU OBJEKTA TRŽNOG CENTRA**

Boravak u predškolskoj ustanovi omogućava deci da steknu prva vanporodična socijalna iskustva i da provode vreme sa svojim vršnjacima.

Ove ustanove pružaju deci društveni, kreativni i kulturni razvoj. Deca su razvrstana po grupama prema starosnoj dobi. Tako da postoji mlada i starija jaslena grupa, srednja i starija vaspitna grupa i predškolska grupa.

Predškolsko vaspitanje i obrazovanje je delatnost koja obuhvata vaspitanje i obrazovanje za dobrobit njihovog fizičkog i mentalnog razvoja i zdravlja, negu i zaštitu decu. Objekti za brigu o deci moraju da zadovolje standarde u smislu stabilnosti, funkcionalnosti, bezbednosti, higijene i komfora.

### **4. OPIS OBJEKTA**

#### **4.1. Lokacija objekta**

Objekat se nalazi u gradskom naselju „Aerodrom“ u Ul. Atinska, k.p. 6551/4 K.O. Kragujevac 4, Kragujevac površine 1538m<sup>2</sup>, teren na lokaciji je ravan sa blagim nagibom, razlika u visini iznosi 60 cm.

Objekti u neposrednom okruženju su slobodnostojeći i objekti u prekinutom nizu velike spratnosti. Parcela je okružena ulicama Atinskom i Svetogorskom, kao i parkingom koji ima svoj pristupni put kojim se preko Svetogorske ulice pristupa podrumu kapaciteta 30 parking mesta.

Građevinska linija je uvučena unutar parcele 2 m od regulacione linije, visina atike iznosi 10,00 m u odnosu na nultu kotu objekta. Ulazi u objekat su predviđeni sa sve četiri strane. Kolski pristup je posredno preko predviđene površine za parking, a iz Svetogorske ulice.

U okviru građevinske parcele nisu predviđene zelene površine niti ostale slobodne površine, osim trotora za pešake širine 2 m celim obimom parcele.



Fotografije 1 i 2: Prikaz lokacije objekta

#### 4.2. Prostorna koncepcija objekta

Prostorna koncepcija objekta je proizašla iz lokacije, izvoda iz Plana Generalne Regulacije i Informacije o lokaciji.

Objekat je projektovan kao zgrada za trgovinu na veliko i predškolska ustanova.

Spratnost objekta je Po+P+1 i približnih je dimenzija 56,0m x 26,8m.

Bruto površina nadzemnih etaža 2399,32 m<sup>2</sup>.

Ukupna bruto površina podzemnih i nadzemnih etaža iznosi 3312,45 m<sup>2</sup>.

Podrum je formiran ispod dela objekta, a sadrži tehničke prostorije za sve potrebne instalacije i parking za 30 parking mesta. Tehničke prostorije su protivpožarno izdvojene iz garažnog prostora u skladu sa protivpožarnim propisima.

U prizemlju se nalazi trinaest samostalnih jedinica – lokala. Svaki od lokala ima neposredan pristup parteru. Takođe, u sklopu prizemlja je formiran pristup autoliftovima, liftu za teško pokretne osobe i kotlarnici.

Na spratu se nalazi predškolska ustanova – vrtić.

Pri ulasku u vrtić, nalazi se velika prijemna soba iz koje je omogućeno kretanje u više pravaca. Odvojene su zone po starosnoj dobi dece. Sa leve strane od ulaza smeštene su jaslene grupe, a sa desne strane su mlađe, starije i predškolske. Veću zonu predstavljaju prostorije za mlađu do predškolske grupe. Između soba za boravak dece nalazi se lako dostupan hodnik sa ormarićima.

Krov je ravan – sastoji se iz dva dela, prohodnog dela na kome je formirano dečije igralište.

Na prohodan krov se pristupa preko dva spoljašnja stepeništa.



Fotografija 3: Prikaz spoljašnjosti objekta



Fotografija 4: Prikaz spoljašnjosti objekta

### 3. KONSTRUKCIJA OBJEKTA

Konstrukcija objekta je skeletna od AB nosećih elemenata, predviđena je kombinacija AB stubova, greda, nadvratnika, natprozornika, serklaža, AB betonskih zidova, AB temeljne masivne ploče sa integrisanim kontragedama.

Krov je ravan, konstrukcija krova je AB.

Dimenzije AB elemenata zavise od projekta konstrukcije i statičkog proračuna. Fundiranje se vrši preko AB temeljne ploče i AB temeljnih traka u delu objekta bez podruma prema uputstvima i nalazima iz geotehničkog elaborata.



Fotografija 5: Prikaz igrališta na krovu



Fotografija 6: *Prikaz predškolske ustanove*

#### 4. ZAKLJUČAK

Tržni centra “Sava Building” predstavlja sklop različitih funkcionalnih jedinica u koherentnu celinu. Modernim izgledom i smirenom fasadom, utapa se u okolinu i ne narušava postojeći gradski pejzaž.

Svojim sadržajima tržni centar oplemenjuje i oživljava naselje, pružajući mu usluge i delatnosti koje su nedostajale ovom delu grada. Dobra lokacija i pristupnost objektu omogućava lako snalaženje korisnika. Sadržaji unutar samog tržnog centra ne podrazumevaju samo potrošački deo, već i mesto za odmor, uživanje i pozivaju korisnike prostora da u njemu provedu kvalitetno vreme sa porodicom i prijateljima.

#### 5. LITERATURA

- [1] <http://www.bbc.com/capital/story/20150318-tame-your-inner-impulse-buyer>
- [2] <http://shura.shu.ac.uk/496/1/fulltext.pdf>
- [3] [http://www.informedesign.org/news/may\\_v02-p.pdf](http://www.informedesign.org/news/may_v02-p.pdf)

#### Kratka biografija:



**Tijana Lukić** rođena je 1984. godine u Kragujevcu. Pohađala je Kragujevačku gimnaziju. Fakultet tehničkih nauka upisala je 2003. godine. Master rad iz oblasti Arhitektonsko projektovanje brani u septembru 2016. godine.



**Dr Milena Krklješ** rođena je u Novom Sadu 1979. godine. Diplomirala 2002, magistrirala 2007. godine na Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu. Doktorirala je 2011. godine, od kada je izabrana u zvanje docenta na Departman za arhitekturu i urbanizam.

**ARHITEKTONSKA STUDIJA KUĆE ZA PRIRODNI POROĐAJ****ARCHITECTURAL STUDY OF NATURAL BIRTH HOUSE**Jelena Ćustić, Karl Mičkei, Radivoje Dinulović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ARHITEKTURA**

**Kratak sadržaj** – Rad se bavi istraživanjem i analizom potreba porodilja koje žele neasistirani porođaj, uz prisustvo babice, van standardnih bolničkih ustanova, kao i implementacijom objekta u postojeće okruženje, u širem centru grada. Svedoci smo vremena u kom žene sve glasnije ukazuju na svoju potrebu za mogućnošću izbora, naročito kad se govori o jednom intimnom činu kao što je porođaj. Kuća za prirodni porođaj je produžetak sopstvenog doma, i u njoj porodilja ima komfor i slobodu da se ponaša onako kako joj potrebe i emocije nalažu u datom trenutku.

**Abstract** – This master thesis is based on the research and analysis of needs of women in labour, who tend to give birth naturally, non-assisted. Also, there is the theme of implementing the House into the existing surroundings. We're witnessing the time when women loudly speaks out about their needs of having free options, especially talking about labour. Natural Birth House is somehow the extension of home, so it helps to a women in labor to completely feel her inner needs and act freely as she feels.

**Ključne reči:** Arhitektura, prirodni porođaj, holistički pristup, nemedicirani porođaj, alternativa

**1. UVOD**

Osporavanje prirodnog pristupa porođaju traje još od pojavljivanja prvih bolnica, koje su, u početku, imale za svrhu isključivo medicinsku pomoć onima kojima je to neophodno. Uvođenje porođaja u bolničke ustanove započeto je masovno nakon II Svetskog rata, a do danas je ova praksa poprimila oblik koji, po pravilu, od trudnica i porodilja stvara pacijente, iako, često, one to nisu.

Uobičajeni pristup klasične medicine jednom prirodnom procesu jeste takav, da se žena postavlja u poziciju u kojoj nema pravo da izrazi bilo koju svoju potrebu, niti želju, čime se onemogućava normalan tok porođaja, jer tad adrenalin (hormon stresa) diktira dalji tok čitavog procesa, blokirajući ga i stvarajući podlogu za dalji medicinski tretman, pri čemu se, zato, porođaj neretko završava operativnim zahvatom (carskim rezom) [2].

Visoka stopa carskog reza dostigla je zabrinjavajuć nivo, a rezultati mnogih istraživanja na ovu temu, dokazala su da bi ovaj način donošenja beba na svet trebalo da bude izuzetak, a ne pravilo, s obzirom na to da prirodni porođaj omogućava bolju početnu poziciju i majke i bebe, i uopšte jedne porodice koja se rađa zajedno sa bebom.

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Radivoje Dinulović, a komentor Karl Mičkei.**

**2. DEFINISANJE CILJEVA ZADATKA**

Dok su u svetu uveliko u upotrebi različiti oblici alternativnih pristupa porođanju, počev od slobode izbora u samom porodilištu, preko Centara za porođaj pri bolnicama, do nezavisnih kuća za porođaje koje vode babice, u Srbiji i regionu je ovo pitanje još uvek netaknuto, i javljaju se tek u naznakama neke ideje da bi promena mogla da se desi u budućnosti. Brz protok i dostupnost informacija u ovo tehnološko doba, omogućava ženama brzu i laku razmenu iskustava, a ono što je jednoglasno izneto kao zaključak, jeste da su reforme neophodne. Anketa koja je sprovedena tokom istraživačkog procesa za ovaj rad, imala je za cilj dovođenje stvarnih potreba žena i majki u prvi plan, kako bi se, na osnovu njih, mogao formirati program nezavisne kuće za porođaje. Obuhvaćene su različite strukture, mahom žena koje su rađale bar jednom, i to u bolničkim uslovima, u Srbiji, iako je znatan broj onih koje imaju i višestruko iskustvo, a najmanje je onih koje već imaju iskustvo porođanja u sopstvenom domu. Imajući u vidu relevantnost ankete, u kojoj su ispitanice radije birale komfor i intimu, nasuprot sterilnih bolničkih uslova, u kojima se povinuju pravilima koja im ne odgovaraju, osmišljen je idejni projekat Kuće za porođaje u Beogradu, koji bi odgovorio zahtevima zdravih porodilja, koje bi imale želju da svoje dete donesu na svet i intimnoj, toploj, kućnoj atmosferi, uz prisustvo svoje porodice i babice. Akcenat je na činjenici da se govori o nemediciranom porođaju, koji ne zahteva nikakve medicinske procedure, sredstva, opremu, niti lekare, i o porodiljama koje imaju visoku svest o svojim sposobnostima i potrebama. Potrebe babice su bitan faktor, koji je uzet u obzir pri oblikovanju prostora, imajući u vidu to da one u Kući provode najviše vremena, za razliku od porodilja, koje borave u prostoru onoliko koliko traje porođaj, a u narednih nekoliko sati su slobodne da idu.

**2.1. Studija slučaja**

Različite potrebe porodilja u svetu naišle su na razumevanje zajednice, te je na to odgovoreno formiranjem različitih modela prostora koji zadovoljavaju potrebe klijentkinja i zaposlenih. Klasična porodilišta su i dalje najposećenija, ali Centri za porođaje koji su pri bolničkim kompleksima jednako su u upotrebi, gde su u prvi plan stavljene potrebe porodilja, ali su one u objektu medicinske ustanove, čime je moguća brza reakcija u slučaju eventualnih komplikacija, jer su sale za operacije i druge medicinske procedure uglavnom na nekoj etaži nedaleko od privatnih apartmana Centra. Centri i Kuće za porođaje, nezavisne, slobodnostojeće, sve su zastupljenije u razvijenijim državama. Ovi objekti su pozicionirani u oazama zelenila, uglavnom u mirnom kraju grada, uz tesnu saradnju sa kliničkim centrima, i svaka komplikacija koja može da se dogodi, adekvatno je ispraćena. Kuće za

porodaje vode babice, nema lekara, niti je prisutna bilo kakva medicinska oprema, sem eventualno ultra-zvučnog aparata. Ni po čemu ovi objekti ne podsećaju na bolnice, vodi se strogo računa o tome da enterijer odiše toplinom doma, kako bi porodilja imala osećaj potpune slobode i sigurnosti, da bi proces porođanja potekao neometano, uz reku oksitocina. Izbegava se svaki detalj koji bi mogao da asocira na sterilnost klinika, počevši od bele boje. Poštuje se izbor žene da se porođa gde god ona poželi u okviru apartmana, a data je i mogućnost korišćenja posebne kade za porođaje. Prostor oblikovanjem podstiče porodilju da bude opuštana, svaki detalj brižljivo je osmišljen, tako da žena oseća podršku u svemu što je okružuje. O ovome detaljno govori i Leboyer, govoreći da prostor u koji beba dolazi, mora ličiti na prostor iz kog izlazi [4]. Primer takvog prostora, koji podstiče prirodni porođaj, prikazan je na Slici 1.

Porodilja u Kući dobija gotovo majčinski tretman, uz stručne savete iskusnih babica, koje ih ohrabruju u svakom trenutku da veruju sebi i svom telu koje je sazđano za taj čin.



Slika 1. Apartman nezavisnog centra za porođaje »Breath of Life«, Florida, SAD

## 4. ODNOS SADRŽAJA I FUNKCIJE

### 2.1. Postojeći objekti

Do današnjeg dana u Americi je osnovano 313 privatnih, nezavisnih kuća za porođaje, u kojima se žene porođaju u nekliničkim uslovima, uz prisustvo babice i, ponekad, doule. Širom Evrope postoji veliki broj Kuća i Centara za porođaj, koji funkcionišu nezavisno od bilo koje kliničke ustanove. Srbija još uvek nije među ovim zemljama, a slično stanje vlada i u regionu.

Ove Kuće koncipirane su tako da porodilje imaju potpun osećaj slobode u svojim apartmanima, bez ograničenja koja su uobičajena u bolnicama. Obično uz apartman postoji i priručna kuhinja, ili je omogućena dostava hrane. U sklopu svakog apartmana je velika jacuzzi kada za porođaj, a kupatila su dizajnirana tako da je tuš lako dostupan u svakom trenutku, najčešće u formi tuš kabine.

Kompletan enterijer sobe više podseća na hotelsku sobu, nego na mesto za porođaj. Topli tonovi preovlađuju, ali važno je da u okruženju postoje akcenti u detaljima, poput jarkih boja, kao i neke sugestivne afirmativne poruke, u vidu kratkog teksta ili slika. Od izuzetnog je značaja uvođenje prirode u objekat, koliko je moguće pravih biljaka, a gde ne postoji mogućnost, prostor se oplemenjuje zelenilom kroz slike, fotografije, foto-tapete, štampano staklo i sl.

Neke od Kuća su luksuzno opremljene, dok su druge prilagođene samo suštinskim potrebama, dajući na kvalitetu na drugi način – sadržajima za decu, odrasle, ostatak porodice koji je u pratnji porodilje. Primer integracije funkcija vidi se na prikazu osnove Kuće u Milanu. (Slika 2)

Neke od ovih Kuća isključivo su privatne, u njih dolaze isključivo porodilje, dok nasuprot tome, postoje i kuće za porođaj sa proširenjem u sadržajima, pa se tu pojavljuju sale za predavanja i radionice, dečiji vrtići/boravak/igraonice, kutak za susrete majki, koji je značajno mesto za razmenu iskustava i druženja, čime ove Kuće postaju polujavni objekti.



Slika 2. La Via Lattea, Milano. Osnova. Mnogo sadržaja i jedna soba za porođaj.

### 2.2. Stanje u Srbiji i regionu

Istraživanje, intervjui i anketa koji su obavljani tokom rada na ovom projektu, doneli su neka nova saznanja o situaciji u našoj zemlji i okruženju. Činjenica da ne postoji Kuća za porođaj ne čudi, s obzirom na to da je uopšte tema porođaja još uvek na nivou tabua. Međutim, žene koje nose iskustvo porođanja kod kuće stoje čvrsto, kao jedna, u stavu da je ovakav objekat potreban. Pristup koji se praktikuje u bolnicama Srbije još uvek je na neprihvatljivoj nivou za žene, kako anketa pokazuje. Žene su nezadovoljne tretmanom i navodi se želja da jedan intimni čin rađanja deteta podele samo sa svojom porodicom/partnerom, u ambijentu koji je prijatan i miran, bez previše svetla, buke, nepoznatih ljudi, rutinskih pregleda i procedura.



Slika 3. Anketa. Odgovor na pitanje gde bi se najradije porodile kada bi imale mogućnost slobodnog izbora.

Prvi vid čitanja potreba porodilja pokazalo je porodilište u Pančevu, čije se osoblje zalaže za prirodni pristup porođaju, dozvoljavajući ženama da prate sopstvene potrebe i ponašaju se u skladu sa njima.

Opremili su jednu prostoriju strunjačama, stolicom za porođaj, kadom, dozvoljeno je prisustvo partnera, žena može doneti svoju muziku i koristiti švajcarsku (pilates) loptu za obezbojavanje kontrakcija. Ipak, sve je tek na samom početku, a iskustva su različita, ne uvek zadovoljavajuća. Za to vreme, neke druge žene se ipak odlučuju za porođaj u sopstvenom domu, ali, prema anketi, ipak bi rado išle u Kuću za porođaj, kad bi ona postojala. (Slika 3)

## 5. PROJEKTNO REŠENJE

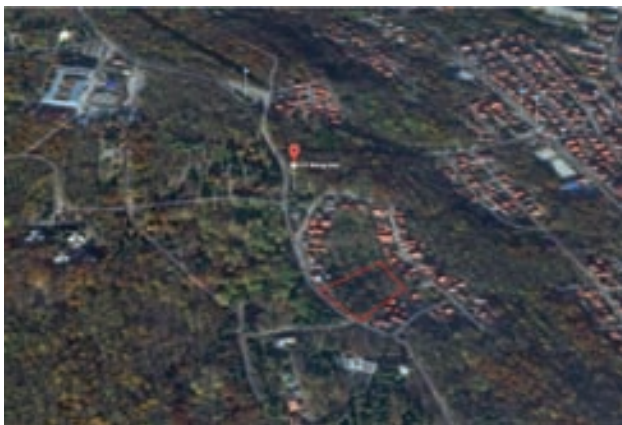
### 5.1. Lokacija

Odabir lokacije za ovu tipologiju od velikog je značaja, jer je uloga okruženja važna za osećaj sigurnosti i poverenja u proces. Pored toga, blizina nekog kliničkog centra stvara dodatnu potporu, jer žena ima saznanje da će, u slučaju eventualne potrebe, biti brzo sprovedena i zbrinuta na odgovarajući način, imajući u vidu da u Srbiji još uvek ne postoji bilo kakva zakonska regulativa koja bi na bilo koji način obavezivala ili ograničavala korisnike, ili zaposlene, niti zdravstvene ustanove imaju obavezu da učestvuju u ovakvom vidu saradnje sa nebolničkim ustanovama. Zato je blizina klasičnog porodilišta/bolnice važna stavka.

Zelenilo, mir, udaljenost od gradskih vibracija, ali dobra povezanost sa bolnicama, i laka dostupnost iz svih pravaca, uticali su na odabir lokacije. Kroz istraživanje i analizu, nametnula se ideja da objekat bude ušuškan u mirno zelenilo gradske šume, tzv. gradskih pluća – Zvezdarske šume. (Slika 4)

Ova oaza nalazi se u užem centru grada, zauzima desnu stranu obale Dunava i predstavlja značajan deo ekosistema grada. Ujedno, ovde se nalazi i najviša kота na nivou grada, 263m nadmorske visine, sa kojih se pruža pogled na vojvođansku ravnicu i Dunav. (Slika 5)

Upravo tu, dijagonalno od Astronomske opservatorije, na napuštenoj parceli, na kojoj se trenutno nalazi objekat razrušenog restorana „Beli bor“, a preko puta uređene parkovske površine, uz jednu od glavnih saobraćajnih žila šume, zamišljena je Kuća za prirodni porođaj.



Slika 4. Izabrana lokacija – Zvezdarska šuma, Volgina ulica. Najviša tačka brda.

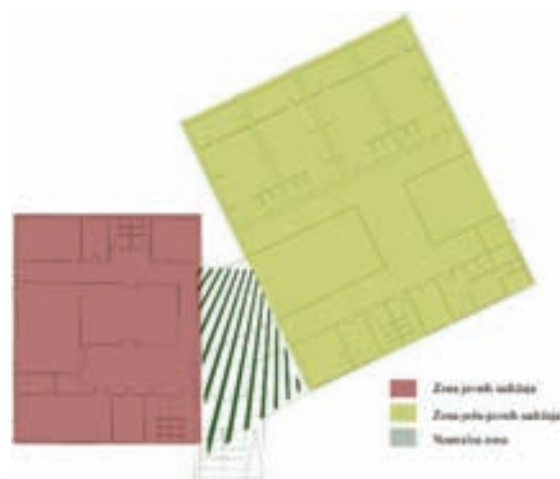


Slika 5. Vizura sa najviše kote parcele

### 5.2. Koncept idejnog rešenja

Objekat je formiran oko ozelenjenih, uređenih atrijumskih prostora, koji su povezani u traku zelenila koja se provlači kroz čitav objekat, stvarajući time prijatne ambijente za boravak. Poznato je da je čovek najviše i najbolje u kontaktu sa sobom i svojim bićem kada se nalazi u prirodi, okružen zelenilom, jer to pobuđuje genetski zapisane informacije, koje dovode svest u prirodno stanje, od kog se čovek današnjice udaljio, živeći po nametnutim pravilima. Time se neposredno pozivaju najdublji zapisi duše da se probude – što u okviru teme porođaja ima za cilj osveščivanje sopstvene iskonske snage i osećaj svemoći, koju žensko biće nosi u sebi, kao predodređeno za čin rađanja.

Kuća je podeljena, prema funkciji, na javni i polujavni/privatni deo. Šematski prikaz dat je na Slici 5. Javni deo se sastoji od dve sale, za predavanja i radionice. Ovde bi se obavljala edukacija raznih vrsta. Sa suprotne strane atrijuma koji se nalazi u centralnom delu levog bloka objekta, nalaze se kancelarije administracije, sa pomoćnim prostorijama i zajedničkom prostorijom za zaposlene.



Slika 5. Zoniranje, odvajanje funkcija.

Desni blok objekta formiran je dvostrano oko velikog ozelenjenog atrijuma, koji, time, čini apartmane za porođaje izolovanim od ostatka čitavog objekta. Od ulaza se niže prostorije koje su namenjene isključivo trudnicama i porodiljama, koje bi imale mogućnost dolaska na konsultacije sa bobicama, pregleda i holističke

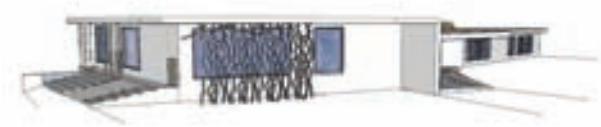
terapije (homeopatija, ajurveda, reiki, masaža, terapije zvukom, bojama itd). Četiri apartmana za porođaj pozicionirani su na severnoj strani objekta, s namerom da se porođajama omogući dovoljno svetlosti, ali ne blještavost, jer to ometa normalan, prirodan tok porođaja, a bebi po dolasku na svet jako svetlo smeta, potrebna je blaga svetlost i mir. Apartmani su opremljeni kao zasebne stambene jedinice i imaju sve što je potrebno da porođilja funkcioniše, zajedno sa porodicom, za sve vreme svog boravka.

Stakleni portali na fasadama i oko atrijuma doprinose osećaju lakoće, i stvaraju dodatni utisak sigurnosti kada se iz njih stupi u „zidine“ apartmana, čija je debljina 60cm, kako bi se omogućila dobra zvučna izolacija, ali i simbolično dala naznaka izolacije i usmerenja, koncentracije, da porođilja nema bojazni da će je njena intima na bilo koji način biti narušena.

Vođeno je računa o distancama, pa je prostorija za babice locirana u bloku sa apartmanima, u direktnoj su vezi, ali je jednako dobra veza ovih prostorija sa ostatkom objekta.



Slika 6. Severna fasada. Apartmani za porođaj.



Slika 7. Prednja, zapadna fasada. Sala za predavanje.



Slika 8. Deo ambijenta ispred apartmana. Atrijumi.

Geometrijska forma objekta uklapa se u denivelisani teren, mestimično je denivelacija upotrebljena kako bi se objekat stopio sa okruženjem i što bolje integrisao u okolinu. Deo ambijenta koji je formiranjem atrijuma dobijen, prikazan je na slici 8. Porođilje imaju mogućnost potpune integracije sa procesom stvaranja/rađanja novog života, uz boravak u ozelenjenom enterijeru i eksterijeru atrijuma.

Materijalizacija je svedena na jednostavno rešenje, kombinacijom betona, stakla i drveta, cilj je da objekat svojim minimalističkim duhom naglasi prirodni ambijent u kom se nalazi, gde ravne fasade postaju neka vrsta platna na kom priroda i zelenilo igraju igru senki i svetlosti. (Slike 6 i 7) Konstrukcija je armirano betonska,

skeletni sistem, sa pločama oslonjenim na grede. Krov je ravan, neprohodan.

### 3. ZAKLJUČAK

Porođaj je samo jedan dan u životu žene, ali je najvažniji dan za početak novog života - života bebe koja dolazi na svet, života novo-stvorene porodice tim rođenjem i promene u životu žene, koja je možda i najveća promena koja joj se dogodi tokom života. Zato je od izuzetne važnosti da enterijer i okruženje u kom se porođaj odvija budu apsolutno podržavajući i da šalju pozitivnu poruku porođilji, ali i drugima koji borave u njemu, jer sveukupna pozitivna vibracija odražava se na majku koja donosi na svet novi život. Žene koje su naučene da se plaše svog tela i da sumnjaju u proces koji im je dat rođenjem, lako postaju žrtve manipulacija i bivaju zavedene pri donošenju odluka o svom porođaju, zbog kojih bi kasnije mogle da žale zauvek [1].

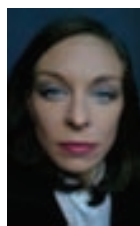
Važno je zato da se oblikovanjem prostora utiče na pravi način na čitav proces, dajući mogućnost porođajama da se fokusiraju isključivo na ono zbog čega su u Kuću došle.

I, za kraj, istina koja je osnova za reforme, ili preporod rađanja, a koju je najbolje sročio Dr Michel Odent, francuski lekar koji se zalaže za porođaj bez nasilja: „Ukoliko želimo da promenimo svet, prvo što moramo da promenimo je način na koji deca dolaze na njega.“ Sasvim je razumljivo da se u „način“ ubraja i okruženje, tj. prostor u kom se taj dolazak na svet odvija [3].

### 4. LITERATURA

- [1] Ina May Gaskin, „Birth Matters – A Midwife’s Manifesta“, *Seven Stories Press*, 2011.
- [2] Vuk Stambolović, „Porođaj“, *Elit-Medica*, 1996.
- [3] Michel Odent, „Preporod rađanja“, *Ostvarenje, Zagreb*, 2000.
- [4] Frederic Leboyer, „Birth Without Violence“, *Healing Arts Press*, 2002. (prvo izdanje 1975. godine)

### Kratka biografija:



**Jelena Ćustić** rođena je u Bečeju 1980. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitektura odbranila je 2016 god. Mama je troje dece, od kojih je treće rođeno u sopstvenom domu.



**Radivoje Dinulović** rođen je u Beogradu 1957. Diplomirao je i magistrirao na Arhitektonskom fakultetu Univerziteta u Beogradu, a doktorirao na Fakultetu tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu. Redovni je profesor i šef Katedre za umetnost primenjenu na arhitekturu, tehniku dizajna na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, gde je i rukovodilac doktorskih studija Arhitekture i urbanizma i Scenskog dizajna.



**Karl Mičkei** (1978) diplomirao je na Univerzitetu u Novom Sadu, na Fakultetu tehničkih nauka 2005. godine. Zaposlen je kao asistent na predmetima Arhitektonsko projektovanje 1 i 2 i Arhitektonsko projektovanje kompleksnih programa.

**BEZBEDNOST BICIKLISTA U SAOBRAĆAJU U NOVOM SADU****SAFETY OF CYCLISTS IN TRAFFIC IN NOVI SAD**Marina Marinkov, Milica Kostreš; *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ARHITEKTURA I URBANIZAM**

**Kratak sadržaj** – Cilj ovog istraživanja jeste da definiše faktore koji nepovoljno utiču na bezbednost novosadskih biciklista i nađe adekvatna rešenja za njihovo neutralisanje. Metode koje su korišćene su tipološka i analitička – postojeći problemi su sortirani u odgovarajuće kategorije da bi se analizom došlo do adekvatnih rešenja. Rezultat istraživanja je prikaz potencijalnog implementiranja biciklističkih strategija primenjenih u inostranstvu na Novi Sad. Istraživanje poziva na izradu novih analiza, koje bi se bavile povezivanjem Novog Sada sa okolnim naseljima i drugim većim Vojvođanskim gradovima.

**Gljučne reči:** Novi Sad, biciklizam, bezbednost, nezgode, strategije

**Abstract** – The purpose of this research is to define factors that adversely affect the safety of cyclists in Novi Sad and find convenient solutions to neutralize them. Methods used are typological and analytical - current issues are sorted into the appropriate categories in order to come across adequate solutions by analysis. The result is representation of potential implementation of bicycle strategies applied abroad in Novi Sad. The study calls for the development of new analyses, which would deal with connecting Novi Sad and the surrounding villages and other major towns in Vojvodina.

**Key words:** Novi Sad, cycling, safety, accidents, strategies.

**1. UVOD**

Faktori koji utiču na funkcionalnost gradova su mnogobrojni, ali bezbednost učesnika u saobraćaju mora biti jedan od prioriteta. Ideja o ravnopravnosti svih učesnika često postoji samo u teoriji, dok na ulicama vlada pravo jačeg. Kao i u većini urbanizovanih naselja, i u Novom Sadu je dominantan motorni saobraćaj, dok su mu svi ostali vidovi transporta podređeni. Iako Novi Sad ima potencijala da postane biciklistički grad, čini se da se ne ulažu dovoljni napori da se to i ostvari. Procentualni udeo biciklističkog u odnosu na ostale vidove saobraćaja iznosi 2,5%, što je zabrinjavajuće malo [3]. Broj korisnika bicikla i nivo bezbednosti biciklista su neraskidivo povezani. Loše stanje staza i nedovoljno razvijena mreža demotivisu Novosađane da daju prednost biciklu. Sa druge strane, mali broj građana koji je naklonjen biciklizmu nije dovoljan da skrene pažnju lokalnih vlasti i drugih učesnika u saobraćaju na sebe, što uzrokuje njihovu ugroženost u saobraćaju.

U daljem tekstu je dat pregled postojećih problema i mogućih rešenja. Cilj rada jeste da prikaže kako se bezbednost biciklista može poboljšati, što bi potencijalno dovelo do popularizacije biciklizma u Novom Sadu.

**NAPOMENA:**

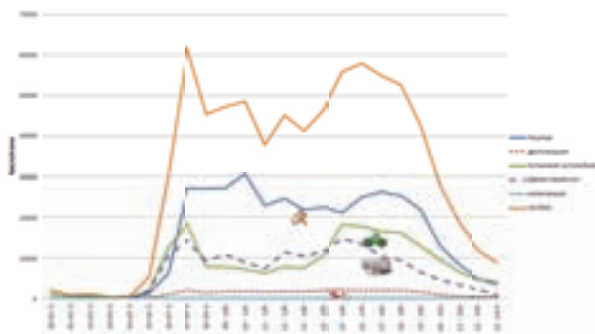
**Ovaj rad proistekao je iz master rada, čiji mentor je bila dr Milica Kostreš, docent.**

**2. METODE**

Da bi putovanje biciklom dostiglo svoj pun potencijal, neophodno je obezbediti udobnost, celovitost staze, direktnost, privlačnost, brzinu... Ovi faktori ipak ne znače mnogo ukoliko se ne obezbedi onaj najvažniji: *bezbednost*. Kako bi se postigla preglednost postojećih problema, oni su pomoću tipološke metode podeljeni u dve glavne grupe, kako bi se kasnije, korišćenjem analitičke metode, došlo do mogućih rešenja za podizanje kvaliteta uslova biciklističkog saobraćaja. U prvu grupu spadaju opšti problemi, a u drugu konkretni.

**2.1. Opšti problemi**

Ovi problemi se u najvećoj meri odnose na ograničen broj i nedovoljno razvijene kampanje za popularizaciju biciklizma. Da bi se ilustrovao ovaj problem, priložen je grafikon iz Saobraćajne studije Grada Novog Sada sa dinamikom uređenja saobraćaja – NOSTRAM. Odatle možemo zaključiti da je upotreba bicikla kao prevoznog sredstva u našem gradu zanemarljivo mala u odnosu na druge grupe. Zbog ovih rezultata treba da definišemo probleme koji demotivisu građane da više koriste bicikl.



Slika 1. Vremenska raspodela kretanja po sredstvima

**Nemogućnost kombinovanja različitih tipova prevoza**

- Ova tačka se odnosi na neusaglašenost biciklističkog i javnog gradskog saobraćaja. U okolini autobuskih stanica ne postoje parkinzi za bicikle, niti su sami autobusi dizajnirani da mogu da prevoze bicikle, što bi korisnicima omogućilo da kombinuju različite vidove transporta.

**Nedovoljna povezanost gradskih četvrti** - Posmatrajući mrežu izgrađenih biciklističkih staza uočava se da delovi grada kao što su Centar, Podbara, Salajka, Klisa, Telep, Petrovaradin, Sremska Kamenica, nemaju izgrađene biciklističke staze. Takođe ni Limani nemaju adekvatnu mrežu biciklističkih staza, iako su u okviru profila saobraćajnica planirane biciklističke staze [3]. Nedostatak biciklističkih staza primorava bicikliste da koriste puteve koji nisu za njih dizajnirani, što im ugrožava bezbednost.



**Sprovođenje biciklističkih staza duž veoma opterećenih saobraćajnica** - Visokofrekventne ulice su najčešće lokacije saobraćajnih nezgoda. Sudar motornih vozila pri velikim brzinama sa biciklistima je najčešći uzrok stradanja biciklista. Ovo proizilazi iz činjenica da je odnos energija prilikom sudara 100:1 u korist automobila, kao i da je vozač automobila konstrukcijom vozila zaštićeniji od bicikliste [2]. Nesreće se najčešće dešavaju na raskrsnicama, a razlog za to je i to što ne postoji plan kako da se saobraćanje organizuje, tako da se obezbedi sigurnost biciklista.

**Neupadljivost biciklističkih staza** - Biciklističke staze u Novom Sadu su asfaltirane i povremeno označene piktoqramom, koji je na velikom broju lokacija izbledeo.

Problem nastaje kada građani koriste biciklističku stazu kao pešačku, parking, prodajni prostor i sl. Pojava ovakvih prepreka remeti tok biciklističkog saobraćaja, primoravajući bicikliste da zaobilaze gde mogu, čekaju da se njihovi sugrađani sklone tamo gde je nemoguće zaobići ih ili postanu žrtva nevidljivosti u ekstremnim slučajevima.

**Nedovoljna osvetljenost biciklista i staza** - Vožnjom bicikla noću se bezbednost biciklista još više ugrožava. Postojeće staze su nedovoljno osvetljene, pa može doći do konflikta u saobraćaju. S druge strane, postoje i neodgovorni biciklisti, koji zaborave da uključe svoje lampice, te tako mogu postati uzrok pojedinih nesreća.

**Nedovoljna popularizacija kampanja koje promovišu biciklizam** - Uprkos pozitivnim rezultatima u inostranstvu, čini se da lokalne vlasti u Novom Sadu ne ulažu mnogo u razvoj i popularizaciju biciklizma. Predlozi koji se mogu naći u NOSTRAM-u su i dalje na vrlo skromnom nivou. Nevladine organizacije kao što je Novosadska biciklistička inicijativa, koje se zalažu za razvoj biciklizma, nemaju dovoljan uticaj, te njihov trud najčešće privlači pažnju samo onih koji su već naklonjeni biciklizmu. Da bi se napravio veći korak ka povećanju bezbednosti, treba drastično povećati broj novosadskih biciklista, kako bi postali uočljiviji, te bi i drugi učesnici u saobraćaju vodili više računa o njihovoj sigurnosti.

**Bezbednost imovine** - Krađa bicikla je, nažalost, svakodnevna stvar. U gradu vlada deficit parking mesta za bicikle. Građani se snalaze na različite načine, vezujući bicikle za drveće ili druge vrste urbanog mobilijara koji za to nije namenjen. Ipak, katanac često nije garancija za sigurnu imovinu, pa se uprkos tome, građani mogu naći u neprijatnoj situaciji. Osećaj nesigurnosti za vlastitu imovinu je jedan od faktora koji utiče da veliki broj naših sugrađana izbegava vožnju biciklom. Neophodno je da vlasti sprovedu izvesne mere za prevenciju krađe bicikala, kako bi motivisale ljude da se opredele za biciklizam.

## 2.2. Konkretni problemi

Konkretni problemi se dalje mogu podeliti na dve zasebne grupe- one nastale iz konflikta različitih vidova saobraćanja i one nastale kao rezultat neadekvatnog dizajna i pozicioniranja urbanih elemenata i vegetacije.

Na grafičkom prilogu ispod ovog pasusa se nalazi mapa Novog Sada sa označenim kritičnim tačkama duž biciklističkih staza, koje je autor uočio tokom juna 2015. Neophodno je napomenuti da pojedine tačke nisu konstantne i da se mogu pojaviti i na drugim lokacijama.



Slika 2. Prostorna distribucija kritičnih tačaka na biciklističkim saobraćajnicama Novog Sada

### 2.2.1. Problemi nastali iz konflikta različitih vidova saobraćanja

**Konflikt sa pešacima** - Problemi sa pešacima nastaju jednim delom iz nužde, a drugim zbog nedostatka svesti pešaka o postojanju biciklista. Prvi slučaj se odnosi najviše na neadekvatno postavljene autobuske stanice i neadekvatno dimenzionisanje samog prostora stanice. Građani su prinuđeni da okupiraju biciklističku stazu prilikom ukrcavanja i čekanja na prevoz. Drugi slučaj se odnosi na nevidavnost pešaka. Na pojedinim mestima su pešačke staze zauzete kafićima, tezgama i sl. pa se pešaci stihijski prebace na biciklističku stazu.

**Konflikt sa drugim biciklima** - Biciklističke staze u Novom Sadu su najčešće minimalnih dimenzija. Projektovane su tako da u jednosmernim može da stane samo jedan, a u dvosmernim dva vozača. Problemi nastaju kada se korisnici ne pridržavaju propisa, te se jednosmerne staze koriste kao dvosmerne. Pored toga, biciklisti imaju potrebu za socijalizacijom, pa neretko iz jednog pravca dolazi dvoje biciklista, koji ne stignu da se sklone kada dolazi biciklista iz drugog smera.

**Konflikt sa drugim nemotornim točkašima** - Zbog lošeg stanja pešačkih staza, roditelji sa kolicima za bebu, skejteri, ljudi koji se vraćaju iz kupovine sa cegerom i dr. koriste i ovako uzanu biciklističku stazu. Neophodno je pronaći način da se ovi korisnici uklone sa staze za bicikliste, kako im ne bi blokirali prolaz.

**Konflikt sa motornim saobraćajem** - Saobraćajne nezgode se dešavaju na najrazličitije načine. Vozač bicikla može primiti udarac direktno (frontalno), može i sam udariti u vozilo bočno, zatim prilikom pokušaja obilaženja udara u iznenadno otvorena vrata vozača ili suvozača ili udarac otpozadi. Nije retka ni situacija "izguravanja" bicikla sa puta zadnjim delom vozila nakon preticanja. Pitanje bezbednog razmaka prilikom obilaska bicikliste (ali i načina obilaska bicikliste) je naročito delikatno pitanje zbog subjektivnog osećaja bezbednosti biciklista [2].

### 2.2.2. Problemi nastali kao rezultat neadekvatnog dizajna i pozicioniranja urbanih elemenata

**Privremeni nestanak biciklističke staze** - Nestanak biciklističke staze se pojavljuje usled trenutnih građevinskih radova, pomeranja građevinske linije ka osi ulice, što smanjuje njen poprečni profil, nepromišljenim planiranjem i sl. Potrebno je pronaći rešenje kako da se na tim delovima uvede makar jednosmerna, a idealno dvosmerna staza, kako se bezbednost biciklista ne bi dovodila u pitanje ili barem smanjio stepen nesigurnosti.

**Rupe/neravnine i korenje na stazi** - Neodržavanje biciklističkih staza dovelo je do trošnih puteva, punih neravnina. Jednim delom uzrok za neravnine je i korenje drveća koje se probija kroz beton.

**Biciklistička staza bez zaštitnog pojasa** - Pozitivna kritika za Novi Sad je da je većina njegovih biciklističkih staza odvojena od motornog saobraćaja. Ipak, pojedine staze, ili, preciznije rečeno, saobraćajnice, nemaju zaštitu od automobila. Ovaj problem se naročito uočava u centralnoj zoni, gde su ulice veoma uske, pa se biciklisti provlače kroz mrežu automobila i njihovih parkinga.

**Premali razmak između graničnika** - Ovaj problem se javlja na ukrštanju biciklističke staze sa prugom. Tu su postavljeni graničnici kako bi usporili bicikliste u slučaju da dođe voz. Vozovi kroz Bulevar Evrope prolaze retko, a graničnici su postavljeni na malom razmaku, tako da je i iskusnijim biciklistima nezgodno da se provlače kroz njih, te ih svi radije zaobilaze i oni gube funkciju. Treba naći rešenje, koje će i zaštititi bicikliste i neutralisati prepreku.

**Urbani mobilijar na stazi** - Pored svih prepreka koje postoje na biciklističkim stazama, apsurdno je što se i dalje dešava da gradske vlasti nepromišljeno postavljaju urbani mobilijar upravo na biciklističku stazu. Ovakvi problemi ne bi trebalo da se javljaju, jer se taj mobilijar uvek može pomeriti za pola metra ili npr. na parking.

## 3. REZULTATI

Do odgovora na probleme se došlo analiziranjem primera u inostranstvu i filtriranjem istih kroz pojedine faktore vezane za našu sredinu - klima, morfologija, ekonomija, politika, opšta svest građana... Iako Novi Sad ima dobre predispozicije za biciklistički saobraćaj, potrebna su velika ulaganja i dobro razrađena strategija da bi se biciklizam doveo na viši nivo. U nastavku je prikazan pregled mera, koje treba preduzeti da bi se rešili problemi.

### 3.1. Sveobuhvatne mere

**Kombinovanje različitih tipova prevoza** - Velike distance su jedan od glavnih uzroka za demotivaciju građana da se opredele za bicikl. Ipak, i za takve slučajeve postoji rešenje. Stav Jana Gela o ovoj temi je sledeći: „Biciklistički saobraćaj treba integrisati u sveukupnu saobraćajnu strategiju. Ako je moguće prevoziti bicikle vozom, autobusom i taksijem, putovanje se može kombinovati sa velikih daljina.“[1]. Neophodno je i obezbediti parking za bicikle u blizini stanica.

**Povezivanje gradskih četvrti** - Ovaj problem se rešava uvođenjem novih biciklističkih staza i saniranjem postojećih. Treba locirati glavne linije saobraćanja i adekvatno povezati značajne objekte i površine sa stambenim zonama. Ovaj problem zimi dobija drugi nivo.

Čišćenje ulica od snega se odvija duž pešačkih i motornih puteva, dok biciklistički ostaju zatrpani ili se na njih još dodatno nagomilava sneg sa druge dve zone. Kako upotreba bicikla tokom zime ne bi sasvim zamrla, treba obezbediti čiste staze, makar na frekventnijim putanjama.

**Sprovođenje biciklističkih staza sigurnim putanjama** - U svetu su nedavno postale popularne tzv. zelene biciklističke rute. To su staze koje prolaze kroz gradske parkove i duž pruge. Na njih se gleda kao na dopunsku priliku, mogućnost za razgledanje grada i „zelenu“ opciju za biciklove. Ipak, glavni princip biciklističke politike je da napravi mesta za bicikliste na ulicama, gde bi mogli da razgledaju prodavnice, stambene i poslovne zgrade [1]. Treba uvesti zelene pojaseve ili graničnike tamo gde je nemoguće izmestiti biciklistički saobraćaj sa putanje motornog, a tamo gde je moguće, projektovati staze kroz prirodu, što bi poboljšalo bezbednost i privlačnost vidika.

**Adekvatno označavanje biciklističkih staza** - Učestalo štampanje biciklističkog piktograma i farbanje staze u neku jarku boju se u drugim gradovima pokazalo kao uspešan pristup pri oslobađanju staze. Vizualne barijere bi podsećale građane za koga je data površina namenjena.

**Pogodna osvetljenost biciklista i staza** - Neophodno je obezbediti dobru rasvetu duž svih biciklističkih staza. I sami biciklisti moraju voditi računa, pa treba propisati adekvatne kazne za one koji ne uključuju lampice noću.

**Popularizacija kampanja koje promovisu biciklizam** - Kampanje za popularizaciju biciklizma su uvek vezane za neku temu, npr. „Biciklom na posao“, „Bicikliranje zimi“ i sl. Cilj kampanja nije samo da motiviše građane da koriste bicikl češće, već i da pokrenu grupe koje nisu naročito uključene. Obim biciklističkog saobraćaja je značajan faktor za siguran biciklistički sistem. Što je više biciklista, više će vozači automobila paziti na njih. [1]

**Bezbednost imovine** - Građanima se mora obezbediti osećaj da je njihova imovina sigurna. Treba postaviti garaže za bicikle u okolini značajnih objekata, kao i na mestima na kojima je zaposlen veliki broj radnika i motivisati firme da zgrade opreme garažama za zaposlene. Na garaže i parking površine treba postaviti kamere, da bi se obeshrabrili pokušaji krađe.

### 3.2. Mere koje se tiču infrastrukture

Kako su ove mere vezane za lokaciju, jedan od mogućih odgovora je kreiranje interaktivnog sajta, koji bi se reklamirao na zvaničnim sajtovim lokalnih vlasti i sajtovim koji se zalažu za popularizaciju biciklizma. Ideja je da građani na njemu ostavljaju svoje komentare i lociraju na mapi grada probleme koji se u toku vremena pojave, kako bi nadležni blagovremeno reagovali.

#### 3.2.1. Mere za rešavanje problema nastalih iz konflikta različitih vidova saobraćanja

**Konflikt sa pešacima** - Treba pozicionirati autobuske stanice između biciklističke staze i puta za motorna vozila. Neophodno je jarkim bojama i piktogramima bicikla obeležiti biciklističke staze. Treba regulisati i korišćenje pešačkih staza za bicikliste: uvesti biciklističke koridore u pešačkim zonama i formulirati zakonski koncept mešovityh pešačko-biciklističkih zona.[2]

**Konflikt sa drugim biciklima** - Kako bi se ovaj problem izbegao, bilo bi neophodno zakonom regulisati i sankcio-

nisati gde je potrebno kretanje biciklista u jednosmernim ulicama. Bilo bi pogodno da se staze u što većoj meri i na što više staza prošire.

**Konflikt sa drugim nemotornim točkašima** - Stanje pešačkih staza nije mnogo bolje od biciklističkih. Na njima se pojavljuju neravnine zbog behatonskih kocki i udubljenja za odvod, što otežava vuču, tj. guranje kolica. Ovi korisnici se kreću istom brzinom kao i pešaci, te na istoj površini treba i da budu. Treba samo obezbediti im jedan deo gde će neravnine biti svedene na minimum, kako bi mogli neometano da se kreću. S druge strane, skejteri i roleraši se kreću sličnom brzinom kao i biciklisti, ali ne mogu uvek adekvatno reagovati kada ih treba preticati. Proširenjem biciklističke staze bi se našlo mesta i za ove korisnike, a tamo gde je to neizvodljivo, postoje mogućnosti pešačkih i biciklističkih mostova, koji promišljenim dizajnom mogu postati pogodno rešenje za nezgodne lokacije. Zakonskim regulativama je potrebno odrediti kazne za one koji zauzimaju biciklističke staze, kako bi se izbeglo ugrožavanje bezbednosti svih građana.

**Konflikt sa motornim saobraćajem** - Kako bi se smanjio rizik potencijalnih nezgoda prema preporukama Novosadske biciklističke inicijative, treba sprovesti niz mera: propisivanje minimalne udaljenosti prilikom preticanja od 1,5 m i propisivanje sankcije za kršenje ovog pravila, kao i način za utvrđivanje ovog prekršaja; isključivanje svih motornih vozila iz biciklističke trake; formulisanje apsolutnog prava prvenstva za bicikliste na mestima gde se nalazi produžetak biciklističke staze na kolovozu; sankcionisanje uznemiravanja biciklista [2]...

### 3.2.2. Mere za rešavanje problema nastalih kao rezultat neadekvatnog dizajna i pozicioniranja urbanih elemenata i vegetacije

**Privremeni nestanak biciklističke staze** - U slučaju nestanka biciklističke staze usled građevinskih radova treba naći način da se ona privremeno prebaci na parking prostor ili motorni put. Ako je u pitanju konstantan nestanak staze, treba analizirati da li je u pitanju propust u projektovanju, te je moguće produžiti jetu, ili za nju stvarno nema mesta.

**Rupe/neravnine i korenje na stazi** - Ovakav problem se može rešiti samo ponovnim popločavanjem staze. Kako bi se izbegle slične situacije u budućnosti, treba izabrati kvalitetnu podlogu, a neophodno je i izabrati adekvatnu vegetaciju, čije korenje neće praviti probleme kasnije.

**Biciklistička staza bez zaštitnog pojasa** - Na pojedinim mestima u gradu se javlja ovaj problem, koji se može najjednostavnije rešiti zamenom mesta parkinga i biciklističke staze, tako da parking zapravo služi kao zaštitni pojas. Tamo gde parking ne postoji i nema mesta za zaštitni zeleni pojas, potrebno je uvesti graničnike.

**Premali razmak između graničnika** - Graničnike kod pruge bi u idealnom slučaju trebalo zameniti rampama, koje bi se spuštale neposredno pred dolazak voza. Kako ovakve mere zahtevaju veća ulaganja, alternativa je da se postojeći graničnici postave na malo većem rastojanju.

**Urbani mobilijar na stazi** - Ovaj problem je prvenstveno rezultat nedostatka promišljenosti projektanata i izvođača. Pažljivom analizom terena i nadzorom prilikom izvođenja je moguće sprečiti postavljanje nepotrebnih prepreka na biciklističke staze.

## 4. DISKUSIJA

Ova analiza je pokazala kako se pojedine strategije primenjene u inostranstvu mogu primeniti na novosadskim ulicama. Da bi došlo do značajnog napretka na polju bezbednosti biciklista u saobraćaju, neophodno je preduzeti ambiciozne mere, koje će prikazati biciklizam u novom svetlu u svesti Novosađana.

Najbolji način da se osigura bezbednost biciklista je da se znatno poveća procenat njihovog učešća u saobraćaju. To znači da je neophodno obezbediti i duže i šire staze, povezati sve gradske četvrti, povećati broj parking mesta za bicikliste, omogućiti im kretanje u oba smera tamo gde je propisano jednosmerno za motorni saobraćaj, davati im prednost u odnosu na automobile, projektovati prečice isključivo za njih, ograničiti brzine automobila i, gde god je moguće, izbaciti motorni saobraćaj.

Sledeći korak u ovom istraživanju trebalo bi napraviti analizom mogućnosti za povezivanje Novog Sada sa okolnim naseljima biciklističkim saobraćajnicama. Vojvodanski gradovi imaju veoma pogodne geomorfološke i klimatske karakteristike za razvoj biciklizma, te bi strategije, koje bi mogle razviti i popularizovati biciklizam u celoj pokrajini dale odlične rezultate na ekološkom, pa i ekonomskom nivou. Formiranje mreže biciklističkih gradova stvorilo bi veoma pohvalan brend za Srbiju, što bi doprinelo i razvoju turizma.

Cilj analize je da stimuliše dalje istraživanje metoda za popularizaciju biciklizma u Novom Sadu, ali i drugim gradovima Vojvodine. Osiguravanje bezbednosti biciklista je tek prvi i neophodan korak, ali promišljenim i ambicioznim koracima bi biciklizam u budućnosti mogao postati brend Novog Sada.

## 5. LITERATURA

- [1] Gehl, Jan. *Cities for People*. Washington: ISLAND PRESS, 2010.
- [2] Predlozi i dopune Zakona o bezbednosti saobraćaja na putevima: biciklisti, Udruženje građana Novosadska biciklistička inicijativa, februar 2013.
- [3] Saobraćajna studija Grada Novog Sada sa dinamikom uređenja saobraćaja – NOSTRAM, (2009.) knjiga 5. Biciklistički saobraćaj, JP „Urbanizam“ Novi Sad
- [4] <http://copenhagenize.eu/>
- [5] <http://www.nsbi.org.rs/>

### Kratka biografija:



**Marina Marinkovje** rodena u Novom Sadu 1991. Osnovne akademske studije završila je 2014. na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Master rad na usmerenju Arhitektonsko i urbanističko projektovanje brani 2015.



**dr Milica Kostreš** je docent na Departmanu za arhitekturu i urbanizam na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Diplomirala je 2001. na Fakultetu tehničkih nauka, magistrirala 2005. a doktorirala 2012. na istom fakultetu.



## VIZUALIZACIJA OSVETLJENJA ENTERIJERA – STUDIJA SLUČAJA DNEVNOG BORAVKA

### VISUALIZATION OF INTERIOR LIGHTING – A CASE STUDY OF THE LIVING ROOM

Nataša Jovanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

#### Oblast – ARHITEKTURA

**Kratak sadržaj** – Cilj istraživanja ovog master rada jeste uočavanje parametara različitih vrsta osvetljenja u 3ds Max-u radi dobijanja što kvalitetnijeg prikaza trodimenzionalne scene, redukovano vremena i tehničkih zahteva. Ova studija usmerena je na različite vidove osvetljenja 3ds Max programa. Pored parametara koje nudi pomenuti program i plug-in V-Ray, deo istraživanja predstavlja upotrebu osvetljenja prema osobinama koje su poznate iz realnosti kao što su zasenčenost, položaj izvora osvetljenja, merne jedinice i dr.

**Abstract** – The aim of this research is identification of parameters of different types of lighting in 3ds Max in order to obtain a good quality picture of three-dimensional scene, reduced time and technical requirements. This study focuses on different aspects of lighting in 3ds Max program. In addition to the parameters that are offered by the program and the plug-in V-Ray, part of the research is the use of light to the properties known from the reality, such as shading, position light sources, measuring units and others.

**Ključne reči:** Osvetljenje, parametri, kvalitet, senke, zamućenost, jasnoća

#### 1. UVOD

U današnje vreme, pored projektovanja, osmišljavanja izgleda spoljašnjosti i unutrašnjosti nekog objekta, materijalizacije i funkcionalnosti, veoma bitan faktor u arhitekturi, pa i drugim profesijama, predstavlja vizualizacija objekta i prostora. Sve manje je zastupljen prikaz ideje na papiru, a sve više su projektanti, dizajneri i drugi poslodavci okrenuti digitalnom svetu koji omogućava prikaz ideje sa svim vidovima oblikovanja i materijalizacije. Kako se tehnologija i digitalni svet razvijaju iz dana u dan sve više, takav vid prikaza nam je omogućen i lako dostupan. Ovakav vid napretka u tehnologiji omogućava uvid u nešto što će tek biti ostvareno tj. isprojektovano i tom prilikom je veoma pogodno za sve moguće izmene i varijacije. Osim mogućnosti izmene, veoma bitan faktor je i brzina kojom se to izvodi, a računarska grafika to omogućava mnogo brže nego ručna izvedba. Zato je arhitektonska vizualizacija veoma bitna u sferi arhitektonskog i urbanističkog projektovanja kao i uređenja enterijera. Jedan od softvera koji nam to omogućava je Autodesk 3ds Max.

#### NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Vesna Stojaković, docent.

#### 2.OSVETLJENJE ENTERIJERA

Jedan od najbitnijih faktora prilikom uređenja prostora jeste osvetljenje. Odabir osvetljenja utiće kako na izgled i dojam prostora tako i na funkcionisanje i atmosferu unutar njega.

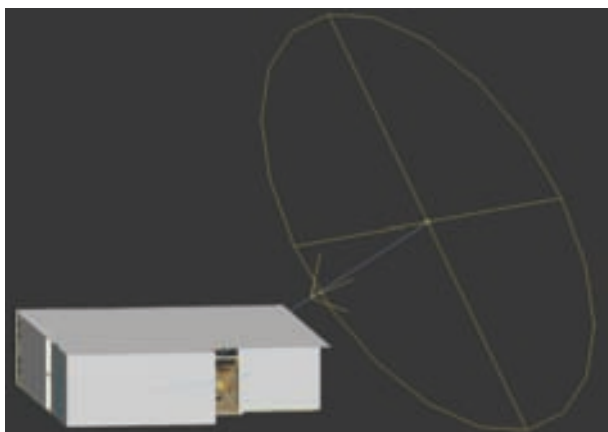
Osnovna podela osvetljenja je na prirodno i veštačko. Njihovom kombinacijom potrebno je stvoriti odgovarajući intenzitet koji će pružati prijatan osećaj unutar prostorije. Najbolji efekti postižu se kombinacijom različitih tehnika osvetljenja. Iz tog razloga je u ovom radu prikazana dnevna soba sa različitim vrstama svetiljki, njihovim rasporedom i jačinom u kombinaciji sa dnevnim i noćnim prirodnim osvetljenjem.

##### 2.1. Uslovi za formiranje scene enterijera

Prilikom formiranja slike, da bi se postigao što realističniji render, bitno je da soba sa svih strana bude zatvorena i da sadrži otvore tj. prozore kroz koje prirodna svetlost prodire u unutrašnjost. U nekim primerima za dnevnu svetlost korišćeni su V-RaySun i V-RaySky, a za noćnu su korišćeni različiti vidovi veštačkog osvetljenja. Osim vrste i podešavanja svetla neophodno je koristiti i odgovarajuće podesiti kameru, u ovom slučaju V-Ray kameru. Bitno je da sva podešavanja budu jasno definisana kako bi render izgledao što realističnije, velikog kvaliteta, sa što manje zrna, a da proces traje što kraće.

#### 3. DNEVNO SVETLO

Kombinacija V-RaySun i V-RaySky daje uglavnom realan prikaz dnevnog osvetljenja. Od položaja V-Ray sunca zavisi da li je jutro, podne ili veče. Ako je u pitanju popodnevno sunce, svetao dan, ono će biti postavljeno više, a ako je niže, bliže podu, stvaraće sumrak. V-raySky nalazi se u mapi okoline i automatski se vezuje za sunce tako da će sa promenom položaja sunca menjati i V-RaySky. Bitno je prilikom postavljanja V-RaySun na pitanje da li dodati i V-RaySky environment map izabrati Yes. Kako su V-RaySun i V-RaySky veoma svetli, pomoću parametara V-Ray kamere neophodno je neke vrednosti izmeniti. U ovom primeru uključeni su V-RaySun i V-RaySky. Da bi se dočaralo popodnevno sunce, ono je postavljeno visoko i blizu objekta. Da slika ne bi bila previše svetla, intenzitet sunca je 0,5, a veličina prostiranja zrakova sunca 15. Ovaj broj nam služi za pozicioniranje tj. rasprostiranje senki. Ono što je veoma bitno je broj subdivisions-a čijim povećavanjem se poboljšava kvalitet slike. Pomenuti sky model je CIE kako bi se dobio svetao prizor.



Slika 1 – Položaj sunca u odnosu na objekt

## 4. V-RAY KAMERA

### 4.1 Podešavanje kamere

Na osvetljenost prostorije osim sunca i veštačkog osvetljenja utiču i parametri kamere. Za dnevnu varijantu rendera korišćena je osetljivost filma 200, 250. Boja svetla sa kojom se dobijaju realne boje materijala je *Neutral* parametra *white balance*. Ostali parametri daju određenu nijasu koja samim tim ne odražava realnu boju. Ipak, bolji efekti se postižu kada se na prozore objekta postave još i svetlosni izvori u vidu **V-rayPlane-a**. Iako je poželjno raditi sa što realnijim parametrima, istraživanjem je zaključeno da je ipak neohodno dodavati efekte kojih nema u prirodi baš kao što je dodavanje *V-ray plane-a* na prozore i druge otvore kako bi se osvetljenost povećala u prostoriji.



Slika 2 – Postavka V-RayPlane svetla na prozore



Slika 3 – Dnevni render sa V-RaySun i V-RaySky

## 5. V-Ray HDRI MAP-A

V-Ray HDRI map-a može se koristiti za učitavanje *high dynamic range images (HDRI)* što u direktnom prevodu znači: veliki dinamički opseg slikanja. Ona ima široki opseg osvetljenja, boja i vrednosti od standardnih bitmap formata. One ne sadrže samo boju već i podatke o osvetljenosti. Zato se HDRI mape koriste za simulaciju osvetljenja okruženja.



Slika 4 – Primer 1 / previše svetao i sjajan render

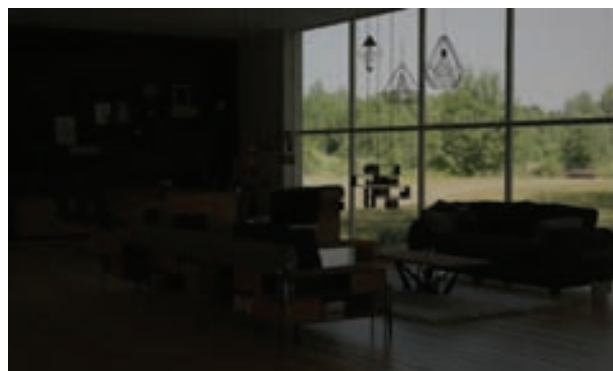
Jačina sunca je 10, dok je veličina 1. Jačina *V-RayPlane* je 70, a HDRI mape 70. F-number je 4, a *shutter speed* 150. Broj *subdivs-a* samo 16, a unutar parametara kamere je odabran *white balance* kao D65. Rezultat je loš. Slika je žuta i presjajna.



Slika 5 – Primer 3 / bolji, ali i dalje previše žut render

U poslednjem primeru, koji je i dalje previše žut, jačina sunca je 0,5, a veličina 30, što se jasno vidi po mekim senkama. Brzina zatvarača je 80. Ono što je posebno uticalo na poboljšanje kvaliteta rendera jeste broj *subdivs-a*, a to je povećanje sa 16 na 32 kod svih parametara koji su imali mogućnost podešavanja tog broja. Iako je broj *subdivs-a* povećan, renderovanje je kraće trajalo jer su parametri svih izvora osvetljenja umanjili. Iako su uključeni *V-RaySky*, *V-RaySun* i *HDRI mapa*, prizor enterijera u podne sa jakim suncem, koji ima zid zavesu duž cele stranice ne oslikava realnu sliku.

U sledećem primeru korišćena je HDRI mapa, ne samo kao izvor osvetljenja već i kao pozadina.



Slika 6 – Prikaz enterijera sa HDRI mapom

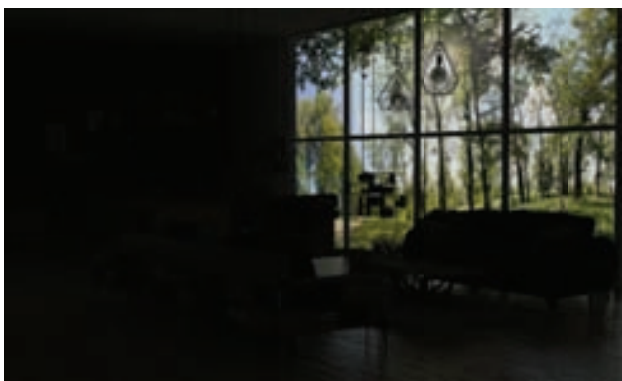
Koja god HDRI mapa da je korišćena, efekat nije bio zadovoljavajući. Osim ukupne osvetljenosti prostorije koja nije bila podjednako osvetljena kao kada bi se u datom momentu uslikao dnevni boravak okružen prozorima, ni sam prizor nije bio fotorealističan.

Zato je odabran drugi vid osvetljenja, a to je V-RayLight material. Iza prozora postavljen je Plane kome je u Metrijal editor-u dodat V-Ray Mtl i u Diffuse map-u HDRI mapu. Slika je postavljena onako kako je trebala da se vidi u sceni i ona je ujedno predstavljala i izvor osvetljenja. Postavljena je i jedna površina ispred prozora koja je osvetljavala, a druga površina je služila da bih videla koji deo predela da se vidi.



Slika 7 – Drugi Plane za V-RayLight material

Iako je u ovom primeru HDRI map-a boljeg kvaliteta tj. jasnija je, osvetljenje i dalje nije dovoljno.



Slika 8 – Prikaz enterijera sa osvetljenjem HDRI mape

Zato je unutar prostorije, ispod plafona, ali veoma blizu njega, postavljen V-RayPlane koji će dodatno osvetleti prostoriju.



Slika 9 - Enterijer sa dodatnim svetlom / V-RayPlane na plafonu

Ono što ipak odaje da ovo nije realan prikaz jeste senka koju baca trosed na parket koja ukazuje da je osvetljenje postavljeno iznad. Što se tiče kamere koja je takođe imala uticaj na osvetljenja unutar enterijera, njeni parametri su u ovom slučaju podešeni tako da je *f-number* - 3, *white balance* – Neutral, *shutter speed* – 150, i *ISO* vrednost 150.

Veoma bitan faktor prilikom renderovanja jesu opcije unutar *Render Setup-a*. Kao što je već napomenjeno, što su parametri zahtevniji, render je bolji, ali i proces renderovanja je duži.

Rezolucija slike je 4000 sa 2400 piksela što se pokazalo prilično dobro kada je u pitanju *noise* i neravne ivice koje su se najviše uočavale kod lusterata. Za *Image sampler* korišćen je tip *Adaptive* i za *Filter*: *Catmull-Rom*. Za tip *Color mapping-a* korišćen je *Reinhard* i dodatna opcija *Advanced* kako bi se uključila *Gamma* korekcija 2.2. Za ukupno osvetljenje odbran je *Irradiance map*, *Light cache* i opcija *Advanced*. U ovom slučaju je bitna jer se tom prilikom otvori prozor sa opcijom *Amb. occlusion*. Ono utiče na bolje senke i daje utisak blage “prljavštine” koja postoji u realnom svetu. Sva ova podešavanja zavise od slučaja do slučaja.

Sledeći render urađen je sa istim podešavanjima kao i prethodni. Jedina razlika je što je izbačena kamera i renderovano je iz perspektive. Render je za nijasnu svetliji, samim tim su nešto blaže i senke, ali većih razlika nema u konačnom prikazu. Jedino što se vidno razlikuje je vreme potrebno za obradu slike. Prilikom renderovanja iz perspektive, proces je trajao kraće.



Slika 10 - render dobijen iz perspektive, bez upotrebe kamere

## 6. NOĆNO OSVETLJENJE

Prilikom noćnog osvetljenja, spoljašnjeg uticaja sunca nema kao ni dodatnih V-Ray Plane osvetljenja. Prostorija je isključivo osvetljena veštačkim osvetljenjem i koriste se V-RayLight - Sphere i V-RayIES osvetljenja. Kod noćnog osvetljenja podešena je jačina svetla u odgovarajućoj jedinici snage. U 3ds Max-u se koriste lumeni, tako da jačina prosečne sijalice od 100w približno predstavlja 1600 lm. Upotrebom 3 sijalice prosečne jačine, prostorija se nije dovoljno osvetlila čak ni dodavanjem svetla iznad trpezarijskog stola. Zbog toga se količina lumena dodaje dok se ne postigne odgovarajući efekat.

U datom primeru V-RayLight/Sphere su nevidljive i tada se ne vidi oblik ni granica sijalice, samo odsjaj. Tri sijalice postavljene iznad dnevnog boravka su jačine 7000 lm, dok su sijalice iznad trpezarijskog stola 5000 lm. Izabrana boja je žuto-narandžasta, slična onoj koje emituju sijalice u prirodi. Kako je blizina svetlosnog izvora u odnosu na tamni zid mala, podešavanja pomenutih parametara moraju biti takva da se ne pojave fleke po zidovima, ali je ujedno i vreme za koje se obrada slike završi duže.



Slika 11 – Noćni render sa nevidljivim sijalicama i bez fleka po zidovima

### 6.1. IES Osvetljenje

Ovaj tip osvetljenja služi za prenos elektronskih podataka posredstvom interneta. *IES* fajlovi su datoteke sa realnim informacijama o raspodeli intenziteta svetlosti.

On prikazuje skoro tačan, realan prikaz svetla. *IES* tip osvetljenja omogućava rasvetu određenog, specifičnog oblika. Ovaj vid osvetljenja koršćen je kao dopunsko osvetljenje i za isticanje pojedinih detalja unutar scene.



Slika 12 – Noćni render sa dodatnim V-Ray IES svetlima

Na samom kraju su dnevni i noćni render koji se već prikazani, ali doradjeni u Photoshop-u. Kombinovani su pass-evi i ispravljene pojedine greške.



Slika 13 – Doradjeni dnevni render u Photoshop-u



Slika 14 – Doradjeni noćni render u Photoshop-u

## 7. ZAKLJUČAK

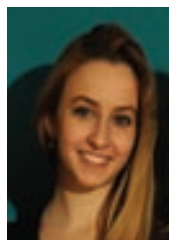
Praktičnim ispitivanjem različitih tipova svetla koje nudi 3ds Max i dodatak V-Ray na primeru enterijera viđenog iz jednog ugla, zaključeno je da jačina osvetljenosti kao i senke nisu iste kao u prirodnom okruženju iako su korišćeni realni parametri i dimenzionisanje predmeta unutar scene. Potrebno je radi dobijanja što verodostojnijeg rendera dodavati svetla pri čemu podešavanja unutar V-Ray Render Setup-a zavise od slučaja do slučaja. Problemi koji se javljaju prilikom testiranja svetla uglavnom su zamućenost rendera, prevelika i premala osvetljenost, ali svakim radom u 3ds Max-u dolazi se do novih problema koji se rešavaju dugim radom tj. iskustvom u ovom softveru.

Što je scena veća problem poput nejasnih ivica i tačkica vidljivih na teksturama biće manje vidljivi i samim tim podešavanja neće biti toliko zahtevna. Sa druge strane, što je scena ispunjenija predmetima, pa samim tim i svetlima koje se koriste u sceni, količina senki i refleksije davaće realističniji render što je i cilj arhitektonske vizualizacije.

## 8. LITERATURA / INTERNET STRANICE

- [1] [https://www.vray.com/vray\\_for\\_sketchup/manual/choosing\\_different\\_render\\_engines.shtml](https://www.vray.com/vray_for_sketchup/manual/choosing_different_render_engines.shtml)
- [2] <http://docs.chaosgroup.com/display/VRAY3MAX/Irradiance+Map>
- [3] [https://www.youtube.com/watch?v=P\\_4GJtEkiUY](https://www.youtube.com/watch?v=P_4GJtEkiUY)
- [4] [http://www.photometricviewer.com/1\\_4\\_Download.html?ckattempt=1](http://www.photometricviewer.com/1_4_Download.html?ckattempt=1)
- [5] [https://www.youtube.com/watch?v=P\\_4GJtEkiUY](https://www.youtube.com/watch?v=P_4GJtEkiUY)
- [6] [https://www.vray.com/vray\\_for\\_3ds\\_max/manual/vray\\_for\\_3ds\\_max\\_irradiance\\_map.shtml](https://www.vray.com/vray_for_3ds_max/manual/vray_for_3ds_max_irradiance_map.shtml)
- [7] <http://nxt.flamingo3d.com/page/what-is-hdri>

### Kratka biografija:



**Nataša Jovanović** rođena je u Novom Sadu 1991. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Digitalne tehnike, dizajn i produkcija u arhitekturi urbanizmu odbranila je 2016.god.

**RAZVIJANJE MODELA KOMPLEKSNE GEOMETRIJE – STUDIJA SLUČAJA  
MODELA FOTELJE****UNFOLDING OF A COMPLEX GEOMETRIC MODELS – A CASE STUDY OF THE  
ARMCHAIR MODEL**

Igor Nađ, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – ARHITEKTURA**

**Kratak sadržaj** – Fokus istraživanja ovog master rada jeste pronalaženje adekvatnih načina nanošenja teksture na željene trodimenzionalne modele u procesu stvaranja arhitektonskih vizualizacija.

Istraživanje je vršeno u nekoliko programa, bili oni po svojoj strukturi stand-alone software, plug-in, add-on, ili samo alatke u određenom radnom okruženju. Njihov odabir vršen je kako po strukturi, tako i po karakteristikama i to su sledeći programi: 3ds Max, kao osnovno radno okruženje, Unwrella, TexTools, Unfold 3d, Substance Painter kao dodaci 3ds Max-u ili samostalni programi.

**Abstract** – The aim of this research is finding adequate ways of applying textures on the specific three-dimensional models in the process of creating architectural visualizations.

The research is conducted in several software, whether they are by their structure stand-alone software, plug-ins, add-ons, or just the tool for a particular operating environment. Their selection is carried out according to the structure, and by the characteristics which are the following software: 3ds Max, as a basic working environment, Unwrella, TexTools, Unfold 3d, Substance Painter as additions for 3ds Max or independent software.

**Ključne reči:** Razvijanje modela, teksturisavanje, unwrap, mapiranje, unfold.

**1. UVOD**

Primena kompjuterske grafike doživljava ekspanziju u svim područjima vizuelnog predstavljanja pa tako i u samoj arhitekturi. Programi dostižu nivo gde je u potpunosti moguće kreirati realne scene i zavarati oko do granice gde je nemoguće proceniti šta je fotografija, a šta CGI (*Computer Graphic Imagery*).

Kreiranje realističnih rendera je moguće, ali relativno dug proces koji je neophodno proći od samog kreiranja i postavljanja objekata u radni prostor programa, preko testiranja, pravljenja materijala do podešavanja parametara render engine-a i renderovanja.

Idealan radni proces ne postoji, postoji samo proces koji nam u zadatoj situaciji više ili manje odgovara.

Primer na kojem je izvršeno istraživanje jeste model fotelje, a osnovni zadatak zadavanje teksture objektu.

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Vesna Stojaković, docent.**

Shodno tome, razmatranje dobijenih rezultata kao realnih i nereálnih u mnogom bi se svelo na proučavanje same fotelje u realnom svetu i načina njene izrade, što izlazi iz okvira ovog istraživanja.

U okviru istraživanja jeste uočavanje problema pri teksturisavanju modela pri upotrebi *UVW map modifier*-a u 3ds Max-u na objekte kompleksne geometrije i pronalaženje mogućih rešenja na različite načine upotrebom samog 3ds Max-a, kao i srodnih programa.

**2. TEKSTURISANJE OBJEKATA**

Teksture u realnom svetu doživljavamo onako kako ih vidimo i osetimo na dodir, bez obzira koliko ih mi uočavali, svi objekti u prirodi ih imaju. U kompjuterskoj grafici apsolutna pažnja se posvećuje vizuelnom doživljaju teksture i njenom što verodostojnijem implementovanju u programe za grafičku obradu ili stvaranju njihovih verodostojnih replika.

Ukoliko se teksture posmatraju sa stanovišta modelovanja i zadavanja koordinata mapiranja geometriji, mogu se podeliti na nekoliko vrsta: boje, fotografije objekta, proceduralne teksture, prirodne teksture.

**2.1. Pojam teksturisavanja**

Pod pojmom teksturisavanja objekata u programima vizualizacije podrazumeva se implementiranje određenih tekstura na samu geometriju objekta u cilju stvaranja privida realnosti.

Teksturisanje u svom svedenom obliku može da predstavlja zadavanje boje željenom objektu, dok sa druge strane može da predstavlja primenu nekoliko mapa u cilju postizanja dodatne realnosti (zadavanje mapa refleksije, refrakcije, *bump*-a, *normal* mapa, itd.).

Prikazivanje slike na računarima funkcioniše na osnovu niza piksela u dve dimezije i trenutno je najzastupljeniji broj piksela monitora 1920x1080, bez obrira na veličinu ekrana. Informacije o pikselima koji kreiraju sliku potiču od grafičke kartice računara, koja proračunava tačnu vrednost nijanse svakog piksela iz RGB (crvena, plava, zelena) spektra i projektuje ih na ekran. Dakle svaka fotografija ili tekstura je kreirana od niza piksela određene boje u dve dimezije. Problem teksturisavanja se javlja prilikom projiciranja dvodimenzionalne fotografije na trodimenzionalan model. Jedino rešenje koje se nameće jeste razvijanje geometrije modela u ravan gde se pikselima geometrije po željenom rasporedu zadaju vrednosti piksela teksture.

Ovakav proces se uvek ponavlja prilikom teksturisavanja, bilo da se koriste programom već određeni načini teksturisavanja, gde korisniku nije konkretno prikazan ovaj proces, ili



sam korisnik razvija geometriju na željeni način. Rezultat dobijen ovim procesom su koordinate mapiranja (*mapping coordinates*).

### 3. TEKSTURISANJE OBJEKATA U 3DS MAX-U

*3ds Max* je *Autodesk*-ov proizvod, program koji se dugi niz godina koristi za stvaranje rendera i animacija i to najviše u kombinaciji sa *V-ray* render engine-om. Zbog svoje kompleksnosti, mogućnosti, kao i rezultata koji se u njima dostižu, postali su vrlo zastupljeni u svim granama *CGI*-a, pa i u arhitektonskoj vizualizaciji.

*3ds Max* nam pruža više načina teksturisavanja objekata, kao što je upotrebom *UVW map modifier*-a, *Unwrap UVW modifier*-a, *Xform* i mnogih drugih pomagala, dok nam u nekim slučajevima sam obezbeđuje koordinate mapiranja. Situacije u kojima program sam generiše mapiranje, jesu pri upotrebi *Standard Primitives* objekata iz istoimene palete, pri upotrebi *Sweep*, *Loft*, i mnogih drugih *modifier*-a.

#### 3.1. Implementovanje tekture na model bez koordinata mapiranja

U ovom slučaju *3ds Max* uzima uzorak boje sa fotografije unešene u odeljak *Diffuse Map*, tačnije na određeni način uzima prosečnu vrednost i zadaje ga modelu.



Slika 1. Model teksturisani bez koordinata mapiranja

#### 3.2. UVW Map modifier

Najjednostavniji vid teksturisavanja u *3ds Max*-u jeste uz pomoć *UVW Map modifier*-a, koji pruža nekoliko osnovnih mogućnosti: *Planar*, *Cylindrical*, *Spherical*, *Shrink Wrap*, *Box*, *Face*, *XYZ to UVW* mapiranje.

#### 3.3. Unwrap UVW Modifier

Suštinski *Unwrap* se ne razlikuje mnogo od ostalih vidova mapiranja, princip kod svih je isti, a to je projiciranje mape na geometriju. Velika razlika kod ovog modifajera jeste što omogućava razmotavanje geometrije onako kako korisniku odgovara. To znači da korisnik postavlja granice (*seems*) gde želi da izdela model, odnosno teksturu radi lakšeg i preciznijeg razmotavanja.



Slika 2. Model teksturisani UVW Map modifajerom

Razmotavanje geometrije je proces koji se u većini slučajeva koristi u primerima sličnim navedenom, primerima gde postoji problem razvučene tekture, ali to ne mora da bude slučaj. Ukoliko korisnik želi da ima potpunu kontrolu nad postavljanjem tekture, u vidu preciznosti ili želi da nanese neku kompleksnu grafiku na model, potrebno je pristupiti ovoj metodi.

Budući da je alatka izuzetno obimna, postoje razni načini rada od automatizovanog razmotavanja uz pomoć *Normal Mapping*-a, *Flatten Mapping*-a, do *Pelt*, *Relax* komandi, pa čak i podnivoa *Vertex*, *Edge*, *Polygon* unutar modifajera.



Slika 3. Model teksturisani Unwrap UVW modifajerom

Prethodno opisanom metodom teksturisavanja moguće je izvršiti razmotavanje geometrije svih objekata, bez obzira na kompleksnost geometrije, u cilju preciznog teksturisavanja. Velika prednost *Unwrap UVW* mapiranja jeste njegova kompleksnost i širok spektar mogućnosti, dok je najveći nedostatak vreme neophodno za izvršavanje operacije.

### 3.4. Unwrella

*Unwrella* je *plug-in* dostupan za više programa kao što su *3ds Max*, *Maya*, *Mari*, *ZBrush*, itd. *Plug-in* je osmišljen kao automatski način razmotavanja geometrije koji znatno ubrzava proces mapiranja sa što manjim procentom razvlačenja tekstone i brojem ivica sečenja. Glavni nedostatak *Unwrella* modifajera jeste vrlo ograničena mogućnost kontrolisanja razmotavanja geometrije i onemogućavanje da se u okviru modifajera pristupi naknadnoj doradi rezultata. Ako se uzme u obzir da su *Unwrella* i *Unwrap* međusobno kompatibilni, tačnije da je moguće 3d model pripremiti uz pomoć *Unwrap* modifajera i UV mapu naknadno modifikovati uz pomoć istog, *Unwrella* postaje koristan alat koji znatno olakšava razmotavanje geometrije.



Slika 4. Model teksturisani *Unwrella* modifajerom

Radom sa *Unwrella* modifajerom u kombinaciji sa *Unwrap UVW* modifajerom postižu se izuzetni rezultati teksturisanih objekata uz znatno skraćeno vreme procesa.

### 4. RAZMOTAVANJE GEOMETRIJE U UNFOLD 3D PROGRAMU

*Unfold 3d* je samostalni program koji isključivo služi za razmotavanje geometrije. Kompatibilan je sa programima kao što su *Cinema 4D*, *3ds Max*, i sličnim programima koji mogu da eksportuju OBJ format. Prednost ovog programa leži u intuitivnosti radnog okruženja i samog procesa razmotavanja geometrije.

Obrizom da *Unfold 3D* radi sa OBJ formatom objekata, eksportovanje geometrije iz *3ds Max*-a ne predstavlja problem, kao ni postojeće mapiranje koje postoji u *3ds Max*-u, jer ga *Unfold* ne učitava.

Proces rada u ovom programu vrlo je sličan *Unwrap UVW* modifajeru *3ds Max*-a. Naime obeležje se ivice modela, konvertuju u granice sečenja i potom se geometrija razmotava. Ono što je prednost, jeste da program sam izračunava razmotavanje geometrije, dakle nisu potrebna nikakva podešavanja, kojim načinom da se razmotava određeni deo, iz kod ugla se posmatra i slično. Iako vrlo jednostavan program, sadrži i alatke za osnovne transformacije (*move*, *scale*, *rotate*) i mogućnost rada na više različitih nivoa, *vertex*, *edge*, *polygon* i *island*.



Slika 5. Model teksturisani u *Unfold 3D* programu

Razmotavanjem geometrije ovom metodom dobijaju se adekvatni rezultati razmotavanja bez obzira na relativno oskudno radno okruženje programa. Ako se posmatra vreme utrošeno u proces, prebacivanje modela iz programa u program svakako oduzima neko vreme, ali se ta činjenica kompenzuje izuzetno bržim razmotavanjem i selektovanjem geometrije. Još jedna bitna prednost u odnosu na *Unwrap* i *Unwrella*-u jeste da *Unfold 3d* znatno lakše radi sa nepravilnom i kompleksnom geometrijom.

### 5. CRTANJE TEKSTURA

Sveobuhvatnim posmatranjem procesa stvaranja fotorealističnih rendera, jasno se izdvaja kreiranje materijala kao jedan od najznačajnijih segmenata rada. Tvrditi da je modelovanje nebitan segment procesa bilo bi pogrešno, ali je neosporno da se slučajni ili namerni propusti pri modelovanju nadoknađuju materijalizacijom. Crtanje tekstura je proces koji se vrši na osnovu izrenderovane razmotane geometrije modela, ili preko objekta u trodimenzionalnom prostoru na koordinate mapiranja razmotane geometrije. Dakle postoje dva pristupa radu, jedan uz pomoć programa za dvodimenzionalno kreiranje grafike (npr. *Adobe Photoshop*) i drugi u trodimenzionalnom radnom okruženju (npr. *Substance Painter*).

#### 5.1. Crtanje tekstura u *Adobe Photoshop*-u

Crtanje tekstone u *Photoshop*-u je proces koji se vrši na osnovu izrenderovanih koordinata mapiranja, i to na način da su potrebne samo kako bi se znale granice i delovi objekta na kojima radimo. Shodno željenom efektu tekstura se može praviti preklapanjem više fotografija ili dodavanjem detalja svake vrste, dok je moguće u potpunosti crtati novu teksturu. Po ovom principu moguće je kreirati sve vrste mapa neophodnih za stvaranje materijala uz pomoć različitih kanala *V-Ray*-a. Neke od njih su *Diffuse*, *Reflection*, *Reflection Glossiness*, *Bump*, *Refraction*, itd.



Slika 6. Prikazan rezultat preklapanja više lejera u procesu stvaranja teksture

## 5.2. Crtanje teksture u Substance Painter-u

*Substance painter* je program namenjen isključivo crtanju tekstura, kako u dvodimenzionalnom tako i u trodimenzionalnom prostoru. Ukoliko je potrebno postići izuzetno detaljno teksturisani objekat, ovaj program je idealna opcija. Pozitivna karakteristika programa je što u odnosu na materijale u upotrebi i preklapljenе lejere, program automatski stvara sve željene mape, kao što su *Diffuse*, *Bump*, *Normal*, *Reflection*, itd. Takođe program sadrži bazu materijala i tekstura koje se mogu koristiti, kao i različitih generatora za posebne efekte: prljavština, rđa, razna oštećenja, itd.



Slika 7. Model materijalizovan Vray materijalom upotrebom tekstura generisanih u Substance Painter-u

## 6. ZAKLJUČAK

Istraživanjem i praktičnim radom na teksturisiranju modela kompleksne geometrije dolazi se do zaključka, da je razmotavanje geometrije esencijalan preduslov za dobijanje pravilno teksturisanih objekata. U zavisnosti od udaljenosti modela od kamere i same detaljnosti rendera na korisniku je da odluči u kojim situacijama će da pristupi razmotavanju geometrije.

Činjenica je da se razmotavanjem geometrije, bilo kojom metodom, mogu postići znatno bolji rezultati nanošenja teksture na objekat i krajnji renderi u odnosu na metode bez razmotavanja. Istraživanjem su obuhvaćeni i metodi rada sa *UVW Map* modifajerom i *Viewport Canvas* alatkom gde se lako mogu uočiti nepravilnosti i propusti koji nastaju pri radu ovim metodama.

Poređenjem *Unwrap UVW* modifajera, *Unwrella plug-in*-a i *Unfold 3d* programa, zaključeno je da je svakom od ovih metoda moguće postići odgovarajuće rezultate razmotavanja geometrije. Njihove glavne razlike su u dužini radnog procesa i stepenu kontrole procesa, ali se na kraju odabir odgovarajućeg programa ipak svodi na afinitete korisnika bez znatnih razlika između ponuđenih.



Slika 9. Render fotelje, rezultat procesa

## 7. LITERATURA / INTERNET STRANICE

- [1] <https://www.knowledge.autodesk.com/support/>
- [2] <http://www.unwrella.com/features/>
- [3] <http://docs.autodesk.com/3DSMAX/16/ENU/3ds-Max-Help/>
- [4] <https://www.youtube.com/watch?v=pEMnnE6D9zk>
- [5] <https://support.allegorithmic.com/documentation/display/SPDOC/Substance+Painter>

### Kratka biografija:



**Igor Nad** rođen je u Somboru 1991. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Digitalne tehnike, dizajn i produkcija u arhitekturi i urbanizmu odbranio je 2016.god.

**PROJEKTOVANJE PREDŠKOLSKE USTANOVE- INKLUZIVNO OBRAZOVANJE  
DESIGN PRE-SCHOOL INSTITUTION- INCLUSIVE EDUCATION**Nikolina Stanišljević, Dragana Konstantinović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast - ARHITEKTURA**

**Kratak Sadržaj** - Deca sa posebnim potrebama se smatraju posebnom grupom korisnika, na koji veliki deo predškolskih ustanova ne obraća pažnju. Samo njihovo obrazovanje u sklopu grupe u kojoj se nalaze deca sa istim razvojnim poteškoćama dolazi do pojave nedostatka modela za adekvatno učenje i vršnjačko ponašanje. Cilj je da se pronađe adekvatan način, gde bi se među decom, bez obzira da li imaju poteškoće u razvoju, ili ne, kroz zajedničko obrazovanje stvorili konstruktivni odnosi.

Nakon analize i sinteze utvrđeno je da se kroz proces inkluzije omogućava nesmetani razvoj svakog deteta, a da pri tome svako dete bude svesno svoje okoline. Zavisno od vrste oboljenja i njegovog stepena ometenosti dete sa posebnim potrebama može da pohađa časove potpune ili delimične inkluzije. Inkluzivne učionice su prostori koji su prilagođeni potrebama svakog deteta, a ne prostori gde se dete prilagođava samom prostoru.

**Ključne reči:** arhitektonsko projektovanje predškolske ustanove; deca sa posebnim potrebama; inkluzija; modeli inkluzije i inkluzivna učionica

**Abstract** - Children with special needs are considered to be a special group of users, to which a large part of the pre-school is not paying attention. Only their education as part of a group in which there are children with the same lagging suffers from the lack of appropriate models for learning and peer behavior. The goal is to find an adequate way to where all children, regardless of whether they have difficulties in developing or through joint training create constructive relations.

After the analysis and synthesis was determined to get through the process of inclusion enables the smooth development of every child, without having every child is aware of your surroundings. Depending on the type of disease and its degree of disability a child with special needs can attend classes full or partial inclusion. Inclusive classrooms are spaces that are adapted to the needs of each child, not spaces where the child adapts to the space.

**Key words:** Architectural design preschools; children with special needs; inclusion; models of inclusion and inclusive classrooms

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila doc. dr Dragana Konstantinović.

**1. UVOD**

Motiv ovog rada proilazi iz činjenice da su deca sa posebnim potrebama svrstana u jednu posebnu kategoriju dece, iako ustvari imaju ista prava kao i deca redovne populacije. Većina ljudi, pa čak i deca, imaju jedan striktan i veoma konzervativan odnos prema njima. Samim tim dolazi do socijalne odbačenosti i izolovanosti te dece. Mnogi smatraju da se obrazovanje i vaspitanje ove dece i dalje treba odvijati u posebnim specijalizovanim ustanovama, iako to utiče negativno na njihov razvoj socijalne interakcije sa vršnjacima redovne populacije.

Zbog toga je sam rad posvećen istraživanju dece sa posebnim potrebama predškolskog uzrasta, i arhitektonskih metoda za uspostavljanje adekvatne socijalne interakcije sa njihovim vršnjacima. Sam problem i tematika je izabran kao pobuna prema trenutno tradicionalnom sistemu obrazovanja dece sa posebnim potrebama i njihove socijalne izolovanosti. Na osnovu toga ograničenja ovog rada su u okviru naše države i bazirana na deci predškolskog uzrasta. Kao osnov za ovo istraživanje krećemo prvo od analize trenutne socijalne kompetencije dece sa posebnim potrebama i njihovih vršnjaka.

Cilj ovog rada jeste stvoriti prostor gde su svi jednaki, stvoriti uslove za nesmetan razvoj sve dece istog uzrasta, bez obzira da li oni imaju poteškoće u razvoju ili ne. Odnosno, stvoriti jedno pozitivno okruženje gde će svi biti svesni okoline i tuđih potreba, a da pri tome ne okreću glavu, jer ukoliko se deca sa posebnim potrebama nalaze u grupi vršnjaka koji imaju iste smetnje u razvoju dolazi do nedostatka modela za uspešno vršnjačko ponašanje a zatim i do nedostatka motivacije za učešćem u grupi vršnjaka redovne populacije.

Uspešna interakcija među decom može biti ostvarena samo ukoliko deca sa posebnim potrebama i njihovi vršnjaci redovne populacije razvijaju konstruktivne odnose. Razvoj konstruktivnih odnosa među decom istog uzrasta bez obzira da li imaju poteškoće u razvoju ili ne može se odvijati kroz proces inkluzije. Podsticanje i razvijanje socijalne interakcije među decom sa i bez teškoća osnovni su smisao inkluzije. Prisustvo dece sa posebnim potrebama podstiče vaspitača ili učitelja da primenjuju različite metode i strategije u radu, što se pozitivno odražava i na ostalu decu. Tada se svako dete oseća uspešno, a da je pri tome bilo suočeno sa izazovom. Komunikacija je od vitalnog značaja za razvoj inkluzivnog okruženja. Potpun pristup treba obezbediti svima.

Na osnovu svih saznanja pokazalo se da proces inkluzije predstavlja dobar put za razvoj socijalne interakcije među vršnjacima čak i od malih nogu.

## **2. SOCIJALNE KOMPETENCIJE DECE SA POSEBNIM POTREBAMA I INTERAKCIJA SA VRŠNJACIMA**

Odrasli prenose na decu sopstvene predrasude i negativne stavove prema osobama sa posebnim potrebama, što bitno otežava kontakte ove dece sa vršnjacima u školi i susedstvu. Podsmevanje, ignorisanje, izbegavanje i odbacivanje su moguće reakcije male dece u kontaktu sa detetom koje ima smetnje u razvoju. Razlike mogu biti uzrok socijalne izolovanosti i odbačenosti dece sa posebnim potrebama, što se potom odražava na uspešnost socijalnih odnosa i socijalnu kompetenciju. Brojna istraživanja pokazuju da smanjena socijalna kompetencija dece sa posebnim potrebama, bilo da je uzrok ili posledica prethodne socijalne interakcije, utiče negativno na dalji razvoj socijalne interakcije sa vršnjacima. Socijalna kompetencija i uspešno ostvarivanje socijalnih odnosa su u uzajamnoj vezi. Od socijalne kompetencije deteta zavisi uspešno ostvarivanje socijalnih odnosa, dok, s druge strane, uspešni socijalni odnosi sa vršnjacima značajno doprinose razvoju detetove socijalne kompetencije. Pored vrste i težine smetnji kod deteta, smanjena socijalna kompetencija dece sa posebnim potrebama nastaje i zbog odbacivanja i neprihvatanja od odraslih i dece iz okruženja. Ukoliko se dete sa posebnim potrebama nalazi isključivo u grupi vršnjaka koji imaju smetnje u razvoju, nedostajace mu modeli za učenje uspešnog vršnjačkog ponašanja koji važe u redovnoj populaciji. Po mišljenju nekih autora, razlike među učenicima, koje negativno deluju na njihov ukupni razvoj, uspešno se prevazilaze pozitivnim interakcijama [0]. Uspešna interakcija među decom može biti ostvarena samo ukoliko deca sa posebnim potrebama i njihovi vršnjaci redovne populacije razvijaju konstruktivne odnose koji su pozitivni, brižni i puni podrške. Podaci istraživanja pokazuju da su posebno važni prvi utisci o detetu sa posebnim potrebama, koji se formiraju tokom početnih interakcija [0]. Posebno važni prvi utisci o detetu sa posebnim potrebama, koji se formiraju tokom početnih interakcija. Ti utisci mogu biti zasićeni pozitivnim ili negativni emocijima ili neutralni. Prihvatanje drugih, čak i različitih, odvija se najlakše u grupnim aktivnostima sa zajedničkim ciljem, odnosno u situacijama saradnje prilikom učenja. Nasuprot tome, do odbacivanja lakše dolazi kada deca nisu uključena u zajedničke aktivnosti prilikom učenja, u kompetitivnoj klimi koja ne usmerava na međuzavisnost.

## **3. INKLUZIVNO OBRAZOVANJE – MOGUĆE REŠENJE**

### **3.1. Menjanje stavova i odnosa prema deci sa posebnim potrebama.**

Neophodan uslov za uvođenje inkluzivnog obrazovanja je menjanje odnosa društva prema ovoj deci. Menjanje stavova je prvi preduslov i prva barijera koju treba otkloniti da bi ovaj proces otpočeo. Inkluzivno obrazovanje i pozitivna iskustva stečena njegovom realizacijom povratno utiču na postepeno menjanje stavova i razvijanje pozitivnijeg ponašanja prema deci sa posebnim potrebama. Ovaj nalaz je logičan jer se negativni stavovi uglavnom formiraju zbog nedovoljne informisanosti i nedostatka iskustva. Negativni stavovi prema deci sa posebnim potrebama, a potom i ponašanje

prema njima, mogu se promeniti ako se upoznamo s njihovim potrebama, uključimo ih u redovne vrtiće i pružimo im mogućnost da nam pokažu svoje očuvane potencijale, što je moguće u inkluzivnom obrazovanju.

### **3.2. Vrtić po meri deteta.**

Inkluzija podrazumeva pomeranje fokusa sa problema deteta na problem društva u celini i njegovih institucija. Ukoliko društvene institucije diskriminiraju decu s posebnim potrebama mogu da im stvore veći problem od samih teškoća koje deca imaju. U osnovi ove ideje je menjanje obrazovnog sistema, a ne prilagođavanje deteta sa posebnim potrebama tom sistemu. Pored fizičke pripremljenosti obrazovne sredine (adekvatna prostorna rešenja, opremljenost grupa didaktičkim materijalom i literaturom, adekvatan broj dece u grupama) pretpostavke za uspešnu realizaciju inkluzivnog programa su: vaspitno-obrazovni program usmeren na dete, pozitivni stavovi i odnos vaspitača/učitelja prema detetu, adekvatna obučenost kadra u obrazovanju, pozitivan odnos i prihvatanje od vršnjaka i saradnja sa roditeljima [0].

### **3.3. Podsticanje socijalne interakcije među decom.**

Uz saznanje da je dete s posebnim potrebama, kao i ostala deca, osobeno biće koje u sebi nosi određene potencijale za razvoj i učenje, vaspitač/učitelj može stvoriti sredinu koja podstiče socijalnu interakciju i obezbeđuje uslove za njihovo kvalitetno obrazovanje. Podsticanje i razvijanje socijalne interakcije među decom sa i bez teškoća u razvoju, kao i koristi koje i jedni i drugi imaju od ovog procesa, osnovni je smisao inkluzije. Uticaj na decu da prihvate razlike može se ostvariti organizovanjem aktivnosti koje su im zanimljive, podstiču na otkrivanje mogućnosti svog tela, kao i predmeta, mesta i osoba koje ih okružuju. Deca se podstiču da koristeći sva čula, mereći, gledajući, osećajući i slušajući, otkrivaju koje osobine su im zajedničke a po kojima su osobeni. Na taj način, deca uče da smo i slični i različiti, da nas individualne osobe-nosti čine onim što jesmo, da razlike mogu biti podsticajne i da je „u redu“ biti različit. Uz pomoć ovih aktivnosti deca mogu otkriti da svi imamo slične potrebe, naročito potrebu da budemo prihvaćeni. Jedan od načina da se podstakne socijalna interakcija jeste primena strategije kooperativnog učenja u kojoj deca rade zajedno, kako bi postigla određeni cilj i obavila postavljene zadatke. Deca uviđaju da su međusobno povezani i da svi članovi grupe preuzimaju zajedničku odgovornost za aktivnost kojom se bave. Osećaj međusobne zavisnosti pomaže deci da prihvate postojeće razlike i dožive druge kao jedinstvene osobe, sa različitim doprinosima koje mogu dati prilikom zajedničkog učenja. Zajednički cilj koji imaju podstiče ih da pružaju i traže pomoć od vršnjaka onda kada im je potrebna. Posebno su značajne situacije u kojima vršnjaci traže pomoć od deteta sa posebnim potrebama jer to naglašava njegovu važnost i doprinos zajednici.

## **4. MODELI INKLUZIJE**

### **4.1. Potpuna inkluzija**

Predstavlja metod u obrazovanju gde se u toku čitavog jednog školskog dana u istoj prostoriji ili učionici nalaze deca sa posebnim potrebama i deca istog uzrasta redovne populacije. Veliku ili čak najveću ulogu pri ovakvom

funkcionisanju imaju sami vaspitači i njihovi asistenti. Primarni posao vaspitača je da pomognu deci sa smetnjama u razvoju i da sa njima uspostave prijateljski odnos, pored toga treba da se prijateljski ophodi i prema ostaloj deci. Vaspitač treba da: 1) pomogne promeniti stereotipska mišljenja o smetnjama u razvoju koja deca trenutno imaju 2) deci sa invaliditetom da pomognu u razvijanju socijalnih veština, što će im omogućiti da komuniciraju efikasnije u širokoj mreži poznanika, članova porodice i prijatelja. Prijateljski odnosi, promene stavova i razvoj društvenih veština je moguć kroz potpunu inkluziju iz prostog razloga što ovi ciljevi zahtevaju prisustvo dece sa posebnim potrebama i dece istog uzrasta redovne populacije.

Spovode se posebne metode i strategije u zajedničkom radu sa ovom decom koje omogućavaju uspostavljanja komuni-kacije među decom. Koriste se predmeti i sredstva za rad koja su prilagođena svima. Ova metoda u obrazovanja je mnogo efikasnija za decu sa posebnim potrebama jer dolazi do eliminisanja svih negativnih pojava koje bi bile rezultat obrazovanja u specijalnim ustanovama.

#### 4.2. Delimična inkluzija

Model delimične uključenosti ili delimične inkluzije naglašava mogućnost dece sa posebnim potrebama da komuniciraju sa svojim vršnjacima socijalno i akademski, ali ne zahteva da dete sa posebnim potrebama ostane u učionici u toku jednog celog školskog dana. U tom slučaju deca sa posebnim potrebama određeni vremenski period boravi u inkluzivnoj učionici, a ostatak vremena u posebnim prostorijama prilagođenim samo njihovim potre-bama i razvojem. Time se izbegava mogućnost remetenja dinamike učenja u standardnoj učionici. Osobe koje su obučene za rad sa decom sa posebnim potrebama ostaju u komunikaciji sa redovnim nastavnicima da bi se omogućilo da dete sa posebnim potrebama ostane u stanju da razume i prati kompletan kurs.

Tokom boravka u inkluzivnim učionicama dete sa posebnim potrebama ne dobija dodatnu pomoć ili posebne instrukcije već se on tretira kao punopravni član odeljenja. Međutim većina specijalizovanih usluga mu se pruža van standardne učionice, naročito ako ove usluge zahtevaju posebnu opremu ili može da poremeti rad sa ostatkom odeljenja. Tada dete sa posebnim potrebama povremeno napušta učionicu da bi prisustvovao manjoj intenzivnijoj sesiji prilagođenoj samo njegovim potrebama. Kao i kod potpuno inkluzije i u ovim učionicama se koriste različite metode kao sredstva za rad sa decom, koja pomažu da se deca približe jedna drugima i da nestanu socijalne barijere.

#### 5. INKLUZIVNA UČIONICA

Inkluzivne učionice su učionice u kojima vaspitač i deca rade zajedno da stvore i održe okruženje u kome će se svako osećati sigurno, podržano i podstaknuto da izrazi svoje stavove.

Inkluzivne učionice su prostori namenjeni za rad sa decom čije su potrebe različite, samim tim prostor treba biti prilagođen pojedinci ali i celoj grupi. Komunikacija je od vitalnog značaja za izgradnju inkluzivnog okruženja i sam fizički razvoj učionice treba da bude strateški

raspoređen. Zbog toga će se dalje u tekstu detaljnije opisati sam izgled inkluzivne učionice.

Postoje određena preporuke koja se projektant može pridržavati pri projektovanju ovakvog prostora.

Te preporuke su:

- Napraviti jednu oblast u učionici u kojoj deca mogu zajedno da razgovaraju, razvijaju socijalne veštine, učestvuju u velikim grupnim aktivnostima. Ovaj prostor mora biti dovoljno prostran za svu decu da se okupe.
- Stolove rasporediti u manjim grupama ukržni ili polukružni oblik, jer grupni rad uspešno stvara komunikativno okruženje i stvara se prilika za kooperativno učenje, saradnju i diskusiju.
- Sedenje u učionici organizovati u krug ili polukrug, pri čemu se omogućava da svi učesnici koji sede za stolom vide jedni druge.
- Sto nastavnika postaviti na periferiji učionice, jer vaspitači u inkluzivnim učionicama retko sede tokom dana i ne trebaju im stolovi koji samo smetaju.
- Ukoliko je neophodno da prostorija ima računar, jer on može predstavljati jedan efikasan način za učenje i komunikaciju, preporučuje se da se on nalazi u samom uglu prostorije u poziciji u kojoj kada neko sedi za računarom bude u kontaktu sa celom učionicom. Ovim se izbegava iznenađenje i strah koji se pojavljuje ako nismo svesni da nam se neko približava. Sama ova pozicija računara stvara prostor gde je dete i dalje svesno okoline.
- Neophodno je obezbediti police i ormare kojima se prijateljski pristupa i koje su fiksirane za čvrst element, čime se vrši zaštita od eventualnih povreda.
- Obezbediti adekvatan prostor za svu decu da se bezbedno kreću po prostoriji. Potrebno je postaviti znakove i simbole po sobi da ukažu na izlaze i ulaze u slučaju opasnosti.
- Učionica treba da bude uređena na način koji ne stvara diverziju i preopterećenje. Previše svetle boje, poster, napadan nameštaj može lako odvući najviše fokusirano dete.
- Pored toga, neophodno je obezbediti tihe prostore za osamu dece sa posebnim potrebama.

Pažljivo planiranje fizičkog prostora učionice snažno podržava inkluzivno okruženje.

#### 6. PROJEKTNO REŠENJE

Prilikom idejnog rešenja predškolske ustanove inkluzivnog karaktera vođeno je računa da se svi principi inkluzije i univerzalnog dizajna primene.

Objekat se sastoji iz 3 funkcionalne celine. Ulazni deo, koji je više namenjen deci sa posebnim potrebama, jer je u prizemlju smešten blok samo za rad sa takvom decom. Sprat je rezervisan za administraciju i Servisni centar. Postoje dva trakta obrazovnih jedinica, svaki trakt po 3 jedinice. Sve obrazovne jedinice su kao jedna nezavisna funkcionalna celina, koja ne zavisi od druge obrazovne jedinice, pošto u svom segmentu ima garderobu i toalet za decu koja pohađaju tu jedinicu. Sve učionice su projektovane po principu koji zahteva inkluzija. Prostor je prilagođen svim svojim korisnicima. Treću celinu čini prostor namenjen nekoj vrsti zajedničke interakcije. Svi korisnici i posetioci ovog objekta imaju mogućnost korišćenja ovog dela, dok su prve

dve celine bile ograničene tipom osoba koje koriste te delove objekta.

Vođeno je i računa kako na unutrašnji, tako i na spoljašnji prostor. Sve prostorne celine koje se nalaze na otvorenom su projektovane radi zadovoljavanja potreba svih korisnika. Svaka obrazovna celina ima i ograđen spoljašnji prostor sa natkrivenim delom i delom namenjenom igri na travi. Postoji mogućnost da deca ne borave samo u tom delu spoljašnjeg prostora, jer taj deo koriste samo deca koja borave u toj učionici, već mogu da koriste i prostor spoljašnjeg atriuma, koji je namenjen svojoj deci bez obzira u kojoj učionici borave. Sve spoljašnje celine su dobro zaštićene od sunca i njegovog negativnog uticaja, kao i od znatizeljnih pogleda, čime je sigurnost dece dovedena do maksimuma.



Slika 1: Inkluzivna učionica



Slika 2: Predškolska ustanova, unutrašnja organizacija

## 7. ZAKLJUČAK

Svako dete bez obzira da li ima poteškoće u razvoju ili ne ima pravo na obrazovanje; obrazovanje koje će mu pomoći da se razvije i da stvara komunikativne veštine. Zbog toga je neophodno stvoriti adekvatne uslove za obrazovanje sve dece u istim predškolskim ustanovama. Igra i komunikacija među decom istog uzrasta dovodi do razvoja konstruktivnih odnosa. Ukoliko su deca redovne populacije svesna potreba i poteškoća s kojim se susreću deca sa posebnim potrebama u stanju su da shvate celokupnu okolinu, svesni su svog društva. Kroz inkluzivno obrazovanje svako dete je tretirano bez povlastica, odnosno svakom detetu se pridaje ista pažnja. Najveću ulogu u razvoju inkluzije imaju vaspitači, jer oni treba da uklone sve stereotipe i stigme što prate decu sa posebnim potrebama. Oni postaju pokretači svega. Neophodno je promeniti sadašnji sistem obrazovanja i prilagoditi ga svima. Učionice sa manjim grupama omogućava vaspitaču da se posveti svim članovima jednako. Vaspitač treba da stimuliše svu decu da aktivno učestvuju u svim dnevnim aktivnostima, tako da deca sa posebnim potrebama ne osećaju se izolovano, povučeno ili odbačeno. Sami prostori u kojima se odvija inkluzija su prilagođeni svima- omogućen je pristup svim elementima koji se nalaze u tim prostorijama. Uređenje tog prostora je izrazito suptilno i jednostavno, jer ne sme ništa da odvlači pažnju deteta dok uči ili se igra. Dolazi se do zaključka da je inkluzivno obrazovanje jedan od mogućih načina na osnovu koga se može razvijati interakcija između sve dece istog uzrasta. Inkluzivni sistem obrazovanja je najadekvatnija osnova za modifikaciju sistema predškolskog, a kasnije i školskog obrazovanja.

## 8. LITERATURA

- [1] Kobeščak, S., " *Socijalni aspekt odgoja i obrazovanja djece sa posebnim potrebama*", Zagreb: Dijete, vrtić, obitelj, br.13, 1998
- [2] Krnjajić, S., " *Poštovanje drugog: preduslova uspostavljanje i razvoj dečijeg prijateljstva*", Beograd: Institut za pedagoška istraživanja, 2007
- [3] Vujačić, M., " *Inkluzivno obrazovanje – teorijske osnove i praktična realizacija*", Beograd: Nastava i vaspitanje, br. 4-5, 483-497, 2005

### Kratka biografija:

**Nikolina Stanišljević** rođena je 1991. godine u Gradišci, BiH. Osnovne akademske studije završila 2014. god.. Master studije završava 2016. godine na Departmanu za arhitekturu i urbanizam, smer Arhitektonsko i urbanističko projektovanje.

**Dragana Konstantinović**, dipl.inž.arh, docent je na Departmanu za arhitekturu i urbanizam Fakulteta tehničkih nauka, na predmetima iz oblasti arhitektonskog projektovanja. Diplomirala je 2003. na Fakultetu tehničkih nauka magistrirala 2009. godine na Arhitektonskom fakultetu u Beogradu, doktorirala januara 2014. godine na Fakultetu tehničkih nauka sa tezom „Programske osnove jugoslovenske arhitekture: 1945-1980“.

**MULTIFUNKCIONALNI OBJEKAT****MULTI-FUNCTIONAL BUILDING**Toni Trutanić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ARHITEKTURA I URBANIZAM**

**Kratak sadržaj** – Tema ovog rada jeste multifunkcionalni ili polivalentni objekt. Njegova namjena je javnog i privatnog karaktera. Javni aspekt, s jedne strane, obuhvata središnji trg (atrijum), galerije, dok s druge strane, privatni aspekt obuhvata apartmane, kafiće, restorane, lokale. Cilj ovog rada jeste dodati kvalitetan i primjeren sadržaj mjestu u kojem bi se budući objekt nalazio.

**Abstract** – U ovom radu je predstavljen objekt koji je nastao kao spoj modernog doba i starog, želja je bila da se uspostavi veza sa tradicijom, ali i potrebama modernog čovjeka.

**Ključne reči:** Zbornik FTN, Studentski radovi, Uputstvo

**1. UVOD**

Cilj rada je bio istraživanje postojećih objekata na ovu temu, i isto tako istražiti koliko bi ovako nešto bilo uopće potrebno u sredini u kojoj je planiran ovakav objekt. Želja je bila da se stanovnicima otoka Brača i mjestu Selca pruži jedan kvalitetan, kako turistički tako i javni sadržaj, koji bi obogatio postojeću turističku ponudu, a pored toga i jedan polivalentan objekt i novi duh mjesta, koji bi okupio postojeće stanovnike i privukao nove. Naravno, važno je napomenuti da bi takav objekt bio u funkciji čitavih godina dana, a ne samo tri mjeseca dok traje turistička sezona. Svakako je važno pomenuti, da bi takva struktura pružila mogućnost zaposlenja mladih ljudi i oživila mjesto preko duge zime, i što je najbitnije, ova ideja bi dala novu svrhu i nadu za takvo malo mjesto.

**2. ISTORIJSKA ANALIZA OBJEKATA KOJI IMAJU DODIRNIH TAČAKA SA OVOM TEMOM**

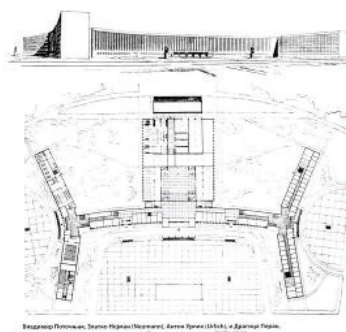
Razlog zbog kojeg sam se odlučio na odabir ove teme, jesu općinjenost poznatim istorijskim objektima kao što su Dioklecijanova palata u Splitu, Šibenska katedrala [slika 1], i svakako od novijih palata Siv u Beogradu [slika 2], Bjela kuća u Washingtonu [slika 3].... Svim tim građevinama je zajedničko to da su rađene od Bračkog kamena. Na Braču se do sada nije izgradio neki objekt sličan prethodno pomenutim, međutim zbog same istorijske podloge mjesta, bila mi je želja da isprojektiram nešto slično ovim objektima, naravno, u skladu i primjereno otoku Braču i njegovim stanovnicima, Npr. Laički rečeno: kao da ste uzeli jedan mali dio Dioklecijanove palate i prebacili je na Brač, ali naravno pošto je palata napravljena početkom II i krajem III vjeka,

**NAPOMENA:**

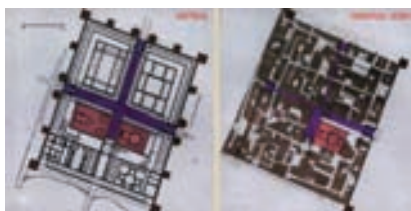
**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila docent Ivana Miškeljin.**

ovaj naš novi objekt bi bio napravljen u skladu sa vremenom u kojem se stvara.

Interesantna stvar za palatu u Splitu jeste njena prilagodljivost - ona postaje grad, pretvarajući svoja arhitektonska obilježja u urbanistička. Jedna od interesantnih stvari je to što je palača kroz vekove izmenila svoj prvobitan oblik, naselila se lokalnim stanovništvom, prilagodila svoju monumentalnu izvornu namjenu običnom i malom čovjeku. Danas u palati živi 1500 ljudi, a ostalo su hoteli, hosteli, apartmani. U prizemlju su lokali mješovite javne namjene. Palatu posjeti godišnje u prosjeku oko 200 000 turista [slika4]. Povučeni primjerom, cilj nam je da kao i kod Dioklecijanove palate cijeli objekat bude prilagodljiv, koji će svakako imati svoju svrhu i namjenu, ali mislim da treba ostaviti i prostora za promjene, jer svako vrijeme nosi neke druge potrebe.

Slika 1. *Katedrala Sv. Jurja u Šibeniku*Slika 2. *Bijela kuća u Washingtonu*Slika 3. *Palata SIV u Beogradu*





Slika 4. Dioklecijanova palata u Splitu

### 3. MULTIFUNKCIONALNI OBJEKT U SELCIMA

#### 3.1. Lokacija

Lokacija ovakvog tipa građevine ima dobru potporu da se izgradi na ostrvu Brač. Na Braču nema stavke transporta kamena, jer materijala ima u izobilju, a te stvari uveliko pojeftinjuju i pojednostavnjuju proces izgradnje ovakvog tipa građevine. Ideja je da se lokacija nađe u mjestu Selca, jer je drugo po redu važnosti mjesto na ostrvu, uz Pučišće koje je poznato po kamenarskoj tradiciji. Selca imaju mnogo kamenoloma i pilana za obrđivanje kamena, tako da bi bilo omogućeno i posjećivanje tih lokaliteta gdje se kamen bere (vadi). Multifunkcionalni objekt bi bilo najbolje smjestiti malo izvan samog naselja zbog nesmetanih održavanja bučnih manifestacija na otvorenom. Njegova lokacija bi trebala da bude između postojećeg naselja i postojećih kamenoloma [slika5]. On bi bio centar novog dešavanja i dao bi mogućnost okolnom prostoru da se razvije bogatijim sadržajem, I samim tim potrebu za razvijanjem novih sadržaja.



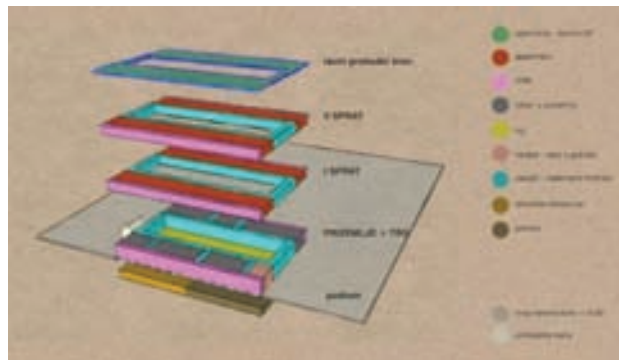
Slika 5. Prikaz lokacije objekta u odnosu na naselje

#### 3.2. Koncept i program

U današnje vrijeme, pogotovo u manjim mjesima, pa čak i gradovima, dolazimo do jednog najuočljivijeg problema, a to je nedostatak sve više kvalitetnog javnog prostora, odnosno trga (prostora između kuća-zgrada). Iz tog naizgled prostog problema je proistekla moja želja za projektiranjem prostora između. Taj prostor u našem slučaju jeste trg, koji, naravno, može biti višenamjenski, kao što i jeste svrha trga, dok je najbitnija stvar čemu trg i u stvari služi - okupljanju ljudi.

Na našoj izabranoj lokaciji na otoku Braču, u mjestu Selca, poznatom po istorijskoj tradiciji obrade kamena na rimski način, i u zadnje vrijeme sveopštem jačanju turizma, vremenom je došlo do sve većeg interesovanja, što je na kraju rezultiralo i građenjem velikog broja kuća i

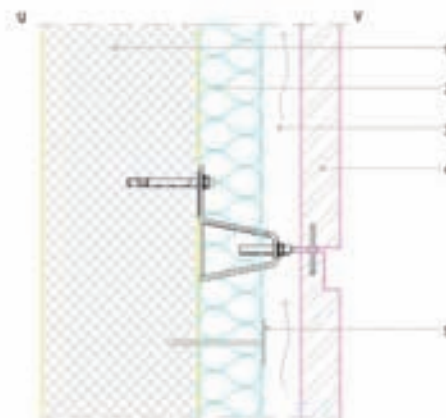
apartmana. To sve utiče na jačanje ekonomije, čemu se daje velika prednost. Loša strana toga je nedostatak prostora između javnih i kulturnih sadržaja. Tako da smo planirali na osnovu toga napraviti objekat koji će imati sve navedeno [slika 6], sa posebnim akcentom na okupljanje ljudi, zajedništvo i druženje, ne samo na trgu već i na svim delovima našeg planiranog objekta, kao što su pasaži, lođe, galerije, krovni vrt, kafići, restorani, butici... Apartmani predstavljaju zatvoreni i privatni deo, i na ovaj način svi ti ljudi (lokalni i turisti) imaju dodatan sadržaj osim kupanja i spavanja.



Slika 6. Prikaz programskog sadržaja po etžama

#### 3.3. Materijalizacija, Konstrukcija

Glavni materijal koji bi koristili za završnu obradu bio bi kamen, s tim da ga ne bi ugrađivali kao nekada u starom Rimu, da ima i konstruktivnu i dekorativnu funkciju, već bi se kamen koristio isključivo za dekoraciju i kao završni sloj konstruktivnog sistema. Fundamentalna struktura bi nam bila armirano betonski elementi i ispuna (porotherm blokovi ili betonski blokovi) gdje je to moguće, zatim na tu strukturu bi kačili kamen na čelična sidra. Razlog tome je ventilirana fasada [slika 7], koja je dobar toplinski most, finansijska ušteda, i na taj način kamen ima veću trajnost pošto armirani beton radi (bubri i skuplja se) pa nije dobro da bude priljubljen neposredno uz kamen (koji ne radi - nema svojstvo plastičnosti, kamen je krut materijal) i iz tog razloga ostavljamo vazdušni prostor između. Takođe, još jedan od razloga je to što je ovakav konstruktivni sistem u duhu današnjeg vremena, drugim rječima kamen se danas koristi isključivo kao završna obrada, nema izvornu konstruktivnu namjenu.



Slika 7. Detalj obješenog prirodnog kamena

Novija ideja ventilirane fasade proistekla je iz takozvanog efekta dimnjaka. Efekt dimnjaka je pojava povezana s podizanjem toplog zraka koji je lakši od hladnog. Dimnjak radi tako da je dim unutar njega puno topliji od vanjskog zraka, pa se brzo uzdiže prema gore. Kaže se da dimnjak dobro „vuče“. Upotrijebljen na ventiliranoj fasadi taj efekt izražava činjenicu da je zrak unutar prostora za ventilaciju topliji od vanjskog i da nastoji pobjeći kroz izlaz na vrhu fasade.

### 3.4. Forma objekta

Rezultat koji smo dobili na kraju jeste spoj modernog i tradicije, objekat je u osnovi stogog pravogaonog oblika, Arkade na fasadi se ponavljaju i to daje neku monumentalnost i strogoću objektu, i na taj način smo htjeli ispoštovati tradiciju, neke stvari kao što su pukotine na fasadi i okrugli prozori, su objekat učinili prefinjenijim, lakšim, i na kraju krajeva zanimljivijim [slika 8], jer ideja jeda se napravi objekt u skladu 21. vjeka u kojem se nalazimo, a opet s druge strane da se ispoštuje tradicija mjesta u kojem se objekt nalazi. [slika 9].



Slika 8. Aksonometrijski prikaz budućeg objekta



Slika 9. Prikaz detaja fasade budućeg objekta

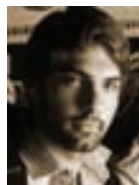
## 4. ZAKLJUČAK

Mislim da su Braču i ostalim ostrvima u Jadranskom moru, prije svega, potrebni centri i okupljališta koja će okupiti već postojeću populaciju i privući noviju populaciju bez ikakvih predrasuda. Rođen sam na Braču i svake godine Brač i ostala ostrva izumiru, Brač je proglašen jednim od 10 najugodnijih prostora za život na cijelom svijetu, a na cjelom ostrvu živi 14 000 ljudi što je ekvivalent pet solitera u Beogradu. Mislim da možemo napraviti još jaču turističku destinaciju i povećati populaciju na ostrvima a to je jedino moguće ukoliko se krenu graditi ovakvi sadržaji koji nemaju kratkotrajnu privatnu korist, već i kulturnu korist u cilju dugoročnog razvoja ostrva i cjele regije.

## 5. LITERATURA

- [1] Heinz Keller: RIMSKO CARSTVO
- [2] Carević, Vuković, Štambuk: Bračko kamenarstvo i klesarske škole

### Kratka biografija:



**Toni Trutanić** rođen je u Splitu 1989. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitektura i urbanizam– Multifunkcionalni objekt odbranio je 2016.god.

## ИДЕЈНО РЈЕШЕЊЕ ВАЗДУШНЕ БАЊЕ CONCEPTUAL SOLUTION OF AIR SPA

Игор Радовић, Милена Кркљеш, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

### Област – АРХИТЕКТУРА

**Кратак садржај** – Рад представља анализу објеката за туризам, тачније бањског туризма и његове заступљености како код нас тако и у свијету и израду идејног рјешења ваздушне бање. Када кажемо бањски туризам тада првенствено мислимо на бањска лечилишта која су намењена за рехабилитацију, лечење, рекреацију и одмор крајњег корисника. Као главни предмет овога истраживања и рада су ваздушне и мешовите бање које као један од садржаја који нуде имају ваздушни третман.

**Abstract** – *This paper presents an analysis of facilities for tourism, spa tourism and more specifically its presence both here and in the world and the conceptual design of air spa. When we say spa tourism then we primarily refer to the spa sanatorium, which are intended for the rehabilitation, treatment, rest and recreation. The main subject of this work will be air and mixed spas, that offer as one of the features air treatments.*

**Кључне ријечи:** *Туризам, ваздушна бања, рекреација*

### 1. УВОД

Када говоримо о бањама и објектима за туризам уопште требамо се прво осврнути на сам туризам као глобални феномен који је присутан генерацијама уназад и помиње си у ближој па и чак даљој историји људскога друштва.

**Модерни туризам** представља чин путовања у циљу рекреације, као и прибављање услуга ради остваривања тог циља. Сама реч „туризам“ потиче од енглеске речи *tour*, што у преводу значи „задовољство од путовања са задржавањем у различитим местима“.

**Туриста** је особа која путује најмање осамдесет километара од мјеста сталног боравка, како је то дефинисала Свјетска туристичка организација (дио Уједињених нација) [1].

#### 1.1 Типологије туризма и туристички мотиви

Једна од најбитнијих типологија туризма и туристичких дестинација јесте према мотивима туристичке привлачности. Туристички мотиви су сви објекти и појаве у простору, одређених својстава и карактеристика, способних да као спољни стимулус привуку туристе да их посјете и који су у могућности да разреше неке њихове туристичке потребе. Туристички мотив је дакле, све оно што привлачи туристу у неку дестинацију [1].

#### НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији је ментор била др Милена Кркљеш, доцент.

**Туристички мотиви** су изузетно бројни и разноврсни, а и стално се откривају неки нови, јер туристи увек желе нешто ново. Ипак, према туристичком промету и интересовању туриста, могу се издвојити четири основна туристичка мотива, а према њима и четири основна типа туристичких дестинација. То су: приморске, планинске, градске и **бањске**. Најпопуларније су свакако приморске и планинске дестинације и оне привлаче највећи број туриста. Градске дестинације за разлику од прве две немају сезонски карактер и добиле су на популарности и потражња за њима је из године у годину све већа. На задњем мјесту су бање јер су њих углавном посјећивали и посјећују људи који су приморани на то и имају потребу услед лошег стања организма, болести и сл. Међутим, модернизацијом бања и убацивањем разних садржаја, као и то да такође нису сезонског карактера, овај вид туризма добија на популарности и спектар гостију који посјећују бање се знатно проширио.

#### 1.2 Циљ истраживања

Циљ рада је подстицај становништва и промјена свијести самога појединца да бање и бањски туризам нису само намјењени старом и болесном становништву него су прилагођени и примјерени за све старосне групе и слојеве становништва и да поред своје примарне улоге, лијечења и рехабилитације, могу да служе и за одмор и рекреацију. За крајњи циљ можемо рећи да је израда и реализација оваквога једнога пројекта.

### 2. ОБЈЕКТИ ЗА ТУРИЗАМ

Када кажемо објекти за туризам тада мислимо на оне објекте и установе које врше услужну (угоститељску) дјелатност појединцу или одређеној групи људи. Под ову категорију не спадају објекти због којих туристи одлазе на неку локацију, мјесто, град или државу да би их посјетили и истражили или обавили у њима трговину ако она није у склопу објекта који врши искључиво угоститељску дјелатност или му је то један од дјелатности. Ови објекти спадају у категорију туристичких мотива, а не у категорију објеката за туризам тако да је веома важно разлокавати ове две групације и типологије објеката. Дакле, у објекте за туризам спадају објекти који врше услуге смјештаја, хране и пића и то су: хотели и мотели, апартмани и хостели и бање [2].

#### 2.1 Бањски комплекси

Бањски комплекси су категорије туристичких објеката који поред примарне намјене (лијечење, рехабилитација, одмор и рекреација) садрже најчешће један

или више предходно наведених објеката (хотели и апартмани). Ови објекти могу да буду у власништву бање која у већини случајева припада држави или у приватном власништву. Назив бање се често везује за мјесто или општину у којој се налази, као што је Врњачка Бања у Србији или Карлове Вари у Чешкој републици. Тако да имамо ситуације да је цијела општина или насеље на одређен начин у служби бање а њени становници се баве услужним дјелатностима захваљујући туристима који ту долазе.

Локација бања се не бира насумично већ је везана за географски погодно мјесто богато са једним или више природних ресурса (вода, ваздух...) који су потребни да би бања имала сврху и оправдала своје постојање.

### 3. БАЊЕ

Бања је лијечилиште које је богато *водом, блатом или ваздухом* љековитих или других својстава која помажу или олакшавају тегобе, убрзавају лијечење или зарастање или на неки други начин помажу процесу оздрављења [1].

Најчешће су у питању извори геотермалне или минералима богате воде, мада постоје бање са љековитим блатом а нека мјеста у планинским предјелима се због чистог и свјежег ваздуха називају „**ваздушним бањама**“. Бање имају здравствено-терапеутску-рекреативну функцију и служе за одмор и рехабилитацију гостију.

#### 3.1 Типологија и подјела бања

Бање у зависности од љековитог или љековитих третмана који пружају својим корисницима се могу подијелити у три основне типа или категорије: бање са термалним изворима, бање са љековитим блатом, ваздушне бање и комбиноване бање које обједињују две или све три ове особине. Наравно првобитну подјелу и тип бање одређује њена географска локације, рељеф и терен на коме се налази као фактори који директно утичу на својства једне бање. Најбоље и најпожељније су комбиноване бање које пружају више различитих услуга.

#### 3.2 Ваздушне бање

Неке бање уопште не поседују термоминералне изворе, али се одликују изузетно повољном климом која може бити љековита за неке болести (нпр. астма, бронхитис...), гдје је основни љековити фактор ваздух односно скуп карактеристичних климатских фактора. Такве бање су познате и као **ваздушне**.

Уопште је познато да боравак у бањама има благотворно дејство на психофизичко стање организма. Разлика између ваздушних и оних бања које то нису, лежи само у томе што ваздушне бање могу да се похвале изузетним љековитим својствима и саставом ваздуха, док лаички говорећи остале бање имају „само“ здрав ваздух.

Ваздушне бање су везане за географско подручје односно за сам рељеф и климу неке области или предјела и њих одликују:

1. Умјерено континентална клима (благе зиме и свјежа лета)
2. Идеална влажност ваздуха

3. Велика концентрација кисеоника
4. Одсуство загађивача ваздуха и потпуни изостатак магле
5. Изразито чиста вода и ваздух
6. Бујна вегетација
7. Висока концентрација јона и озона у ваздуху
8. Велик број сунчаних дана и добра инсолација
9. Низак ваздушни притисак
10. Мали број вјетровитих дана
11. Надморска висина

Веома важно за ваздушне бање је да немају ниједног загађивача ваздуха, односно то су еколошке средине или општине.

Ваздушне бање и бање уопште се користе за лечење: малокрвности, плућних обољена, алергија, неуролошких обољена, кардиоваскуларних болести, слабог општег стања организма, повишене масти и шећера у крви, болести метаболизма, исцрпљености и стреса.

### 4. АРХИТЕКТУРА И ПРОЈЕКТОВАЊЕ БАЊА

Бање често нису појединачни објекти него су то комплекси или чак цијела насеља и општине која су у њеној служби. Приликом израде пројекта једне бање можемо издвојити три велике функционалне целине: централни блок, дио за лијечење, рехабилитацију и рекреацију и на крају смјештајне јединице. Све елементе потребно је испројектовати у складу са правилима и нормама који су прописани за један објекат овога типа. Пројекти бања су веома слични пројектима хотела јер имају мноштво заједничких елемената поготово када су смјештајне јединице у питању [3]. Јако битан сегмент пројекта је прилагођавање установе лицима са умањеним тјелесним способностима (инвалидитетом). Ова ставка је данас законска обавеза и мора бити бар у одређеној мјери испоштована.[4]

#### 4.1 Конструктивни системи

Приликом конструисања смјештајних јединица углавном се користе модуларне мјере. Тако да имамо ширину модула у зони соба која се креће од 3 метра до 3.60 метара па чак и 4,60 метара код луксузних хотела, при чему је оптимална и рационална вриједност 3,60 метара односно удвостручена мјера 2x3.60 метара гдје долазимо до конструктивног модула 7.20 метара. Уколико се објекат гради од челичне конструкције могуће је примјенити мјеру 3x3.60 метара што нам даје конструктивни модул од 10.80 метара. Системи градње који се најчешће примјењују су: скелетни, панелни и ћелијски. Конструктивна висина износи 3.30 метара за хотеле А категорије и 2,80 метара за Б категорију.[5] Код великих система могуће је примјенити потпуну префабрикацију и монтажу елемената и унификацију за: инсталациона језгра, лифтовска окна, степеништа, међусpratне конструкције, надвратне и надпрозорне греде и сл. Код групе друштвених просторија, улазног хола, ресторана и саобраћајних зона примјењују се скелетне конструкције са великим распонима: 7,20; 9,00; 12,00 и више метара а конструктивна висина је изнад: 3,60; 4,20; 4,50; 6,00 метара [6].

## 4.2 Обликовање и материјали

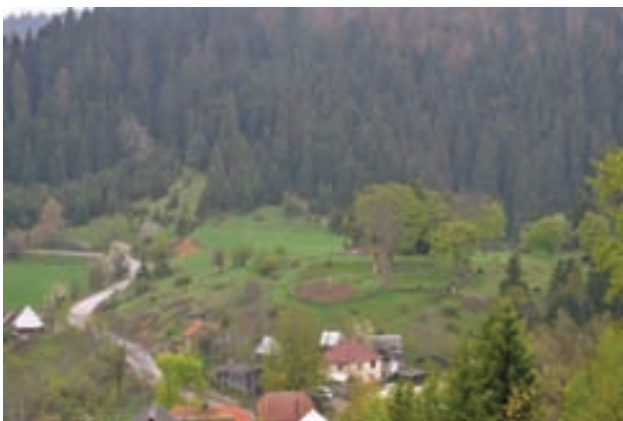
Када се испоштују све конструктивне норме, правила и функције које мора да има један објекат оваквога типа долазимо до обликовања које се оставља углавном на избор пројектанту тј. самом архитекти. Наравно и ту треба бити опрезан и водити рачуна да се не нарушава природни амбијент, смањи ниво загађења и да се што више употребљавају природни материјали. Вузелни доживљај објекта треба позитивно да утиче на око посматрача и да се уклапа у амбијент и локације на којој се налази. Такође треба водити рачуна и о енергетској ефикасности и одрживости објекта или цијелога комплекса тако што ће се користити обновљиви извори енергије (сунчева свјетлост, термални извори) за снабдијевање. На крају овакви објекти треба да представљају препознатљив симбол некога крај или општине у којој се налазе.

## 5. КОНТЕКСТУАЛНА АНАЛИЗА: ЛОКАЦИЈА

Након детаљно спроведене анализе и истраживања дошло се до рјешења, односно избора локације која испуњава услове и параметре за предвиђени објекат тј. сам задатак и његово идејно рјешење. Изабрана локација се налази у једном малом планинском мјесту које се зове **Метаљка**. Један од кључних фактора је тај да је на изабраној локацији некада за вријеме Краљевине Југославије већ била ваздушна бања која је срушена током Другог свјетског рата.

### 5.1. Анализа одабране локације

Метаљка је подијељено насеље и гранични прелаз између Црне Горе и Босне и Херцеговине. Црногорски дио насеља припада општини Пљевља а Босанско-херцеговачки општини Чајниче у Реп. Српској. Кроз Метаљку данас пролази магистрални пут Пљевља-Сарајево, који је значајна саобраћајна веза источног дијела БиХ и западне и југозападне Србије са Црном Гором укључујући и правце према мору и Жабљаку, али и веза са Полимљем у Србији преко кога воде путеви према Косову и Македонији. Због тога је ова локација изванредно позиционирана за развој туризма, прије свега планинског али и здравственог. У ширем региону позната је историја овог мјеста а посебно дио историје везан за постојање објеката за туризам и лијечење што је у народу широко познато као сенаторијум.



Слика 1: Приказ локације

## 5.1. Рељеф и клима

Метаљка је најсјеверније мјесто у Црној Гори. Смјештена је између планина Ковач (Стражбеница 1532 m) и Стакорина (Боров врх 1327 m). Налази се на надморској висини од око 1250 m. На обје планине на вишим дијеловима доминирају четинарске шуме (смрча, јела и дјелимично бор) а у нижим дијеловима прошарана буковином, храстом, ливадама и пашњацима. Локалитет планираног објекта налази се у Репу. Српској, односно БиХ, на платоу непосредно уз магистрални пут на надморској висини око 1260m. (Слика 1)

Непосредна локација је зараван у форми ливаде изнад које са западне стране је обронак планине Ковач који се зове Оландра са четинарском шумом у којој доминира смрча. Шуме су средње густог склопа прожете мрежом шумских путева којима се могу уредити шеталишта која су и некад била заступљена у околини некадашњег објекта. Шуме су богате гљивама од којих су многе врло укусне а посебно смрчак, вргањ и лисичарка. Ливаде су планинске са доста љековитог биља. Доста љековитог биља налази се и у околним шумама. Шуме су богате и са дивљачи, срна, лисица, зец, ријетко и медвјед.

Са платоа према истоку пружа се широк видик далеко према тремећи Црне Горе, Србије и БиХ. Поглед сеже у даљину, по ведром дану и до 50 km гдје се виде планине Србије изнад града Прибоја. Према сјеверу и сјеверозападу пружа се поглед на села испод врха Вражић (1456 m) у Републици Српској. Метаљка а посебно локација објекта је изложена сталном струјању вјетрова. Према неким подацима, који нису научно потврђени, до Метаљке долинама ријека досежу морске ваздушне струје које се мијешају са континенталним што доводи до сталних већих или мањих ваздушних струјања. Имајући у виду да је Метаљка на превоју народ каже да је овдје стална промаја.[7] Овдје често дувају јаки вјетрови. Мјесто одликује планинска клима која се често промијени више пута у дану. Зиме су оштре и трају дуго са великим снежним падавинама. Љета су кратка и свјежа са промјењивим трајањем сунчаних периода али врло пријатна за здравствени туризам.

## 6. ПРОСТОРНИ КОНЦЕПТ

Концептуално рјешење овога задатка односно приједлог рјешења планираног пројекта представља једну комплексну цијелину која унутар себе има мноштво сегмената и елемената који су међусобно повезани. Ови елементи су веома уско везани и као такви чине нераскидиву везу која на тај начин цијелину чини валидном и функционалном. Сви ови елементи и сегменти могу се груписати у три велике групе ради лакше организације и самога плана евентуалне реализације. Управо према тим групама (цијелинама) биће формиране основне фазе израде плана реализације концептуалнога (идејнога) рјешења. Само концептно рјешење се заснива на обнови и ревитализацији остатака некадашњег објекта (рушевина), предлога рјешења новог објекта са свим пратећим елементима и помоћним објектима заједно са уређењем екстеријера. Такође концептуалним рјешењем је обухваћена околина објекта о слободне површине које су замишљене да

послуже за изградњу стаза за рекреацију. Поред конкретног предлога рјешења значајан дио овога пројекта обухватају анализе и истраживачки рад који ће послужити приликом развоја идејног пројекта.

## 7. ОПИС ОБЈЕКТА

Пројекат је замишљен као комплекс сачињен од три објекта правоугаоног облика који су међусобно повезани. Први објекат би представљао главни објекат спратности По+П+2 у којем би се налазила администрација, ресторан са кухињом, подземна паркинг гаража са магацинима као и сала за конференције. Други сегмент који је повезан са главним објектом је базен са свим пратећим садржајима. Последњи објекат се такође везује за ова два и представља смјештајни дио који поред соба има паркинг гаражу заједно са пратећим садржајима у склопу подрума. Спратност овога објекта је По+П+3.

### 7.1. Функционална организација простора

Главни улази у објекте се налазе на сјеверној страни. Поред главног улаза централни објекат има и економски улаз као и улаз у подземну паркинг гаражу, оба на сјеверној страни. Све етажне су повезане главним степеништем и лифтовима, једним помоћним степеништем за особље и лифтом, пожарним степеништем и једним теретним лифтом. Поред паркинг гараже у подруму су смјештене инсталације, вешерај, магацини и оставе. На приземљу из улазног хола се приступа рецепцији иза које је смјештена администрација. Такође из хола се приступа ресторану, базену, смјештајним јединицама и главном степеништу са лифтовима. На другој етажи је смјештен Spa, wellness & fitness центар заједно са гардеробом и санитарним чвором као и коктел бар. На трећој и последњој етажи је смјештена сала за конференције максималног капацитета 150 мјеста са помоћним просторијама и санитарним чвором.

Објекат базена у подруму има смјештене инсталације базена и помоћне просторије док се у приземљу налази сам базен димензија 30x15 метара заједно са тушевима и свлационама.

Трећи објекат у сутерену има паркинг гаражу заједно са оставом, инсталацијама и вешерајом док на преостале 3 етажне се налазе собе и апартмани различитог капацитета и површине. Све етажне су повезане главним степеништем и лифтовима као и једним пожарним степеништем. На свакој етажи налази се и просотор за спреманице и остава.

## 8. КОНСТРУКЦИЈА И МАТЕРИЈАЛИЗАЦИЈА

Конструкција планираног објекта је армирано-бетонски скелет ливен на лицу мјеста максималног осовинског распона (растера) 8m. Димензије аб стубова су 40x40cm, а аб греда 60x40cm. Велики распони су ријешени (премоштени) употребом ламелираног дрвета као што је кровна конструкција базена и сала за конференције. Језгра за лифтове, степениште и инсталације су такође армирано-бетонска ливена на лицу мјеста. Зидне испуне и преграде су мјешовите почевши од аб зидова у подруму до гитер блока, пуне опеке и лакомотажних елемената и гипсаних плоча и њихова

дебљина је од 5 до 25 cm. Фасаде су изведене комбинацијом структуралног и класичног система гдје доминирају велике транспарентне и стаклене површине и употреба природног камена на појединим дијеловима. Кровна површина би представљала комбинацију равног проходног крова и класичног косог крова са дрвеном конструкцијом у зависности од намјене и функције надкривеног дијела.

## 9. ЗАКЉУЧАК

Данас се бање све више враћају ономе што су некада у прошлости биле - места за одмор, уживање и рекреацију. Наравно поред овога бање и даље остају мјеста за лијечење многих здравствених тегоба и рехабилитацију. У бањама се граде модерни спортско-рекреативни комплекси погодни за разне спортове који у себи садрже и многе пратеће садржаје. Последњих година посебно су популарни Spa, wellness & fitness програми у српским бањама.

Бање су одлично опремљене и за организовање конгреса и семинара, као и за кондиционе припреме спортских екипа.

За крај потребно је напоменути да без адекватне и погодне локације и природних ресурса одређене државе (територије) овакви пројекти нису могући и губе сваки смисао.

## 10. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Интернет: <http://www.wikipedia.org>, <http://www.banjesrbije.net>, <http://www.turizamiputovanja.com>.
- [2] Настић Б., Објекти стандарда II – Туристички објекти, Универзитет у Београду; Архитектонски факултет.
- [3] Фанг Б.З., Изградња туристичких објеката у Југославији, Београд, 1983.
- [4] Службени гласник РС, 2013, Закон о уређењу простора и грађењу, 2013.
- [5] Косар Љ., Хотелијерство, Београд, 1998.
- [6] Нојферт Е., 1996, Архитектонско пројектовање, Грађевинска књига, Београд, 1996.
- [7] Будимир Свркота, Металка – граница и спона, Пљевља, 2000.

### Кратка биографија:



**Игор Радовић** је рођен у Новом Граду 1987. године, Босна и Херцеговина. Дипломирао је на Архитектонско грађевинском факултету у Бањој Луци 2012. године. Мастер рад брани на Факултету техничких наука у Новом Саду из области Архитектонско и урбанистичко пројектовање 2016 године.



**Др Милена Кркљеш** рођена је у Новом Саду 1979. године. Дипломирала је 2002 а магистрирала 2007. године на Факултету техничких наука у Новом Саду. Докторирала је 2011. године, ода када је изабрана за звање доцент на Департману за архитектуру и урбанизам.

**REŠENJE ADAPTIVNE FASADE PRIMENOM MEHANIZMA IRISA****DESIGN OF THE ADAPTIVE FACADE WITH IRIS MECHANISM APPLICATION**Marko Vučić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast: ARHITEKTURA**

**Kratak sadržaj** – U radu će biti prikazano istraživanje fasada i njihovog uticaja u savremenoj arhitekturi, sa posebnim osvrtom na adaptivne fasade. Na osnovu tog istraživanja biće objašnjen pristup dizajniranju modularnog elementa fasade, njegove primene na primerima i proces fabricacije bazirani na principima arhitektonske i ekonomske opravdanosti.

**Abstract** – In this paper, research about facades and their impact in contemporary architecture will be presented with special reference on adaptive facades. Based on that research, design approach of the facade modular element, its application on examples and fabrication process based on principles of architectural and economic validity will be explained.

**Ključne reči:** *Adaptivna fasada, Modularni element, Dizajn, Fabricacija*

**1. UVOD**

Pored funkcionalnih i estetskih karakteristika objekta i stabilnosti konstrukcije, koji se podrazumevaju i ne dovode u pitanje, energetska efikasnost i komfort ljudi u zgradama je još jedan prioritet u procesu projektovanja, a fasada i te kako može uticati na to. Fasada sa svojim elementima može imati mnogostruku ulogu. Kao prva uloga se nameće estetska uloga, međutim fasada može biti funkcionalna ili strukturalna kao što je to slučaj sa fasadama iz gotskog perioda ili nešto savremeniji primeri iz Pekinga, Ptičije gnezdo Herzog-a i de Meuron-a i Vodena kocka od PTW Architects studija.

**1.1. Istorijski pregled fasada**

Ranije su fasade karakterisane kao skup otvora u određenom rasporedu, poziciji, ritmu (fenestracija) sa svojim specifičnim načinom otvaranja. Kasnije su fasade postale uniformne, sa otvorima jednakih veličina, na jednakim rastojanjima, u jednoličnom ritmu.

Ovakve fasade danas odaju utisak modernizma, daju objektu savremen karakter, ali su potrebe za komfortom prevagnule, pa su te fasade morale biti ponovo promišljene. Početkom 1990-tih godina stroga geometrija na fasadama je počela da se menja korišćenjem neuniformnih uticaja baziranih na kompleksnom paternu, teksturi i reljefu [1].

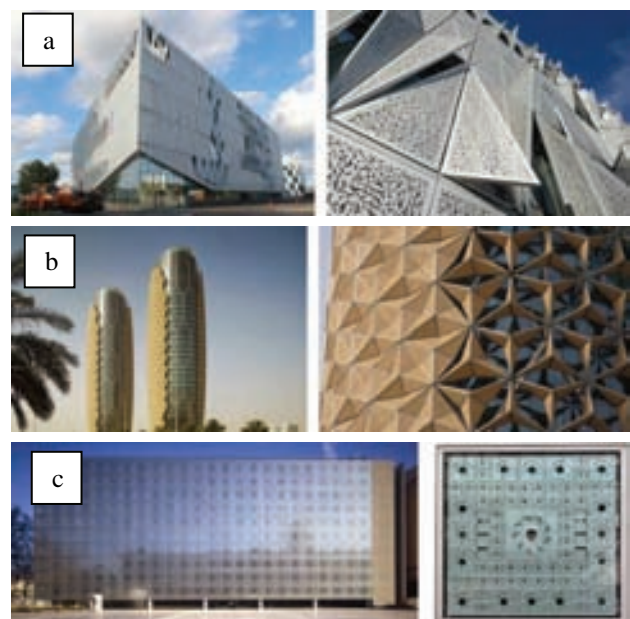
Sa ulaskom u noviju eru, sa napredovanjem tehnologije, sa pojavom pametne arhitekture menja se i razmišljanje arhitekata, te sve je više onih koji uvode tu tehnologiju u svoj rezon projektovanja. Između ostalog fasade postaju aktivne, poput nekih živih organizama, oplemenjujući objekat i njegovu okolinu.

**NAPOMENA:** Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Bojan Tepavčević, prof.

Te dinamične strukture imaju za cilj da poboljšaju performanse objekta koristeći automatizovane operacije [2].

**1.2. Studija slučaja adaptivnih fasada**

Za arhitekte, adaptivne fasade su postale sredstvo kojim se objekat obogaćuje novim kvalitetima, kako estetskim, tako i funkcionalnim. Jedan od primera dinamičnih fasada su SDU Campus Kolding od Hennin Larsen Architects studija (Slika 1a) u kom se može videti princip kreiranja fasade apliciranjem velikog broja panela različitih oblika. Pored ovog, još jedan primer sličnih osobina je Kiefer Technic Showroom od Ernst Giselsbrecht + Partner studija. Oba primera zadovoljavaju funkcionalne zahteve, međutim dovodi se u pitanje njihova ekonomska opravdanost, s obzirom na veiki broj aktuatora i senzora koji omogućuju normalno funkcionisanje. Primer Al Bahar kula od Aedas sudija (Slika 1b), smanjuje broj aktuatora tako što na jedan postavlja više panela, ali preveliki broj panela je i dalje diskutabilan u smislu opravdanosti. Još neki primeri poput Council House 2 od Designink studija ili Q<sup>2</sup> - Thyssenkrupp Quarter Essen arhitekata JSWD Architekten, su pokušali da smanje broj aktuatora tako što su panele povezali na iste osovine i što sa te tačke gledišta jeste bolje rešenje, međutim postao je upitan efekat koji ostavlja takvo monotono rešenje. Objekat Institut du Monde Arabe arhitekta Jean Nouvel-a (Slika 1c) koristi mehanizme irisa kao sisteme zasenčenja prostora, ali problem sa ovom fasadom, tokom nešto manje od 30 godina koliko je prošlo od izgradnje, je taj što se mehanizmi teško održavaju.



Slika 1. Prikaz primera studije slučaja

### 1.3. Problem i cilj istraživanja

Posebним osvrtom na karakteristične predstavnike u grupi adaptivnih fasada koji su obrađeni u studiji slučaja uočeni su određeni problemi. Te probleme možemo klasifikovati u nekoliko celina:

- Odnos broja elemenata, njihove veličine i broja aktuatora utiče na ekonomičnost i kompleksnost izrade i održavanja.
- Fabrikacija elemenata može biti uniformna ili neuniformna, odnosno, elementi mogu biti svi isti ili da je svaki jedinstven što fabrikaciju otežava, produžava vreme fabrikovanja i može biti neekonomična.
- Dispozicija elemenata po fasadnom platnu je ili monotona ili zbunjujuća za poglede prolaznika.

Sa osvrtom na pomenute probleme cilj istraživanja je:

- Dizajnirati modularni element koji bi se mogao primeniti kao dinamični element u adaptivnoj fasadi. Dizajn bi pratio sve analizirane aspekte i pokušao da ih integriše u svoje konačno rešenje.
- Prikazati moguću aplikaciju modularnih elemenata, na takav način da se stvori prostorna harmonija pretočena u ambijentalni izgled objekta
- Prikazati efikasan, brz i ekonomičan način fabrikacije modularnog elementa

## 2. METODOLOGIJA

Fasada je u ovom kontekstu korespondent između očiju prolaznika i objekta. Čoveku je potrebno da percipira, organizuje i strukturiše svet oko sebe u obliku paterna i ritmova. Dekoracija i ornament su prepoznati kao indikatori neurološke sinergije između očiju i mozga [3].

Čovek nema problema da sagleda i razume jednostavan pravougaoni raspored, on jako brzo postane jasan, a samim tim, dosadan i bez potrebe da se na njemu zadrži duže vreme. Sa druge strane, čovek takođe jako brzo odustane i od pogleda na previše kompleksne konfiguracije jer ne može da uoči neko pravilo, šemu ili raspored. Stoga, pažljivi balans između dva uslova, monotonije i kompleksnosti, je ono što tera um da konstantno procesuiru okolinu [4]. Ornament, odnosno dekoracija, može da ima ulogu performerera, može da proizvede efekat koji direktno utiče na emocije, može biti detaljan, minimalan, glasan, tih, ozbiljan ili veseo, može da akcentuje specifičan kvalitet objekta ili površina na koju je apliciran. Zaključak je da patern – ornament treba da bude dovoljno jednostavan, ali apliciran na fasadu na takav način da zadrži pogled prolaznika, da ih zaintrigira, da ih natera da razmišljaju i da ih pozove da uđu u objekat.

### 2.1. Mehanizam zasenčenja

U par primera studije slučaja, mehanizam irisa je predstavljen kao dobar primer korišćenja biomimetike, korišćenja principa iz prirode u cilju rešavanja problema u drugim oblastima, u ovom slučaju mašinstva. Dužica oka pomoću svojih mišića se kontrakuje i svojim širenjem i skupljanjem reguliše optimalan protok svetlosti u oko. Stručnjaci iz oblasti mašinstva, mehanike i mehatronike su do današnjeg dana razvili veliki broj različitih mehani-

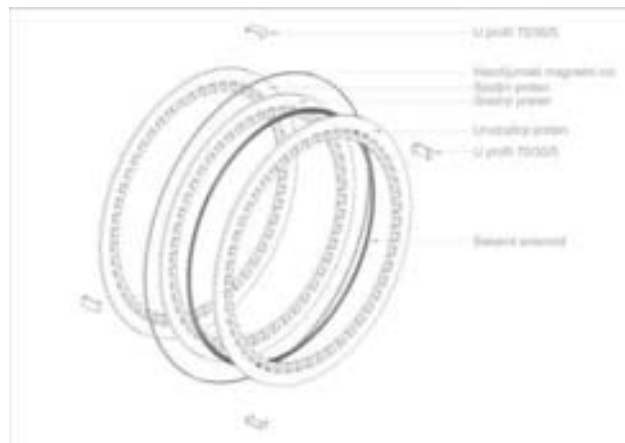
zama irisa sa velikim brojem različitih načina regulisanja njihove otvorenosti. U suštini svi ti mehanizmi se mogu svrstati u dve grupe:

- Mehanizmi sa mimolaznim krilcima,
- Mehanizmi sa preklapajućim krilcima i
- Specijalni mehanizmi bez krilaca

Za potrebe ovog projekta u cilju razvijanja pristupačnog, jeftinog i mehanizma jednostavnog za održavanje oslonili smo se na primere iz grupe sa preklapajućim krilcima i grupe sa elastičnim materijalima. Razlog za to je potreba da se ovaj mehanizam koristi isključivo za zasenčenje, štedi se neophodna površina na fasadnom platnu i ono što je u arhitektonskom pristupu takođe bitno, preklapanjem se mogu dobiti raznovrsni paterni, ornamenti i interesantni promenljivi kolorit.

Koncept se zasniva na kreiranju sistema prstenova koji su međusobno povezani istegljujućim fleksibilnim pletenim kanapom i da njihovim uvrtnjem pokrene preklapanje kanapa i da se na taj način dobije mreža koja kreira šumu senki. Veći broj prstenova obezbeđuje gušće preklapanje, ali empirijskim postupkom utvrđeno je da je optimalan broj tri prstena, jer sve više od tog broja nije optimalno i opravdano spram gustine koja se dobija.

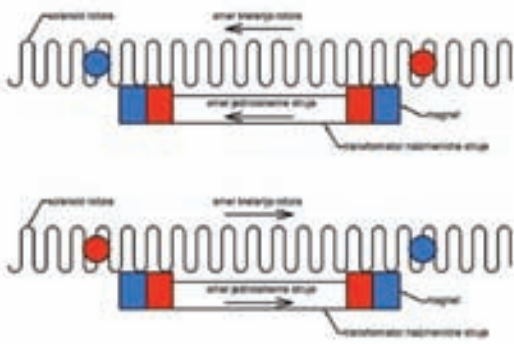
Dva prstena su fiksna i oni se postavljaju sa spoljne i unutrašnje strane i ujedno su i kutija celog mehanizma. Srednji prsten je onaj koji je zapravo akuator, koji se okreće i na taj način uvija kanap (Slika 2).



Slika 2. Strukturalna izometrija mehanizma

Njega pokreće akuator koji je varijacija Faradejevog homopolarnog motora. Ovaj motor radi na jednostavnom principu preklapanja dva magnetna polja. Sve što je potrebno je gusti provodnik u formi solenoida ili serpentine sa jedne strane i para magnetna sa regulatorom smera jednosmerne struje. Stator predstavlja izvor jednosmerne električne struje sa magnetima sa jedne i druge strane okrenutih jedan ka drugom istim polovima, dodiruju solenoid na rotoru i u segmentu dodira stvara protok struje. Na tom mestu se javlja magnetno polje koje u korelaciji sa magnetnim poljem magnetna deluje tako da se rotor pokreće (Slika 3).





Slika 3. Šematski prikaz principa homopolarnog motora

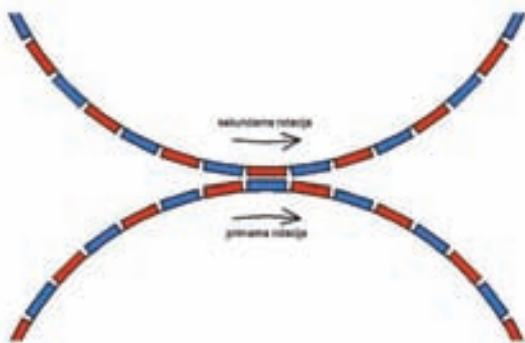
U cilju redukovanja broja aktuatora, potrebno je grupisanje više mehanizama na jedan aktuator, a prenos kinetike između mehanizama se odvija takođe putem magnetnog polja. Ovaj način prenosa rotacije za razliku od klasičnog mehaničkog načina prenosa se odlikuje:

- Povećana efikasnost (<99% pri punom opterećenju)
- Visoka pouzdanost
- Minimalno održavanje
- Nema korišćenja lubrikanata
- Omogućena fizička odvojenost rotora
- Prenos rotacije preko prepreke
- Veoma niska buka i vibracija.

Neodijumski magneti se postavljaju na spoljnu ivicu srednjeg prstena u mehanizmu, tako da ih ima paran broj i da se polaritet naizmenično menja (Slika 4).

Kao zaključak može se reći da dizajnirani mehanizam prikazuje:

- Mogućnost adaptivnosti
- Korišćenje novog načina za pokretanje primenom metoda homopolarnog motora
- Grupisanjem više mehanizama se redukuje broj aktuatora
- Primenom magnetnog prenosa rotacije znatno se olakšava održavanje



Slika 4. Šematski prikaz magnetnog prenosa

## 2.2. Rešenje fasade primenom mehanizma irisa

U okviru studije slučaja na primeru fasade objekta Institut de Monde Arabe, arhitekta Jean Nouvel-a, mehanizam irisa se pokazao kao zahvalan za zasenčenje unutrašnjosti objekta jer nema potreba za dodatnim prostorom za manevrisanje dinamičnih delova, odnosno cela struktura ostaje u jednoj ravni. Međutim, ono što je na ovom

primeru diskutabilno je sam raspored mehanizama. Svaki od mehanizama je postavljen u kvadratima različitih veličina u ortogonalnom rasteru a prostor između njih je popunjen netransparentnim materijalom. Kako bi se i ta nekorisna površina pretvorila u efektivnu, najbolje je primeniti drugačiji raspored krugova. Postoji veliki broj algoritama koji služe za proračun idealnog slaganja krugova različitih veličina na taj način da se zauzme što manja površina. Razlike među tim algoritmima su takve da su različiti uslovi i ograničenja za koji su osmišljeni. Jedna od bitnijih podela kod algoritama za pakovanje krugova je na:

- Pakovanje krugova u ravni i
- Pakovanje krugova na zakrivljenoj površi [5].

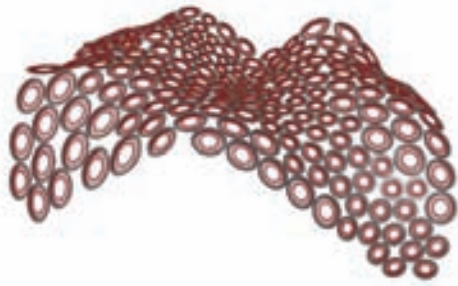
Oslanjajući se na ovu podelu, u ovom radu, biće prikazane dve studije slučaja primene mehanizma irisa na fasadu. Jedan primer će obraditi aplikaciju mehanizma na ravnu fasadu, a drugi na fasadu slobodne forme.

### 2.2.1 Aplikacija mehanizma irisa na ravno fasadno platno

Ravna fasadna platna materijalizovana u staklu su česta pojava u arhitekturi danas. Razlog dizajniranja mehanizma irisa je pronalaženje mogućnosti primene na već izgrađene staklene fasade ili u okviru novoprojektovanih objekata. Za generisanje geometrije korišćen je softverski paket Rhinoceros sa svojim plug-in-om Grasshopper-om. Algoritam započinje uvođenjem pravougaonika koji je veličine fasadnog platna. Zatim se taj pravougaonik popuni tačkama u onolikom broju koliko želimo da imamo mehanizama irisa. Pošto želimo da raspored irisa zavisi od potrebe za količinom unutrašnjeg osvetljenja, uvodimo i šemu tih količina u formatu slike. Na šemi u ovom primeru nalaze se tri stepena osvetljenja. Referenciramo položaj tačaka prema odgovarajućoj poziciji na šemi i očitavamo da li je potreban prvi, drugi ili treći stepen osvetljenja. Shodno tome, tačke dobijaju informaciju koliki mehanizam je potreban na tom mestu i generišu se kružnice. Nakon toga primenjuje se jedan od algoritama za pakovanje koji simulira privlačenje kružnica susednim, bez međusobnog preklapanja. Kada se izvrši taj algoritam dobijamo konačan raspored mehanizama na fasadi.

### 2.2.2 Aplikacija mehanizma irisa na objektu slobodne forme

Sa razvojem CAD/CAM tehnologije i njenom primenom u arhitekturi, poslednjih 30 godina objekti često poprimaju zakrivljene slobodnije forme. To su forme koje su organske, fluidne, koje su atraktivne, pa je i na omotaču takvih objekata potrebno primeniti elemente čija primarna funkcija je zasenčenje unutrašnjeg prostora. Sama forma nije tema zadatka, ali kao i u prethodnom primeru iz funkcionalnih razloga, a to je potreba za različitim količinom osvetljenja, odlučeno je da se primene tri različite veličine mehanizama. Na slobodnu površinu oblika paviljona je postavljena mreža tačaka, sa dodeljenim veličinama krugova shodno delu površine na kom se nalaze. Primenom algoritma za pakovanje krugova tačke se rasporede na odgovarajuće udaljenosti i pod određenim ravnima se postavljaju krugovi. Ti krugovi su sada mesta na kojima će se postavljati mehanizmi. Od zajedničkih tangenti susednih krugova generišu se štapovi čelične podkonstrukcije na koju će mehanizmi biti montirani (Slika 5).



Slika 5. Raspored mehanizama u formi paviljona

#### 2.4. Materijalizacija i fabrikacija mehanizma irisa

Veći deo mehanizma, odnosno sav mehanički deo je izrađen od aluminijumskog lima dok je zastor napravljen od pletenog istegljivog kanapa. Aluminijumski lim, zbog svog oblika i karakteristika čvrstoće, je neophodno proizvoditi automatizovanom mašinom, odnosno CNC glodalicom.

U prethodnim primerima (sekcija 2.3.1 i 2.3.2) aplicirani su mehanizmi prečnika od 80cm-180cm što znači da govorimo o dimenzijama koje su velike za CNC glodalice standardnih veličina, pa se u tom slučaju primenjuje princip podele na manje delove koji se kasnije učvršćuju [6]. Broj elemenata se određuje spram veličine, tako da veličina elemenata ne prelazi dimenziju radne površine CNC mašine.

Sa unutrašnje strane prstenova ostavljaju se urezani kanali koji se zavijaju za 180°. Ti kanali služe da se industrijskom robotskom rukom isplete mreža kanapa i na taj način ubrza, olakša i pojeftini proces proizvodnje.

Programiranje robotske ruke se vrši kombinacijom softverskog paketa Robotstudio i već pomenutog Grasshopper-a. U Grasshopper-u se očitaju pozicije kanala za provlačenje kanapa tačku po tačku i vektori orijentacije alata, a u Robotstudio-u se te pozicije povežu u putanju kojom se robotska ruka kreće.

Da bi alat mogao da priđe svakoj tački na različitim prstenovima, neophodno je primarni vektor usmeriti iz centralne tačke prstenova, a drugi vektor se dobijaja pretpostavkom da ide vertikalno na gore, a treći vektorskim proizvodom prva dva. Dobijene tačke i vektore je potrebno prevesti na jezik RAPID koji Robotstudio, softver za upravljanje razume i koji omogućava upravljanje robotskom rukom. To prevođenje se izvodi C# skriptom koja se nalazi u okviru Grasshopper-a, a prevedeni podaci se prenose Robotstudio-u koji u potpunosti može da izvede naredni proces kontrole robota.

Ovakav parametarski pristup gde se samo menja par parametara u vezi sa dimenzijom mehanizma, znatno ubrzava fabrikaciju jer ceo proces postaje automatizovan. Iz algoritamskog procesa dobijaju se svi podaci neophodni CNC glodalici i industrijskoj robotskoj ruci da sami odrade veći deo proizvodnje.

### 3. ZAKLJUČAK

Fasada objekta je kompleksan arhitektonski element i arhitektonsko upotrebno sredstvo u cilju postizanja boljeg kvaliteta građene sredine. U ovom radu pažnja je posvećena istraživanju uticaja fasade kroz istoriju i njenom značenju u arhitekturi. Kroz primere studije slučaja istražene su mogućnosti, dobre osobine i nedostaci adaptivnih fasada koje su sve više prisutne u arhitektonskoj praksi.

Nakon uočenih problema, postavljen je cilj rada da se dizajnira modularni element adaptivne fasade u kontekstu primene na već postojeće fasade objekata čiji unutrašnji termalni i foto komfor nisu na zadovoljavajućem nivou ili u kontekstu novoprojektovanih objekata i fasada. Dizajn je pratio studiju opravdanosti, odnosno parametri koji su uticali na dizajn su se u najvećoj meri odnosili na ekonomičnu fabrikaciju, aplikaciju i upotrebu modularnog elementa.

Produkt dizajna je mehanizam irisa koji na zanimljiv način predstavlja činilac fasade i koji pomoću algoritma za apliciranje kreira fasadu punu tekstura, kolorita i paterna u isto vreme trudeći se da ne naruši balans između previše kompleksnog i previše monotonog. Sama fabrikacija je takođe kroz različite principe pojednostavljena, automatizovana i olakšana što se uklapa u koncept opravdanosti. Na kraju kroz dva primera prikazan je mogući način aplikacije na formama u ravni i free formama.

### 4. LITERATURA

- [1] Kolarevic, Branko, and Kevin Klinger. Manufacturing material effects: rethinking design and making in architecture. Routledge, 2013.
- [2] Konstantoglou, Maria, and Aris Tsangrassoulis. "Dynamic operation of daylighting and shading systems: A literature review." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 60 (2016): 268-283.
- [3] (Kolarević, Branko, *Simplexity (and Complicity) in Architecture*, eCAADe 2016, 34th Annual Conference in Oulu, Finland, 2016)
- [4] Gombrich, Ernst Hans. "The sense of order: a study in the psychology of decorative art." (1979): 251-257.
- [5] Schiftner, Alexander, Mathias Höbinger, Johannes Wallner, and Helmut Pottmann. "Packing circles and spheres on surfaces." *ACM Transactions on Graphics (TOG)* 28, no. 5 (2009): 139.
- [6] Mitov, Dejan. "COST-EFFICIENT APPROACHES IN FABRICATION OF STREET FURNITURE BASED ON SECTIONING DESIGN STRATEGIES." *Between Computational Models and Performative Capacities* (2016): 87.

#### Kratka biografija:



**Marko Vučić** rođen je u Kruševcu 1991. god Osnovne akademske studije arhitekture na Fakultetu tehničkih nauka završio je 2014. god Oblast interesovanja mu je digitalni dizajn u arhitekturi.

**REVITALIZACIJA ZGRADE MAGISTRATA U RUMI****REVITALISATION OF THE BUILDING OF MAGISTRACY IN RUMA**Nebojša Vilotić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ARHITEKTURA I URBANIZAM**

**Kratak sadržaj** – Tema master rada je revitalizacija objekta Magistrata u Rumi. Objekat Magistrata se nalazi pod zaštitom i predstavlja vredan segment graditeljskog nasleđa Rume. Pored revitalizacije starog objekta projektom se predlaže proširenje kapaciteta izgradnjom savremenog objekta u okviru iste parcele. Revitalizacija kao savremeni pristup obnove graditeljskog nasleđa predstavlja odličan odabir skupa intervencija koji će objekat pripremiti za budući period eksploatacije. Ona predstavlja složen arhitektonski poduhvat ali svakako i ekonomsko-finansijski opravdan. Za glavni cilj postavlja se čuvanje postojećeg objekta i njegova obnova tako da se svi vredni arhitektonski elementi sačuvaju u izvornom obliku i materijalu. Aneks je dopuna ne velikom prostoru unutar postojećeg vrednog objekta i mogućnost smeštanja adekvatnog sadržaja koji bi pri eksploataciji doprineo kvalitetu korišćenja, a prema potrebama savremenog društva. Projektom je predviđeno smeštanje prostorija namenjenih edukaciji, kulturi i zanatima, objedinjeni u svojevrsni Co-working (eng.) koncept namene.

**Abstract** – The topic of this master's thesis is the revitalization of a building in Ruma. The Magistrate building represents a valuable segment of the urban legacy of Ruma and it has been placed under public protection. In addition to the revitalization of the old building, the construction of a modern building on the same plot is suggested. As a contemporary approach to the restoration of urban legacy, revitalization represents an excellent choice of a set of interventions which would prepare a building for future use. It represents a complex architectural enterprise, which is, nonetheless, economically and financially justified. The main goal is the preservation of the existing building and its restoration in such a way as to preserve all of its valuable architectural elements in their original shape and material. The additional building represents an expansion of the rather small space of the existing valuable building and it enables the accommodation of the adequate activities, in accordance with the needs of the community. This project proposes the accommodation of rooms used for education, culture and crafts all incorporated into a co-working concept of use.

**Ključne reči:** *ревитализација, адаптација, имплементација, културно наслеђе*

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentori su bili dr Mirjana Sladić, docent i dr Marko Todorov, docent.

**1. UVOD**

Objašnjenje i značenje reči:

**Revitalizacija**, ženski rod / imenica

oživljavanje, vraćanje života/živosti/životnih sokova  
obnavljanje

preporadanje (lat.)

Bavljenje temom očuvanja graditeljskog nasleđa predstavlja jedno od prioritarnih pitanja savremenog društva. Kao društvo često se vrlo loše odnosimo prema kulturnom nasleđu i često ga zanemarujemo i odbacujemo kao nužno loše i nepripadajuće.

Urbani centri se neretko transformišu u betonske ostatke, a kulturno nasleđe godinama biva prepušteno iako često regulisano zakonom, isti se uglavnom ne sprovodi. Reaktivacijom zapuštenog kulturnog nasleđa oživljavamo napuštene objekte i spomenike kulture i njihovim vraćanjem u funkciju, spašavamo ih nebrige i tako nastavljaju svoju ulogu kao tradicionalni svedoci kako prethodnih tako i nekih narednih generacija.

**1.1. Predmet istraživanja**

Dominantna i najprimetnija urbanistička karakteristika Rume predstavlja raspored njenih ulica, ortogonalno raspoređenih u pravcu sever-jug, gde se u njenom centru nalaze najznačajniji objekti ulica od kulturnog i istorijskog nasleđa naselja Rume, pretežno podizani na raskšćima tih ulica ujedno predstavljaju i repenu tačku okoline. Razvojem ekonomskog statusa naselja i menjanjem njegovog statusa, razvijalo se graditeljstvo. Zdanje bivše rumske opštinske zgrade, poznatije pod nazivom Magistrat, ima veoma dugu istoriju u kojoj beleži trenutke uspeha i slave, ali i trenutke potpunih poraza. Njena vrednost u ovom ambijentu i njena pozicija na uglu sa veoma naglašenim glavnim ulazom doprinosi prostornoj vizuri ovog dela grada i strukturi urbane kompozicije starog jezgra. Nepuna dva veka ovo zdanje odoleva zubu vremena i stoji čvrsto na svojim temeljima uprkos činjenici da je vršilo mnoge funkcije i da joj je namena menjana više puta. Iz tog razloga ima veliki istorijski i sociološki značaj kao sedište zbivanja javnog društvenog života prethodnih epoha.

**1.2. Cilj istraživanja**

Uništavanje nasleđa ili prosto prepuštanje propadanju ne samo da predstavlja ružnu sliku grada, već se isto tako uklanja i memorija mesta, a ugrožava se kako istorija grada tako i njegova budućnost. Osvrt na naše kulturno nasleđe i donekle detaljnije istraživanje i razumevanje istog može da nam pomogne da se konkretnije fokusiramo na rešavanje problema i revitalizacije našeg nasleđa u kulturnom, edukativnom i ekonomskom smislu, gde je

ključni cilj njegova zaštita, a samim tim i obnova života u gradovima. Cilj nije samo da se prezentuje istorijski pregled naše arhitekture i društveni život koji se odvijao uz zdanje Magistrata, već da se aktualizuje pitanje zanemarenog kulturnog nasleđa u cilju korišćenja kao primera i inspiracije budućim projektima održive arhitekture. Glavni segment u razumevanju problema zanapuštenih i zanemarenih objekata predstavlja komunikacija i razumevanje potreba ljudi i grada. Rast i urbano blagostanje ne mogu se začeti bez urbane revitalizacije. Uspešnost jednog društva zavisi od njegove sposobnosti da iskoristi raspoložive resure. U slučaju Magistrata, koji postepeno postaje gradska ruina, potrebno je da sve načine pokušamo da unapredimo ovo zdanje, prikažemo njegov potencijal i kroz određene faze finansiranja očuvamo urbani identitet grada. To predstavlja glavni problem. Danas, istaknuto pitanje je - da li je to naša interesna sfera?

## 2. ZGRADA MAGISTRATA KROZ ISTORIJU NASELJA

Istorijski Arhiv u Sremskoj Mitrovici poseduje značajne arhivske fondove. Među najznačajnije ubraja se Magistrat trgovišta Ruma, koji odslikava politički, kulturni uopšte celokupni društveni milje trgovišta Ruma u drugoj polovini XVIII i tokom celog XIX veka. Reč "Magistrat" potiče iz rimskog prava. U tadašnjoj austrijskoj administraciji prvobitno je označavao manji skup uglednih dostojanstvenika, državnih službenika, upravitelja, potom organ vlasti – starešinstvo. U Habsburškoj monarhiji magistratom je nazivana gradska uprava ili – poglavarstvo – kako glasi nešto savremeniji naziv.



Slika 1. Zgrada Magistrata

Kada je tačno podignuta zgrada, u kojoj je smeštena uprava naselja sa tamnicom, ne možemo tačno utvrditi. Prema sačuvanim spisima u Fondu Magistrata trgovišta Ruma koji objedinjuje spise od 1771. do 1914. godine, često se spominju prostorije Magistrata korišćene u različite svrhe, javna okupljanja, glasanja, rasprave, proslave i druge slične aktivnosti iz najranijeg perioda. Na kartama prvih premera tokom XVIII veka jasno se može prepoznati mesto na kojem je podignut objekat u gabaritu koji odgovara današnjem objektu Magistrata u urbanoj matrici naselja Ruma. Plan rekonstrukcije zgrade Magistrata iz 1850. godine za potrebe adaptacije i smeštanje stana činovnika (notara), sačuvan je među planovima fonda Magistrata trgovišta Ruma. Kako se radi samo o adaptaciji već postojećeg prostora koji je potpisan od izvesnog Simona Sinkovića znamo da je objekat izgrađen u ranijem periodu. Prema nezvaničnim podacima došlo se do informacije da je objekat izgrađen 1820. godine, ali i 1836. godine kada je i prvi put korišćen kao zgrada Magistrata. Posle Drugog svetskog rata u zgradu Magistrata smestio se mesni narodnooslobodilački odbor

novoformirane države, kasnije nazvane SFRJ. Šezdesetih godina XX veka u nju se smešta poljoprivredno preduzeće. Tokom svih prethodnih epoha Magistrat je poprimao različite funkcije, pored njegove primarne funkcije gradske opštine. U različitim periodima imao je različitu ulogu poput hotela, policijske stanice, zatvora/pritvora, notara i stana za notara, sedište Gestapoa i Ustaških poglavnika u vreme Drugog svetskog rata. Nakon rata je zgrada bila napuštena i predata na korišćenje privrednom društvu "Agroruma doo".

Tokom vremena objekat je dugo zadržao administrativnu funkciju, prvo uprave naselja, da bi tokom druge polovine XX veka postao sedište administracije poljoprivrednog preduzeća. Zbog toga osnovna funkcionalna šema nije značajnije izmenjena, te ju je lako rekonstruisati i opisati pomoću plana koji je sačuvan iz 1850. godine. Prizemni objekat je skromnog gabarita. Iznad prizemne etaže je visok tavanski prostor, dok se u središnjem delu, ispod prizemlja nalazi prostor podruma.

## 3. TRADICIONALNI ZANATI I SAVREMENI RADNI PROSTOR

Popularno Co-working (eng.) ili u prevodu zajednički radni prostor, predstavlja jednu novu zajednicu i kulturu poslovanja koja nam dolazi. Co-working predstavlja rad u kancelariji ili posebno uređenom radnom prostoru koje deli više nezavisnih pojedinaca ili timova. Pojavom i velikim rasvojem interneta, koncept rada se u mnogome promenio. Jednostavno, to je dovelo do pojave freelancer-a, pa je ostalo jedino pitanje radnog mesta. Paralelno sa pojavom freelancer-a (eng.), odnosno honoraraca ili slobodnih radnika, kako ih još nazivaju, počela je i ekspanzija so-working-a i so-working prostora. Sve to je dovelo do okupljanja budućih intelektualaca i radnika u jednoj fizičkoj tački, po slobodnom izboru, nezavisno od poslodavca. Co-working nudi rešenje za problem izolacije koju mnogi slobodnjaci/frilenseri doživljavaju radeći kod kuće, dok istovremeno dopuštajući im da se oslobode svih smetnji i onoga što ih ometa za rad kod kuće.

## 4. SAVREMENI PRIMERI REVITALIZACIJE

### 4.1. Terra panonica, Mokrin, Srbija

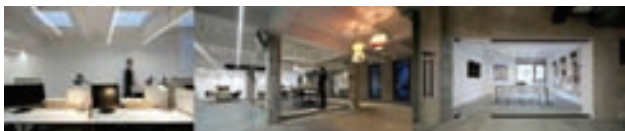


Slika 2. Terra panonica

Imanje na ravnom bregu Terra Panonike u Mokrinu predstavlja jedinstveni primer spoja tradicionalnog i savremenog funkcionalnog koncepta u domenu arhitekture i dizajna. Ovaj kompleks čini pet objekata objedinjenih velikim vojvodanskim dvorištem i predstavlja materijalizovanu viziju socijalno angažovanog investitora Branimira Brkljača i grupe mladih arhitekata okupljenih u kolektivu pod nazivom *Autori*. Imanje na ravnom bregu je specifična kreativna i inspirativna oaza za susret umetnika, teoretičara, inovatora, edukatora, razmene ideja, znanja i razvoja novog pogleda na moguće konstrukte sela i grada kroz susrete lokalne i globalne zajednice. Gradeći sasvim nove odnose unutar te zajednice Terra Panonica se kroz svoje programe

fokusira na tačke susreta umetnosti, edukacije, dizajna, agrikulture, inovacije, društvenog razvoja, komunikacije i proizvodnje. Ona je tu da revitalizuje, inicira, preporodi i inspiriše. Transdisciplinarnim pristupima objedinjuju se polja nauke, vizuelne umetnosti, muzike i zvuka, performansa, novih medija, društvenih nauka, industrijskog dizajna i arhitekture. Stvaranje novog tipa institucije kao centra buduće kreativnosti je glavna ideja i zamisao ovog projekta.

#### 4.2. Nova Iskra, Beograd, Srbija



Slika 3. *Nova Iskra*

U pitanju je prostor koji je ostao napušten i tu su mladi arhitekti videli priliku za iskorišćenje prostora za predstavljanje koncepta dizajn inkubatora koji bi mladim dizajnerima pružio priliku i uslove za profesionalni razvoj i prostor za kvalitetan rad, saradnju i multidisciplinarni razvoj. Tokom rekonstrukcije je prostor pročišćen i probijeni su dodatni otvori za ventilaciju, uklonjeni su neki zidovi i potpuno je sreden pod, kako bi se prozračan i pregledan radni prostor. Transparentnost i otvorenost su glavne odlike proširenja zahvaljujući prvenstveno upotrebi stakla, odnosno staklenih ploča u vidu pregradnih zidova. Ukupan prostor od oko 350 metara kvadratnih je rekonstruisan od strane studija Petokraka, ali su imali i mnogobrojne partnere sa kojima su saradivali.. Lakoća, jednostavnost i pažnja posvećena detaljima su glavne karakteristike ukupne artikulacije prostora. Prisustvo vizuelnih efekata u okviru projekta je unapređeno učestvovanjem mnogobrojnih saradnika članova i saradnika ovog dizajnerskog inkubatora kako bi na svojevrsan način doprineli jedinstvenosti i prepoznatljivosti radnog okruženja. Misiya ove nezavisne inicijative je fokusirana na zbižavanje i udruživanje sfera domaćeg dizajna i proizvodnje, a već prilikom početaka rekonstrukcije i opremanja prostora se o tome vodilo računa i načinjeni su prvi koraci u ostvarivanju saradnje, partnerstva i projekata sa nekoliko domaćih i stranih kompanija.

Ovako veliki prostor, rekonstruisan i potpuno adaptiran od strane mladih ljudi sa jednom idejom inkluzije i stvaranja zajedničkog prostora za rad, ostavlja nam primer i pokazuje kako bi u budućnosti trebalo da se razvijaju i u kom pogledu da se usmeravaju mladi pojedinci, budući profesionalci.

#### 4.3. Projekat obnove muzeja, Santo Tirso, Portugal

Dobitnici Prickerove nagrade Alvaro Siza Vieira i Eduardo Souto de Moura su se udružili u nameri da renoviraju muzej u Portugalskom manastiru u okviru kojeg su dodali novi objekat. Manastir datira još iz VIII veka, ali većina arhitektonskog oblikovanja potiče iz XVII veka i gostinjski objekat koji je doživao konverziju sredinom XIX veka. Stari i novi objekat se fizički udružuju i obrazuju jedan zajednički ulaz pored ukrasnog zabatnog zida, koji deli pešačku i kolovoznu traku. Prilikom projektovanja novog krila, uzeta je uobzir kontekstualnost celog kompleksa, lokacija i oblikovanje i adaptacija u okviru okružujuće sredine manastira Sao Bento, zgrade u okviru koje se trenutno nalazi muzej

Abade Pedrosa. Prošireno krilo se sastoji od dve etaže od kojih je jedna podzemna. To je podužni vitki objekat sa belom fasadom i ravnim krovom. Bila je namera da se ovim pristupom stvori jedinstveni atrium iz kojeg će se pristupati ka jednom ili drugom krilu, odnosno muzeju. Iako poseduju različite programe, ipak dele određene prostorije i predprostorije, a na taj način je ujedinjeno staro sa novim.

Veza između dve zgrade je precizna i iako funkcionalno povezuje oba objekta, u isto vreme omogućava im da zadrže svoju nezavisnost i u formi i u arhitektonskom jeziku. Cilj je da se pristupa u oba muzeja zajedničkim ulazom, ali kroz novu zgradu

### 5. IDEJNO REŠENJE

Odnos dva objekta, starog - zgrade Magistrata, koju ćemo nazvati Zgrada A i novog - buduća Zgrada B, je koherentan i međusobno su spojeni hodnikom, koji predstavlja granicu između javnog i polu-javnog trga na parceli. Novi objekat, odnosno Zgrada B, se nalazi naspram Zgrade A, tj. paralelne su. U okviru prizemlja Zgrade A biće smešteni prostori neophodni za edukaciju i obrazovanje, odnosno zanatske radionice i učionice. Njeno potkrovlje će se koristiti u kulturno-umetničke svrhe, odnosno za održavanje izložbi, projekcija, performansa, književnih večeri ili razonodu, kao i za održavanje određenih predavanja, kurseva ili promocija. Zgrada B, kao novi objekat, biće poslovnog karaktera i u njenom prizemlju će se nalaziti poslovni prostori, sale i prodavnica. Prodavnica će isključivo funkcionisati u svrhu izlaganja, promocije i prodaje produkata koji budu proizlazili iz ovih učionica i zanatskih radionica.



Slika 4. *Revitalizovan kompleks Magistrata*

Konferencijski prostori različitog tipa i neformalna druženja ili sastanci, daju na značaju ovom projektu, jer to su prostori privatnog ili otvorenog tipa koji su nedostajali ovoj zajednici. Tkođe zajednički prostori za opuštanje predstavljaju mesta gde svi korisnici mogu da se susreću, odmaraju ili opuste uz kafu ili čaj na pauzi. U ovim prostorima uvek postoji cirkulacija ljudi i time su stalno otvoreni za moguće neformalne sastanke, bilo u zatvorenim delovima objekata ili na otvorenom u atrijumu.

### 6. SMISAO REVITALIZACIJE

U oblasti istorije, opšte je prihvaćeno da je ključno razumevanje naše prošlosti radi bolje razumevanja naše budućnosti. Kako u istoriji, tako i u arhitekturi, ako dozvolimo da određeni periodi i objekti u arhitekturi nestanu iz naše memorije, to bi predstavljalo veliki gubitak. Dok se neki periodi, ljudi ili događaji najbolje pamte kroz spise, dokumente i druge pisane izvore, najbolji način da sačuvamo određeni period i zdanje arhitekture je da sačuvamo samu zgradu koja ga predstavlja. Uz malo sreće, obično se važan projekat i dobar dizajn poklapaju, ali kada to nije slučaj nije samo na nama da odlučujemo o

tome da li ćemo određena zdanja zapustiti i prepustiti zubu vremena samo iz razloga jer nije u skladu sa našim sadašnjim vrednostima.

Tumačenje termina revitalizacija danas nema jedinstveno značenje. Može se primeniti na sva nepokretna kulturna dobra kod kojih se moraju rešavati problemi njihove funkcije i potencijala u svremenim uslovima.

Osnovno značenje predstavlja oživljavanje i vraćanje prvobitne funkcije objekata, odnosno njihovo vraćanje u život. Revitalizacija se prvenstveno primenjuje na kulturna dobra koja se više ne koriste ili je njihova namena prevaziđena. Isto primenjujemo kod objekata koji su zadržali namenu, ali čije korišćenje nije usklađeno sa savremenim standardima i potrebama društva.

## 7. ZAKLJUČAK

Arhitektura ne postoji samo da je čuvamo ili u krajnjem slučaju da je zapostavimo, već da je koristimo i unapređujemo u kontinuitetu.

Poseban tip estetike koja postoji u arhitekturi u odsustvu ljudskog delovanja je estetika propadanja. Ona se razvija vremenom, kada zgrada počinje da propada i da gubi funkciju od prvobitne namene. Takve zgrade postaju zaboravljeni i zapušteni prostori, koji se često koriste u nezakonite svrhe. Kao takve ostaju dok se neko ne reši da preduzme nešto po tom pitanju i oplemeni taj prostor ukoliko je to moguće. Bitno je istražiti ovakva zdanja i prilikom revitalizacije, na najbolji način izraziti spremnost za oživljavanjem prostora kroz čuvanje njegovog karaktera ili memorije mesta, kako bi nas uvek podsećalo na ono što je bilo nekada i ono što je postalo.

Javni prostori, parkovi i trgovi su od vitalnog značaja za strukturu grada i oslikavaju karakter samog grada. Istaknute i velike gradove definišu njihovi javni prostori i kvalitet života u gradu se oslikava u kvalitetu javnih prostora i njihovoj upotrebi. Glavni faktori dobre organizacije javnih prostora su inspiracija, revitalizacija i kvalitetan dizajn. Stambena zgrada ili javni prostor je kulturni resurs koji treba upoznati i razumeti, da bi se shvatile dobiti koje može da donese revitalizacija takvog prostora.

Kada se za neki prostor traži nova namena, to znači da zgrada više nije u funkciji. Prestankom osnovne funkcije zgrade počinje fizičko, funkcionalno i ekonomsko zastarevanje zgrade, lokacije, a veoma često i šire okoline. Dobrobit revitalizacije ne odnosi se samo na samu zgradu ili prostor, već i celokupnu zajednicu i njihovu okolinu. Uticaj uspešne revitalizacije prevazilazi ekonomski problem i predstavlja deo ili začetak regeneracije šireg urbanog područja.

Naš kapacitet da uništimo jedani druge se poklapa sa našim sposobnostima da pomognemo jedni druge. Obnavljanje uzajamnih veza odnosa između ljudi i obnavljanje zajednice je ključno za dobrobit svih nas.

## 8. LITERATURA

- [1] Arsenić Đorđe, *Znameniti Rumljani – knjiga prva*, Ruma 1996., CIP – Katalogizacija u publikaciji, Biblioteka Matice srpske, Novi Sad
- [2] Bošković Đorđe, *Ruma kao sresko mesto u Vojvodstvu Srbija i Tamiški Banat (1849.-1860.)*, Ruma 2004., CIP – Katalogizacija u publikaciji, Biblioteka Matice srpske, Novi Sad
- [3] Bošković Đorđe, Golčevski Julijana, *Magistrat trgovišta Ruma, odabrana građa - knjiga 1*, Istorijski arhiv "Srem" Sremska Mitrovica, Zavičajni muzej Ruma Ruma, Sremska Mitrovica-Ruma 2005., ISBN 86-84955-06-4
- [4] Bošković Đorđe, *Zbornik V*, Zavičajni muzej Ruma, Ruma 2005.
- [5] Bošković Đorđe, *Ruma –istorijski pregled-*, Ruma 2011., ISBN 978-86-85709-30-2
- [6] Bošković Đorđe, *Ruma u periodu 1861.-1914.*, Ruma 2012.
- [7] Dokumentacija Zavoda za zaštitu spomenika kulture Sremska Mitrovica, Studija zaštite nepokretnog kulturnog nasleđa za potrebe izrade prostornog plana Opštine Ruma, Sremska Mitrovica 2005.
- [8] Dokumentacija Zavoda za zaštitu spomenika kulture Sremska Mitrovica, registar naselja Ruma 97/A, inv.br.2829
- [9] Gavrilović dr Slavko, *Ruma Trgovište u Sremu 1718.-1848/49.*, Novi Sad 1969.
- [10] Sladić Mirjana, „“ (doktorska disertacija, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad 2016.)

### Kratka biografija:



**Nebojša Vilotić**, rođen je u Rumi 04.07.1990. godine. Diplomski rad odbranio je 2014.godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, smer Arhitektura i urbanizam, oblast Arhitektonsko projektovanje i stekao zvanje dipl.inž.arh. U toku master studija boravio je na razmeni studenata u Zagrebu u trajanju od 2 semestra na Arhitektonskom fakultetu.

**DRUŠTVENI CENTAR ZA MLADE SA COWORKING<sup>1</sup> PROSTOROM  
YOUTH COMMUNITY CENTER WITH COWORKING SPACE**Daniijela Vulović, Dragana Konstantinović, Karl Mičkei, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ARHITEKTURA**

**Kratak sadržaj** – Studija se bavi pitanjem razvoja novih radnih okruženja, konkretno coworking prostora, njihovom programskom organizacijom, kao i uticajem nove koncepcije radnog prostora na produktivnost pojedinca ali i kompletnog okruženja. U radu je konstatovan problem odliva mladih iz Prijepolja usled nezaposlenosti, a zatim je istraživana evolucija novih radnih okruženja i karakteristika modernih coworking prostora kao mogućeg rešenja za probleme mladih nezaposlenih ljudi. Rezultati istraživanja su osnova za idejno rešenje konkretne strukture, koja ima za cilj da da prostorni odgovor na pitanje problema nezaposlenosti. Na ovaj način se uspostavlja nova tipologija objekata društvenog centra sa coworking prostorom sa ciljem integrisanja različitih sfera života mladih ljudi zarad njihovog individualnog napretka ali i unapređenja cele zajednice..

**Ključne reči:** arhitektonsko projektovanje, coworking prostor, društveni centar, nezaposlenost, radno okruženje, socijalna interakcija.

**Abstract** – The study treats the issue of innovative working environments, especially coworking places, as well as the influence of such spaces on productivity of individuals and their surroundings. The problem of youth migration from Prijepolje due to the unemployment was discussed through analysis of new working environments evolution and characteristics of coworking spaces. As a result, concept of structure is established as spatial answer to unemployment issue. Finally, new typology of buildings, with cultural, working and social purpose combined, is found in order to connect different areas of youth interests and life and to improve their progress and the progress of the whole community as well.

**Key words:** architectural design, coworking space, community center, unemployment, working environment, social interaction.

**1. UVOD**

Nakon ekonomskih previranja koja poslednjih nekoliko godina iz minuta u minut menjaju lice sveta, najpre velike korporacije, kao planetarni lideri na tržištu novca i rada, a potom i svi ostali, traže novi model sreće i uspeha na poslovnom planu. U 21. veku populacija sveta raste, dok moderne tehnologije smanjuju potrebu za radnom snagom.

**NAPOMENA:** Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Dragana Konstantinović, docent, a komentor Karl Mičkei.

<sup>1</sup> Ne postoji adekvatan prevod na srpski jezik termina "coworking" s obzirom da je relativno nov pojam, pa će se u daljem radu koristiti kao originalna engleska reč

Samozapošljavanje i preduzetništvo su kao oblici poslovanja, upravo zbog toga, u velikoj ekspanziji. Sa brzim razvojem digitalnih tehnologija došlo je i do razvoja novih formi saradnje, organizacije i urbanizacije – promene u društvu su uticale i na nove načine rada, koji postaje sve više virtuelan i neodvojiv deo složenih socijalno-funkcionalnih sistema. Kako bi na što bolji način iskoristili trenutna dešavanja, gradovi širom sveta su prigrlili ekonomski potencijal koji pružaju novi inovativni prostori za rad – coworking prostori, inkubatori, akceleratori. Novi radni prostori znače i nova radna okruženja, okruženja koje pozitivno utiču na korisnike, rasporedom i atmosferom utiču povoljno na kolaboraciju, stvaranje zajedništva, produktivost i kreativnost.

Opština Prijepolje je u socijalističkoj Jugoslaviji bila industrijski i trgovački razvijena, a poslednjih desetak godina se suočava sa problemima i prevashodno nastoji da eliminiše status najnerazvijenijeg područja u Srbiji. Iako poseduje izuzetan potencijal, kada je reč o turizmu, prirodnim i kulturnim bogatstvima, Prijepolje se suočava sa smanjenjem broja stanovništva iz godine u godinu. Jedan od glavnih razloga je i velika stopa nezaposlenosti – više od polovine broja stanovništva nema posao. Jačanjem promocije obrazovanja i kulture, unapređenjem i promocijom kulturno-istorijskog nasleđa, jačanjem društva i uključivanjem građana, privlačenjem investicija i stvaranjem prilika za zapošljavanje i preduzetništvo, može se doći do ekonomskog i privrednog razvoja, koji će uticati da se zadrže mladi ljudi u opštini, da se stvori kvalitetan socijalni i kulturni život lokalne zajednice.

**2. DEFINISANJE PROBLEMA**

Prijepolje je grad sa 37.059 stanovnika (po zadnjem popisu iz 2011. godine), relativno mali, ali izuzetno bogate kulturne-istorijske baštine. Međutim, činjenica je da su poslednjih godina migracije stanovništva velike, i da značajan broj ljudi napušta svoje domove u potrazi za boljim životnim standardom, pa se i veliki broj mladih nakon završetka studija se ne vraća u Prijepolje jer ne mogu kreirati svoju budućnost u jednom malom gradu gde se u proseku čeka na posao 6 godina. Prijepolje je grad gde na zavodu za zapošljavanje ima 1.267 mladih ljudi od 18-30 godina.

Prema Izveštaju o istraživanju potreba i položaja mladih u Prijepolju 2009. godine 84% mladih bi napustilo grad, dok je 32,2% izjavilo da bi ih u Prijepolju zadržala nova radna mesta i više mogućnosti za zaposlenje [1].

**2.1. Analiza postojećeg stanja i korisnika**

Stopa nataliteta u prijepoljskoj opštini skoro uvek je bila uzlazna, često iznad proseka Republike. Poslednju deceniju karakteriše opadanje broja stanovništva u

prijepoljskoj opštini, uglavnom zbog odseljavanja. Po popisu iz 1991. godine, u opštini Prijepolje živelo je 46.525 stanovnika, u 2002. 41.188 stanovnika, dok se po popisu iz 2011. godine taj broj smanjio na 37.059 stanovnika. Svake godine u proseku stanovništvo se smanjivalo za više od 1%.

Odseljavanje stanovnika i opadanje nataliteta pogoršava starosnu strukturu, što ilustruju podaci iz tabele 1:

Tabela 1. – Preuzeto iz Nacrta Lokalnog akcionog plana za mlade Prijepolja, za period od 2010. do 2015. godine<sup>[2]</sup>  
*Broj stanovnika u opštini Prijepolje po podacima iz poslednjih popisa stanovništva*

Starost stanovništva	Godina					
	1991.	%	2002.	%	2011.	%
Do 14	11.507	23,9	7.995	19,4	6.070	16,4
Od 15 do 24	8.212	17,8	6.520	15,9	5.268	14,2
Od 25 do 34	7.060	15,3	5.553	13,9	4.661	12,6
Od 35 do 59	14.074	30,5	13.550	32,9	12.759	34,4
Preko 60	5.672	12,6	7.570	18,4	8.301	22,4

## 2.2 Definisane užih problema sa kojima se suočavaju mladi

### 1. Kultura i slobodno vreme mladih:

- Infrastruktura i resursni problemi; neprilagodena institucija kulture potrebama mladih; problemi vezani za mlade kao korisnike programa kulture; problemi vezani za slobodno vreme mladih

### 2. Formalno i neformalno obrazovanje u funkciji profesionalnog, ličnog i društvenog ostvarivanja mladih:

- Problemi koji se odnose na sistem; problemi koji se odnose na obrazovni proces; problemi koji se odnose na nastavni kadar; problemi koji se odnose na promociju neformalnog obrazovanja; problemi koji se odnose na programe neformalnog obrazovanja

### 3. Zapošljavanje, samozapošljavanje i preduzetništvo mladih:

- Nedovoljna motivisanost mladih ljudi za profesionalnim ostvarenjem; nedovoljna podrška mladima za pokretanje samostalnih delatnosti; nepostojanje adekvatnih prostora za zajednički rad formalnih i neformalnih organizacija

Prethodno navedeni problemi su neki od bitnijih problema sa kojima se suočavaju mladi u Prijepolju. [1] Kao neki od mogućih rešenja za ove probleme su: organizacija zajedničkih aktivnosti lokalnih institucija, neformalnih grupa u cilju poboljšanja kvaliteta i dostupnosti kulturnih dešavanja (tribine, književne večeri, recitali, pozorište, ulični teatar, performansi, koncerti, izložbe, filmski festivali); poboljšanje kvaliteta raznovrsnosti i dostupnosti sportskih dešavanja; adaptacija postojećih objekata u ove svrhe; realizacija tribina, okruglih stolova, edukativnih treninga, sajmova zapošljavanja; stvaranje prostora za zajednički rad mladih ljudi, kako neformalnih organizacija, tako i mladih preduzetnika.

## 3. NOVA RADNA OKRUŽENJA

Sa brzim razvojem novih tehnologija, novim načinima komunikacije i razmene informacija, mesta za rad kao i sam radni proces prolaze kroz sveobuhvatne promene. U isto vreme, kompleksnost radne kancelarije se konstantno povećava prilagođavajući se modernim informacijama, znanju i društvu. Danas, na primer, ne postoji ni najjednostavnija zanatska radnja koja ne koristi kompjutere u radnom procesu, kao i za prodaju i računovodstvo. Proces rada se menja i u objektima u kojima se nalaze samo kancelarije; fleksibilnost i organizacija prostora tako da se ostvari bolja komunikacija među zaposlenima su sada jedni od glavnih ciljeva kojima se teži pri projektovanju ovakvih objekata. Skoro u potpunosti se napušta princip projektovanja poslovnih zgrada u kojima su dominantne kancelarije male površine, već se ide ka tzv. neteritorijalnim kancelarijama u kojima nema fiksnih radnih mesta već zaposleni sami biraju željeno radno mesto za taj dan. Ipak, iako se u praksi pokazalo da je ovakav princip organizacije radnih mesta efikasniji, realnost je da su većina kompanija i radnika naviknuti na standardne, male, individualne kancelarije i teško napuštaju ove stare navike. Razlog za ovakvu situaciju leži i u tome što se pri projektovanju ovakvih objekata ne zna ko će njegovi budući korisnici biti, a i glavni motiv kojim se investitori vode je ekonomska isplativost.

Međutim, nema sumnje da radna okolina, oblikovana na moderan i atraktivan način, čini značajan doprinos u povećanju komfora i motivacije zaposlenih, a samim tim i povećavanja njihovih performansi. Shodno tome, ne može postojati jedna određena veličina kancelarije koja odgovara svima. Stimulativno radno okruženje koje promovise produktivnost, prostorna organizacija koja omogućava socijalnu koheziju među zaposlenima, fleksibilnost, akustika, osvetljenje, kvalitetan vazduh i sobna temperatura su ključni parametri za ostvarenje komfora kod korisnika. Takođe, energetska efikasnost i održivost igraju jednu od bitnih uloga u procesu projektovanja radnih prostora. Sve ovo, kvalitet i dizajn kancelarija, čine značajan doprinos stvaranju identiteta kompanije i govore dosta o njihovoj filozofiji i kulturi korporacije.

### 3.1 Coworking prostori

*Coworking* prostori su zajednički radni prostori gde se saradnja među korisnicima odvija tako što se deli zajednički prostor za rad kao i resursi kako bi se ostvarila uzajamna dobit. *Coworking* je stil rada koji zagovara fleksibilnost i saradnju koja je zasnovana na međusobnom poverenju i deljenju zajedničkih ciljeva i vrednosti među korisnicima.

Koncept "deljenja stolova" postoji već duži vremenski period, ali princip funkcionisanja *coworkinga* je nešto drugačiji. Tu se stavlja akcenat na vezi među korisnicima, negovanju saradnje i deljenju znanja. *Coworking* spaja ljude koji rade individualno, ali koji dele iste vrednosti i koji su u potrazi za sinergijom koju deljenje prostora sa drugim talentovanim ljudima može da pruži. Broj preduzeća koje čini samo jedna osoba je porastao u periodu 2000-2005. godine sa 16.5 na 20.4 miliona. [3] Brojni nezavisni izvođači, honorarci, preduzetnici i profesionalci koji su radili od kuće su se zasitili izolacije i bila im je potrebna interakcija sa ljudima.



Kod *coworking* prostora, preduzetnici dele jednu veliku kancelariju i koriste zajedničke usluge u zavisnosti od članstva: konferencijske sale, prostore za odmor, ormariće za odlaganje stvari, kafe-aparate. Ovaj koncept odgovara onim preduzetnicima koji ne žele da iznajmljuju sopstvenu kancelariju, da se bave izborom nameštaja ili izborom asistenata. Korisnici ovakvog prostora zakupljuju sto na vremenski period koji njima odgovara – na jedan dan, nedelju, mesec ili godinu. Kod većine ovakvih prostora postoji i mogućnost jednokratnog korišćenja nerezervisanih zona za manju sumu novca ili čak i besplatno.

Ljudi koji su 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" [4]. Osnovni cilj *coworkinga* je da se stvori osećaj zajedništva među korisnicima.

#### 4. STUDIJA DRUŠTVENOG CENTRA ZA MLADE SA COWORKING PROSTOROM

##### 4.1 Urbanistički koncept i lokacija

Odabrana lokacija se nalazi u okviru užeg centralnog gradskog tkiva u Prijepolju, na trenutno neizgrađenoj površini koja ima veliki razvojni potencijal zahvaljujući svom položaju. Generalnim planom regulacije na ovoj lokaciji se predviđa izgradnja objekata uslužne namene na potezu uz obalu reke, zatim stambeno-poslovnih objekata u unutrašnjosti lokacije i objekata javno-mešovite namene na parceli koja je predmet projektnog zadatka. Pored saobraćajnica koje su predviđene planom, zbog racionalnije funkcionalne organizacije stambeno-poslovnog bloka, uvedena je još jedna u južnom delu lokacije.

Kako je glavna autobuska i železnička stanica u neposrednoj blizini predmetne lokacije, a na čijoj istočnoj strani je već formirana manja pešačka zona sa nekoliko lokala uslužne delatnosti, rešeno je da se ona produži duž cele obale. Na tom potezu se planira linijsko postavljanje uslužnih objekata, čime frontalna pešačka zona postaje najatraktivnija. Dalje se kreiraju pešački pravci paralelno sa pomenutim. Naredni pravac predstavlja šetalište okruženo zelenilom, što stvara mirniju atmosferu koja ga distancira od celokupnog okruženja, umanjujući fekvantnost saobraćaja. Taj isti pravac prolazi i kroz parcelu na kojoj se nalazi novoprojektovani kulturni centar, kroz jedan od pasaža na objektu povezujući ga sa ostatkom lokacije, ali i sa već izgrađenim strukturama sa njegove južne strane. Treći, najuži prsten predstavlja najintimniji pešački prostor, koji je prvenstveno u funkciji interblokofske komunikacije. Ova tri osnovna pravca presecaju prodori, koji kreću sa juga lokacije i pružaju se ka reci. Ovi prodori, pored funkcije šetališta, zahvaljujući svojoj širini, omogućavaju i direktne vizure iz dubine lokacije ka obali Lima. Takve vizure su omogućene prilagođavanjem forme poslovnih i uslužnih objekata, gde se kroz objekte poslovnog karaktera prave prodori u širini ovih šetališta dok se niz uslužnih objekata uz obalu reke sa svojom opnom spušta na kotu terena (slika 1).

Postojeće strukture na užoj lokaciji koja se obrađuje projektnim zadatkom se nalaze na pojasu uz reku, što predstavlja nepovoljnost jer ograničava vizure i prostor za postavljanje novoprojektovanog objekta. Stoga se on

planira kao ivični objekat koji izlazi na preostale tri slobodne strane. Sam objekat je linijski organizovan, što donekle odstupa od standardne prakse projektovanja javnih objekata kao centralno orijentisanih. Na taj način se oslobađa središnji deo parcele predviđen za formiranje površine dostupne javnosti, poput gradskog trga. Osnovni motiv pri projektovanju društvenog centra je njegovo blisko povezivanje sa urbanističkim aspektom kako šire, tako i uže lokacije. U skladu sa tim su formirana i tri prodora kroz sam objekat, slična prodorima koja su formirana na celokupnoj lokaciji, koji omogućavaju uvid u unutrašnjost bloka i pozivaju posetioce unutra. Formiranje paralelnih komunikacija na široj lokaciji je ponovljeno i u unutrašnjosti objekta kako bi na još jedan način novoprojektovani kulturni centar bio skladan deo celine.



Slika 1. – 3D prikaz urbanističkog rešenja

##### 4.2 Programski koncept

Jedan od osnovnih motiva pri funkcionalnoj organizaciji objekta jeste slojevitost, koja je prisutna kao i u urbanističkom delu projekta. Tendencija je bila kreiranje slojeva po horizontali, ali i po etažama. Prizemlje je zapravo direktna veza sa parterom, unutrašnjim dvorištem i spoljašnjoću. Potpuno je transparentno, otvoreno javnosti, čineći celinu sa dvorištem, čemu u prilog idu i pasaži koji posetioce sa glavnih saobraćajnica uvode direktno u središte parcele. Ti prodori, na nivou prizemlja, naizgled potpuno odvajaju objekat na četiri programske celine. Kao što je u samom *coworkingu* moguće sve funkcije organizovati u četiri grupe – prostor za grupni rad, prostor za individualni rad, prostor za sastanke i prostor za odmor, tako je i celokupan društveni centar podeljen na četiri dela – obrazovanje (muzičku školu), kulturu (biblioteku), rad (*coworking* prostor) i život i odmaranje (kafić sa smeštajem za posetioce koji tu žive ili su u prolazu).

Pasaži protežu kroz dve visine, pa tako ove celine ostaju odvojene i na prvom spratu, gde se uglavnom grupišu kancelarije i upravne funkcije ovih programa, koji zahtevaju potpunu ili delimičnu privatnost. Na etažama iznad prizemlja dolazi do povlačenja sprata od transparentne dvorišne fasade i formiranja galerijskog prostora kao motiva koji se ponavlja u svakoj celini i koji omogućava visinsku povezanost svih nivoa objekta ali i vizure ka unutrašnjem dvorištu. Tek na sledećoj etaži se

četiri zasebna dela povezuju u jedinstven objekat. Celom njegovom dužinom ponavlja se galerijski prostor orijentisan ka dvorištu, uz koji je postavljena glavna unutrašnja komunikacija, sa proširenjima u delovima objekta iznad pasaža. Na taj način se postiže spajanje različitih programskih celina.

Glavni akcenat u celom projektu se stavlja upravo na te među-prostore, on-off mesta, kao glavna mesta susreta i razmene ideja. Individualni, socijalni i profesionalni napredak se ne odvija u strogim, rigidnim prostorima, već upravo u ovim poroznim mestima, gde je omogućena interakcija i mogućnost slučajnih otkrovenja. Osnovna ideja je stvoriti objekat koji u skladu sa svetom oko nas, objekat za fejsbuk generaciju, koji bi na neki način odražavao internetom narušenu provatnost, ali u pozitivnom smislu. Zamučene granice ranije jasno odvojenih prostora za rad, život i odmor bi omogućile duže zadržavanje ljudi u objektu, veću socijalnu interakciju i razmenu ideja, što jedan ovakav prostor i treba da pruži. U *coworking* prostoru i modernom društvenom centru teba da budu moguće fleksibilne promene raspoloženja, stanja, prelazak iz javnog u privatno i obrnuto. Različite funkcije u prostoru ne trebaju da imaju fizičke barijere u smislu klasičnih zidova i pregrada, već da promene u nameni više budu naglašene osvetljenjem, zvukom, mirisom, hranom.

Glavni cilj je stvoriti objekat koji će integrisati rad, kulturu, obrazovanje, zabavu i rekreaciju na način na koji se sve ove oblasti života međusobno prožimaju bez jasno definisanih granica. U 21. veku rad prodire u sve sfere života, pa su radno vreme i slobodno vreme praktično postali jedan pojam. Prostornom organizacijom ovih funkcija treba omogućiti stvaranje društvenog jezgra lokalne zajednice u kojem će spoj različitih funkcija na jednom mestu stvoriti okruženje pogodno za napredovanje pojedinaca ali i celokupne zajednice, a ujedno je kompakatan i održiv centar, kako Prijepolja, tako i okolnih gravitirajućih područja.

## 5. ZAKLJUČAK

Iako se suočava sa smanjenjem broja stanovnika iz godine u godinu, u opštini Prijepolje, u poslednjem periodu, aktivnim delovanjem omladinskih organizacija se poboljšao kulturni i društveni život zajednice. Ono što je ostalo kao problem je velika stopa nezaposlenosti. Iskustva su pokazala da veliki broj ideja sa visokim tržišnim potencijalom ostaju na početnom nivou, ne prolaze kroz ciklus razrade niti se finalizuju, zbog nedostatka sredstava za ulazak u profesionalno radno okruženje kakvo jedan potencijalni biznis zahteva.

Postojećim omladinskim organizacijama, kao i mladim preduzetnicima, je najveći problem u nedostatku odgovarajućeg prostora za pravilan rad i funkcionisanje. Stvaranje lokalnog hub-a, koji će služiti kao *coworking* platforma za mlade preduzetnike i frilensere, ali i kao svojevrsan društveni centar, omogućiće motivaciju mladih ljudi i podstaći njihovu želju da ostanu u lokalnoj zajednici i doprinesu njenom razvoju.

Projektovanje porozne strukture koja će primiti različite funkcije – rad, odmor, kulturu, obrazovanje – i spojiti ih u visokofunkcionalnu celinu, sa zamućenim, ranije jasno

definisanim, granicama jasno odražava društvo u kome se danas nalazimo. Rad prodire u sve sfere života, pa više ni radni prostori ne mogu da budu formirani kao nekada. U doba kompjutera i viskorazvijene tehnologije, neophodno je ponovo uspostaviti socijalne odnose među ljudima, jer na taj način dolazi do njihovog razvoja, ali i razvoja celog društva. To je moguće ostvariti projektujući prostore gde su ljudi primorani da ostvaruju međusoban kontakt, u radnom prostoru, ali u zonama za odmor i zonama komunikacije. U tom smislu, cilj ovog projekta bio je stvoriti pejzaž različitih funkcija, gde do socijalnih interakcija i razmene ideja dolazi u među-prostorima, dok prostori za rad i odmor nisu jasno definisani, već su korisnici ti koji stvaraju prostor, odlučujući se za namenu i način upotrebe koji njima najviše odgovara.

## 6. LITERATURA

- [1] Izveštaj o istraživanju potreba i položaja mladih u Prijepolju, Prijepolje 2009, str. 13
- [2] Nacrt Lokalnog akcionog plana za mlade Prijepolja, za period od 2010. do 2015. godine, str. 5, 11 - 13
- [3] DeBare, I. (2008), *Shared work spaces a wave of future*, San Francisco Chronicle. Dostupno na <http://www.sfgate.com/bayarea/article/Shared-work-spaces-a-wave-of-the-future-3294193.php> (januar 2015)
- [4] Reed, B. (2007), *Co-working: the ultimate in teleworking flexibility*, Network World. Dostupno na <http://www.networkworld.com/article/2287504/computers/co-working--the-ultimate-in-teleworking-flexibility.html> (decembar 2014)

### Kratka biografija:



**Danijela Vulović** rođena je u Prijepolju 1992. god. Osnovne akademske studije završila je 2014. god. na Građevinsko-arhitektonskom fakultetu u Nišu. Master rad, na master studijama usmerenja Arhitektonsko i urbanističko projektovanje na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu brani 2016. god.



**dr Dragana Konstantinović** (1980) je docent na Departmanu za arhitekturu i urbanizam na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Diplomirala je 2003. na Fakultetu tehničkih nauka, magistrirala 2009. godine na Arhitektonskom fakultetu u Beogradu, doktorirala januara 2014. godine na Fakultetu tehničkih nauka.



**Karl Mičkei** diplomirao je na Univerzitetu u Novom Sadu, na Fakultetu tehničkih nauka 2005. godine. Od 2008. godine poseduje licence odgovornog projektanata i izvođača u oblasti arhitekture. Trenutno pohađa doktorske studije na Fakultetu tehničkih nauka, Departman za arhitekturu i urbanizam (II godina), gde je zaposlen kao asistent.

**ARHITEKTONSKO – URBANISTIČKA STUDIJA UNAPREĐENJA  
VIŠEPORODIČNOG STANOVANJA U NOVOM SADU****ARCHITECTURAL AND URBAN PLANNING STUDY OF IMPROVING  
MULTIFAMILY HOUSING IN NOVI SAD**

Ivana Balović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – ARHITEKTURA**

**Kratak sadržaj** - Studija se bavi pronalaženjem načina koji će stanovanje u višeporodičnim objektima učiniti primamljivijim, kao i postizanjem najvišeg standarda stanovanja na teritoriji Novog Sada, koristeći isključivo nadogradnju već postojećih stambenih objekata, bez ugrožavanja kvaliteta življenja. Rezultati istraživanja su osnova za idejno rešenje na konkretnoj lokaciji gde su primenjeni principi jednorodničkog stanovanja kako bi se višeporodično stanovanje unapredilo. To bi ovu tipologiju učinilo primamljivom za stanare, a samim tim povećao se i standard stanovanja na nivou celog Novog Sada.

**Gljučne reči:** višeporodično stanovanje, individualizacija, standard stanovanja, kvalitet življenja

**Abstract** – The purpose of this study is finding a method of making the living in multifamily building more appealing and at the same time achieving a high standard of living in Novi Sad, using only roof extension of existing residential buildings, without compromising the quality of living. The research results are the basis for the conceptual design of specific locations where the principles of single-family housing were applied in order to improve the multifamily housing. That could make this typology attractive to tenants, and thus increase the standard of living throughout the whole Novi Sad.

**Key words:** multifamily housing, individualization, standard of living, quality of life

**1. UVOD**

Model savremenog višeporodičnog stanovanja nastao je u Danskoj još šezdesetih godina prošlog veka, a potom je svoju primenu našao i u drugim zemljama širom sveta. Masovna stambena izgradnja predstavljala je glavni način za rešavanje stambenih potreba šezdesetih i sedamdesetih godina prošlog veka. Posle II svetskog rata javila se ogromna potreba za stambenim fondom, kako bi se zamenili oštećeni i uništeni objekti, i tako obezbedio smeštaj za veliki broj raseljenih lica. Takođe, na izgradnju višespratnih stambenih zgrada uticala je i industrijalizacija, porast populacije u gradovima, kao i težnja da se postignu bolji uslovi života nego kod tradicionalnog stanovanja.

U Srbiji višeporodično stanovanje počinje da se razvija u drugoj polovini XIX veka. Sa promenama političkih, društvenih, ekonomskih i drugih uslova menja se oblik i

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Milica Kostreš, doc., a komentor Ivana Maraš.**

značaj ovog tipa stanovanja. Najveći broj višeporodičnih objekata izgrađen je u doba socijalizma i njihovo učešće u ukupnom stambenom fondu predstavlja oko 60 %. Najveći deo njih realizovan je nakon 1960-tih<sup>[1]</sup>. Prostorni okvir ovog rada jeste grad Novi Sad, konkretno područje Grbavice, za koju je dat predlog urbanističkog rešenja, kao i idejno projektantsko rešenje jednog bloka. Novi Sad prema popisu iz 2011. godine ima 250 439 stanovnika, dok se Generalnim planom Novog Sada predviđa da će do 2021. broj stanovnika porasti na 295 346.<sup>[2]</sup> Trenutna stambena površina po jednom stanovniku na području Novog Sada iznosi 24,2m<sup>2</sup>/st, dok u nekim razvijenim Evropskim zemljama dostiže i 50m<sup>2</sup>/st ( Danska 51m<sup>2</sup>/st, Nemačka 40m<sup>2</sup>/st, Srbija 22 m<sup>2</sup>/st)<sup>[3]</sup>

**2. STANDARD STANOVANJA**

Jedan od ciljeva svakog modernog društva je podizanje životnog standarda stanovnika i zbog toga se postavlja pitanje šta je životni standard i koje su norme na osnovu kojih se on izračunava. Definisano je finansijskim statusom, komforom, materijalnim dobrostanjem i ostalim neophodnim potrebštinama. Prema različitim pokazateljima, standard stanovanja najbolje svedoči o razvijenosti neke zemlje, jer stan, osim što je privatno vlasništvo, predstavlja i važan deo nacionalnog bogatstva.

Nepostojanje adekvatnih propisa, nizak životni standard i kultura stanovanja doveli su do toga da se u održavanje stambenih zgrada i stanova gotovo i ne ulaže. Najčešće, najvrednija imovina jednog domaćinstva je stan, ali vlasnici stanova u Srbiji nisu upoznati sa time koliko je potrebno ulagati u održavanje stambene zgrade i stana da bi se očuvala vrednost te imovine.

**3. VIŠEPORODIČNO STANOVANJE**

Pod višeporodičnim stanovanjem podrazumeva se stanovanje više domaćinstava u zasebnim jedinicama unutar iste građevine. Svaki stan predstavlja nezavisnu funkcionalnu celinu i za razliku od individualnih, u višestambenim objektima jedinice su planirane tako da se stvori kombinacija karakteristika koje će svim budućim stanarima pružiti maksimalnu udobnost i kvalitet stanovanja. Kompleksi višeporodičnih zgrada bi trebali da nude viši standard stanovanja za veći broj korisnika, dovoljnu površinu stana sa dobrim sanitarnim uslovima, osvetljenjem i provetranjem kao i velike slobodne zelene površine između zgrada. Dobri socijalni odnosi su potreba svake ljudske zajednice, a među vlasnicima stanova u istoj zgradi značajan su uslov da bi zajednica i funkcionisala kao takva. Kako bi se ova tipologija

stanovanja učinila atraktivnijom i kvalitetnijom, primenjuje se koncept individualizacije, koji spaja karakteristike i prednosti jednoporodičnog stanovanja sa onima koje poseduje višeporodično.

#### 4. PRELAZNI TIPOVI STANOVANJA

Stanovanje u porodičnoj kući se zbog mnogih prednosti smatra kvalitetnijim i humanijim tipom stanovanja u odnosu na višeporodično, zbog čega prelazni tipovi stanovanja (između jednoporodičnog i višeporodičnog) postaju sve važnija tema u projektovanju stambenih sadržaja. Ovakvo projektovanje višeporodičnog stanovanja je veoma poželjno zbog sve veće potrebe za naseljima sa povećanom gustinom stanovanja, ali i uz uvek prisutnu težnju da se naprave rešenja koja povećavaju privatnost, imaju izdvojene ulaze u stambene jedinice i sadrže privatne ozelenjene prostore. Ovakav pristup omogućuje da se višeporodično stanovanje približi pozitivnim karakteristikama individualne stambene izgradnje.

Princip individualizacije označava širok i sveobuhvatan pristup, uključujući identifikaciju karakteristika jednoporodičnog stanovanja, čija će realizacija kod višeporodičnog doprineti povećanju nivoa individualnosti a ujedno i njegovog kvaliteta. Neke od najznačajnijih karakteristika su izdvajanje ulaza u stan, višestrana orijentacija stana, tretman pripadajuće otvorene površine, nivo fleksibiliteta, vizuelni identitet i jače susedske veze.

#### 5. VIŠEPORODIČNO STANOVANJE U SRBIJI

Višeporodično stanovanje u Srbiji počinje sa razvitkom u drugoj polovini XIX veka. Promenom političkih, ekonomskih i društvenih uslova menja se oblik kao i značaj ovakvog tipa stanovanja, koji danas čini oko jedne trećine ukupne stambene izgradnje u Srbiji.

Posle drugog svetskog rata, pa sve do pre 20-ak godina, izgradnja višeporodičnih objekata u Srbiji bila je karakterisana racionalnošću, ekonomičnošću, velikom produkcijom stanovanja i industrijalizacijom gradnje. Po načinu na koji su kompleksi višeporodičnih objekata, izgrađeni tokom socijalizma, bili zamišljeni, nisu bili odgovarajući za kvalitetno stanovanje.<sup>[4]</sup> Kompleksi su bili daleko od gradskih centara, a neki od njih su stvorili i nova predgrađa. Obezbeđivali su osnovne životne uslove, za veliki broj ljudi.

Ovi stambeni kompleksi nudili su uniformnost i to je dovelo do nastajanja industrijskih objekata sa identičnim stambenim jedinicama za sve stanare, bez obzira na njihove životne potrebe. Individualizacija objekata i personalizacija stambenih prostora uopšte nije postojala. Primetno je i odsustvo otvorenih površina i nedostatka identifikacije korisnika sa stambenim prostorom i njegovim okruženjem, što je dovelo i do socijalne otuđenosti.

##### 5.1 Višeporodično stanovanje u Novom Sadu

Tokom 90-ih godina Novi Sad je uspeo da ostvari relativno brz društveni i privredni razvoj, i tada je došlo do znatnog povećanja industrijske proizvodnje i broj nezaposlenih je značajno smanjen. Ovome je doprineo i razvoj različitih funkcija od opštinskog, regionalnog i pokrajinskog značaja. Razvoj Novog Sada obeležila je i transformacija centralnih gradskih zona.

Novi Sad je najveći grad Autonomne Pokrajine Vojvodine, i prema popisu iz 2011. godine ima 250 439 stanovnika dok se Generalnim planom Novog Sada pretpostavlja da će do 2021. broj stanovnika porasti na 295 346. Takođe, Generalnim planom grada Novog Sada do 2021. godine definiše se površina ukupnog građevinskog područja koja iznosi 10.871,02 ha.

Najveću površinu namene stanovanja zauzima porodično stanovanje – 62,4%. Višeporodično stanovanje srednjih i visokih gustina zastupljeno je u staničnom području i uz severni deo Bulevara oslobođenja, kao i u delovima uz Rumenački put i staroj Detelinari. Najstarije višeporodično stanovanje nalazi se u delovima centra (Mali Liman), uz Beogradski kej i istočni deo Podbare, dok se novije višeporodično stanovanje nalazi na području Limana, Novog Naselja i uz Bulevar Patrijarha Pavla i Bulevar Evrope. Najveći deo centralnog područja zauzimaju opšte stambene zone<sup>[2]</sup>.

Broj stanovnika u odnosu na popis stanovništva iz 1995. godine, kada je rađen presek broja stanovnika za izradu važećeg generalnog plana, povećao se za 19%, odnosno za skoro 53 000 stanovnika. Intezivna stambena izgradnja direktno je povezana sa povećanjem broja stanovništva. Najveći porast dogodio se u zonama porodičnog stanovanja koje predstavljaju posledice bespravne izgradnje. Kasnije ova područja su legalizovana i stavljena u planske okvire tako nastalih područja.

Takođe, drugi razlog za značajan porast broja stanovnika je i izgradnja višeporodičnih objekata, gde su se čitavi kvartovi porodičnih objekata transformisali u višeporodične, čime se znatno povećao broj stanova i stanovnika. Slobodna područja ruralnih delova grada prerasla su u velika stambena naselja sa unificiranim višespratnim kulama i lamelama namenjenih stanovanju srednjeg društvenog sloja. Takvi objekti najviše su se gradili u zonama Telep, Novo Naselje, Klisa, kao i u Petrovaradinu i Sremskoj Kamenici. Paralelno sa izgradnjom stambenih kompleksa ovi delovi grada se opremaju komunalnom infrastrukturom i saobraćajnom mrežom.

##### 5.2 Područje Grbavice

Područje Grbavice, iako je ranije bilo ruralna periferija Novog Sada, usled razvoja u poslednjih par decenija integrisalo se u širi centar grada. Krajem prošlog veka došlo je do intezivne transformacije ovog područja koja je u korenu promenila njegov društveno-prostorni karakter i identitet.

Rušenjem postojećih objekata i izgradnjom visokih višeporodičnih objekata na području Grbavice dolazi do povećanja procenta izgrađenosti i gustine stanovanja, ali i do potpuno novog identiteta i karaktera područja.

Na području Grbavice trenutno je zastupljeno porodično i višeporodično stanovanje, sa većim udelom nestambenih sadržaja, kao što su poslovni prostori i javne službe. U severozapadnom delu prostora, blokovi su parcijalno transformisani izgradnjom višeporodičnih traktova u unutrašnjosti bloka, ili uz ulicu, dok su u ostalim delovima ostale porodične kuće koje se postepeno zamenjuju višeporodičnim zgradama P+4+Pk. Središnji deo se iz čistog porodičnog transformisao u višeporodično niže spratnosti (P+2+Pk) osim uz Bulevar cara Lazara, Ulicu Alekse Šantića i Puškinovu.

## 6. PREDLOG UNAPREĐENJA KVALITETA VIŠE-PORODIČNOG STANOVANJA U NOVOM SADU

### 6.1 Koncept postizanja najvišeg standarda stanovanja na teritoriji Novog Sada.

Problemski okvir ovog rada jeste dostizanje najvišeg kvaliteta stanovanja na teritoriji Novog Sada (Novi Sad, Petrovaradin i Sremska Kamenica). Na standard stanovanja najviše utiču pokazatelji odnosa raspodele broja stanova i kvadrata stambenog prostora po stanovništvu. Osim dobijanja potrebnih kvadratura ujedno je neophodno postići i visok nivo kvaliteta življenja. U Novom Sadu, površina stana po stanovniku trenutno iznosi 24,2 m<sup>2</sup>, što je više nego površina stana po stanovniku na nivou cele Srbije, gde je 22 m<sup>2</sup>.

Postavljeni cilj za 2030. godinu jeste dostizanje kvadrature od 41m<sup>2</sup>/st na teritoriji Novog Sada, gde je Generalnim planom grada Novog Sada do 2021. godine predviđen broj stanovnika od 295 400. Princip za postizanje cilja jeste korišćenje isključivo nadogradnje postojećih objekata, spratnosti P+2 i više. Ovaj način je izabran kako bi se smanjila zauzetost građevinskog zemljišta i time sprečilo dodatno horizontalno širenje grada. Smanjenje zauzetosti prostora dovelo bi do uvećanja zelenih površina i formiranja javnih prostora. Trenutno Novi Sad poseduje svega 5 m<sup>2</sup> zelenila po stanovniku, što je rezultat nagle i nekontrolisane urbanizacije. S obzirom da se očekuje priliv stanovništva, osim smeštajnih kapaciteta neophodno je obezbediti i povećanje zelenih površina. Ovakav način stanovanja omogućava stanovnicima da žive u gradu ali da budu zaštićeni od buke. Da bi se ova tipologija stanovanja učinila kvalitetnijom, zgrade moraju biti prijatne, pružati ugodan život i biti savršeno integrisane u svoje okruženje.

### 6.2 Urbanistički koncept i lokacija

Za detaljniju analizu izabrano je područje Grbavice zbog svoje karakteristične morfologije. Nedostaci koji su uočeni analizom područja jesu velike gustine naseljenosti (u zoni oko Ulice Braće Ribnikar dostiže i preko 500 st/ha), male površine parcele (200 – 400m<sup>2</sup> sa indeksom zauzetosti oko 40%). Visok indeks zauzetosti doveo je do minimalnih slobodnih površina, kako na parcelama, tako i na nivou celog područja. Osim navedenog, uočen je i nedostatak broja parking mesta, koji trenutno zadovoljava oko 50% potrebnog. Parkiranje je uglavnom predviđeno u sklopu parcela i suterenskih garaža. Pored ovih nedostataka, ovo područje ima i brojne prednosti, kao što je povoljna lokacija u gradu, blizina centra i dobra saobraćajna povezanost. Područje je formirano tako da može da predstavlja posebnu celinu u gradu, jer u svom sklopu poseduje i neophodne javne ustanove.

Potencijalni predlog rešenja područja Grbavice planiran je kroz nekoliko nivoa: racionalnija upotreba gradskog prostora, promena karaktera unutar blokovskih prostora i povećanje individualizacije višeporodičnog stanovanja (Slika 1).

Stambeni sadržaji isprepletani su sa bujnom vegetacijom, i zajedno nude mogućnost za socijalnu interakciju, odmor i rekreaciju. Urbani blokovi između stambenih zgrada dizajnirani su na osnovu postojeće vegetacije koja povećava udobnost zajedničkih prostora, podstičući osećaj zajedništva i angažovanja. Za projektovanje

urbanih blokova korišćeni su prirodni oblici, kako bi se razbila monotonost pravilnih volumena objekata. Takođe ovaj postor pruža i privatnost njegovim korisnicima. Predviđena je sadnja velikog broja drveća, koje će poboljšati lokalno područje, a ujedno i smanjiti buku i zagađenje.



Slika 1. Predlog urbanističkog rešenja područja Grbavice

Nadogradnjom višeporodičnih objekata na području Grbavice, doći će do povećanja izgrađenosti, ali i do potpuno novog identiteta i karaktera područja. Stvaranjem novog identiteta područja doći će do promene duha mesta, a samim tim poboljšaće se i kvalitet stanovanja u ovom području.

### 6.3 Programski koncept

Za užu lokaciju na području Grbavice izabran je blok koji je sa južne strane uokviren Bulevarom cara Lazara, a sa severne ulicom Miše Dimitrijevića. Istočna granica bloka je ulica Đorđa Servickog, a zapadna Ulica Kolo srpskih sestara. Ovaj blok je izabran zbog svojih karakteristika, koje se mogu uočiti na području cele Grbavice, a to su uski profili ulica u unutrašnjosti bloka, dok se sa južne strane nalazi jedna od glavnih saobraćajnica grada.

Blok je oivičen objektima za višeporodično stanovanje, gde se u južnom delu nalaze objekti spratnosti P+6 i P+7, dok su objekti u ostalom delu područja P+3 osim dva objekta na zapadnoj strani koja su P+4 i P+5. Parkiranje je trenutno predviđeno samo na ulici.

Predlog povećanja standarda stanovanja u ovom bloku predviđen je nadgradnjom postojećih višespratnih objekata. Analizom orijentacija objekata, međusobne udaljenosti, kao i poprečnog profila ulica koje uokviruju blok došlo se do zaključaka da je optimalna spratnost višeporodičnih objekata u severnom delu bloka P+5, dok u južnom delu bloka koji izlazi na Bulevar cara Lazara spratnost od P+10. Kao što je već napomenuto nadogradnjom objekata različite spratnosti do iste visine, postignuta je visinska regulacija bloka, koja je dovela do ujednačenijeg i harmoničnijeg izgleda bloka.



Slika 2. Koncept predloženog rešenja

Individualnost u stanovanju je veoma važan element u dostizanju zadovoljstva stanovanjem i posebno je bitna za stanovanje u višeporodičnim stambenim zgradama. Individualizacija je postignuta projektovanjem stanova na višim etažama, gde svakom novoizgrađenom stanu pripada privatna zelena površina koju je moguće individualno srediti i prilagoditi (Slika 2).

Bitan deo projekta predstavlja i rešenje unutar blokovskih površina. Iako zauzetost bloka nije velika (28%), parkiranje je predviđeno u okviru podzemne garaže kako se ne bi zauzimali slobodni prostori na parceli. U okviru svakog bloka, osim travnatih površina predviđeni su i prostori za bašte kao i prostori za igru dece. Osim zelenih površina u parteru, predviđena je krovna terasa na postojećem objektu spratnosti P+5, kao i zeleni krovovi na ostalim nadograđenim objektima.

Kompleks ne obezbeđuje samo osnovne pogodnosti već mnogo širi opseg sa pametno osmišljenom vegetacijom. Dizajn stana odražava sve sofisticiranije zahteve modernog vlasnika, sa dosta osvetljenosti i osunčanja. Ovakav način projektovanja doveo je do formiranja „novog grada na vrhu već postojećeg grada“.

## 7. ZAKLJUČAK

Višeporodično stanovanje je neophodan izbor kako bi se u gradove mogao naseliti što veći broj ljudi. Izgradnjom ovakvih naselja, sa povećanjem gustinom stanovanja kao i procentom iskorišćenja zemljišta često dolazi i do smanjenja standarda stanovanja.

Poslednjih godina podiže se svest svih učesnika u planiranju, projektovanju i izgradnji višeporodičnih objekata o značaju individualizacije ovog tipa stanovanja kako bi se odgovorilo na savremene potrebe stanovnika objekata. Zasebni ulazi u stanove, velike pripadajuće otvorene površine i funkcionalnost su samo neke od karakteristika koje ne smeju biti zanemarene i koje jednoporodično stanovanje čine atraktivnijim od višeporodičnog.

Koncept fleksibilnosti zauzima veoma važno mesto u organizaciji stana i tesno je povezan sa konceptom individualizacije. Zajednički unutar blokovski prostori kao i zajedničke prostorije unutar same zgrade moraju biti dobro prirodno osvetljeni, sa kvalitetnim materijalima, kako bi privukli stanare, koji će se u njima osećati prijatno i pružati im osećaj sigurnosti.

Primenjivanjem ovih karakteristika prilikom projektovanja višeporodičnog stanovanja na području cele Grbavice i izabranog bloka, ukloniće se nedostaci ove tipologije, objekti će biti kvalitetniji i atraktivniji, a samim tim ovaj način stanovanja neće zaostajati za ponudom jednoporodičnog stanovanja. Primenom koncepta individualizacije povećaćće se kvalitet življenja u Grbavici, kao i standard stanovanja. Kvalitetno stanovanje doprinosi opštem boljitku i jedan je od osnovnih ciljeva svakog naprednog društva.

## 6. LITERATURA

- [1] Nedučin Dejana (2004), Postsocijalistički grad – promena društvene i prostorne strukture Novog Sada u periodu tranzicije, dostupno na: <http://nardus.mpn.gov.rs/bitstream/handle/123456789/1864/Disertacija.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, str. 122 (jun, 2016)
- [2] Studija stanovanja za Generalni plana Novog Sada (2009), Zavod za urbanizam, Novi sad, dostupno na <http://www.nsurbanizam.rs/sites/default/files/1800-Tekst%20studije%20stanovanja-konacno-sa%20grafikom.pdf>, str 4 (april, 2016)
- [3] <http://www.entranze.enerdata.eu/> (maj, 2016)
- [4] Stoilković Branislava (2015), Primena koncepta individualizacije u stambenoj arhitekturi u kontekstu unapređenja kvaliteta višeporodičnog stanovanja u Srbiji, Niš, str 110.

## Kratka biografija:



**Ivana Balović** je rođena u Prokuplju 1991. god. Osnovne akademske studije završila je 2014. god. na Građevinsko-arhitektonskom fakultetu u Nišu. Master rad, na master studijama usmerenja Arhitektonsko i urbanističko projektovanje na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu brani 2016 god.

**UPOREDNA ANALIZA VIZUALIZACIJE U ARHITEKTURI I GAMING INDUSTRIJI  
COMPARATIVE ANALYSIS OF VISUALISATION IN ARCHITECTURE AND GAMING  
INDUSTRY**Biljana Bojanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ARHITEKTURA**

**Kratak sadržaj** - Predmet rada je uporedna analiza vizualizacije u dve različite struke koje se služe istim alatima i srodnim tehnikama. Namera je pokazati mogućnosti koje alati vizualizacije pružaju i diverzitet rezultata.

**Abstract**- The subject of this paper is comparative analysis of visualisation in two different branches that use same tool and similar techniques. The intention is to show the possibilities that these tools give and diversity of the results.

**Ključne reči:** Zbornik FTN, Studentski radovi, Uputstvo

**1. UVOD**

S jedne strane potreba za što kvalitetnijim predstavljanjem svoje ideje investitorima i sa druge pružanje sve većeg vizuelnog užitka svojim konzumentima, dve različite struke koriste ali i oblikuju alate i tehnike vizualizacije.

Cilj ove uporedne analize je da pokaže univerzalnost procesa modelovanja, osvetljavanja, renderovanja i post produkcije, njihovu primenljivost na različitim poljima, kao i činjenicu da isti alati u svim fazama produkcije mogu dati potpuno različite rezultate.

U ovoj analizi fokusiraćemo se na 3ds max, V-Ray i Adobe Photoshop, bavićemo se mogućnostima koje ovi softveri pružaju vizualizaciji praktičnom primenom na jedan manji enterijer u fazama modelovanja, teksturisanja, osvetljavanja i post produkcije, kao i valorizacijom dobijenih rezultata.

**2. 3D MODELOVANJE I TEKSTURISANJE**

Proces razvijanja matematičke reprezentacije površi preko skupa tačaka u prostoru naziva se 3d modelovanje i radi se u specijalizovanim softverima kao što su 3ds Max, Blender, Sketchup, Maya i drugi.

Postoje tri različita tipa modelovanja:

Mesh modelovanje – najrasprostranjeniji vid modelovanja u arhitekturi i gaming industriji gde se površi aproksimiraju pomoću poligonalnog mesha čiji su podnivoi verteksi, ivice, face-ovi, poligoni, površi i elementi.

Modelovanje krivama – površine su definisane krivama. Krive mogu biti različitog tipa – NURBS (Non-uniform rational B-spline), spline ili patch.

3D skalpting – tehnika digitalnog vajarstva.

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio docent dr Bojan Tepavčević, red.prof.**

Arhitektonska vizualizacija teži realizmu i modelovanje mora to da prati. 3D modeli su dobrih proporcija, čistih linija, teksture sjajne i zategnute - bas kao što bi to izgledalo u, na primer, novoopremljenoj luksuznoj kući.

U gaming industriji je situacija malo drugačija. U zavisnosti od žanra i stila igre – realizam nije nešto čemu se nepohodno teži. Dok je negde odstupanje diskretno, u nekim primerima modeli izgledaju gotovo kao karikature.

U modelu se namerno pravi dosta sitnih nepravilnosti, okrnjena fasada, razrušena kaldrma, polomljen prozor, pocepan tepih – nešto što će doprineti verodostojnosti, ali i šarmu same scene, učiniti je živom. U scenama namenjenim video igrama ovaj efekat se pojačava i izborom tekstura – često dotrajale, sa vidnim deformacijama ili ručno crtane tako da su npr. godovi na drvetu prena-glašeni ili pukotine na kamenu predimezionisane.

**2.1. Svetlo u kompjuterskoj grafici**

Pri klasifikaciji svetala osobine koje nas najviše zanimaju su:

- Intenzitet
- Boja
- Mekoca
- Senke
- Motivacija

Intenzitet svetla se nalazi na prvom mestu jer je njegova najociglednija osobina. U kompjuterskoj grafici, ali i filmskoj industriji i fotografiji, svetlo koje je na sceni najjačeg intenziteta naziva se dominantno svetlo (ili u postavci three point light – key light pored back light-a i fill light-a) i njegove senke će biti najizraženije.

Boja svetla je odlika koja nam može sugesirati doba dana, godine, da li se radi o enterijeru ili eksterijeru, ali i odrediti ukupno raspoloženje u sceni. Upotreba hladnih tonova naspram toplih je tehnika koje se koristi vekovima. Koristi se istom logikom kao tehnika svetlo – tamno, gde kontrastne vrednosti ističu jedna drugu. Svetlo na koje najčešće nailazimo u prirodi je meko, sa senkama koje su blago difuzne. Zbog čestog prisustva oblaka, izmaglice, smoga i velikog broja odbijanja svetlosnih zraka tzv. tvrdo svetlo ređe nailazimo. Gole sijalice, reflektori, baterijske lampe neke su od svetlosnih izvora tvrdog svetla. Povrsina svetlosnog izvora takodje utice na mekoću ivice senke. U softverima u kojim bi osvetljavali scenu u slučaju da želimo da dobijemo mekšu senku povećali bi radijus svetlosnog izvora, u tom slučaju i intenzitet svetla bi se povećao pa srazmerno moramo smanjiti multiplajer korigovanog svetla.

Kao i u ranije pomenutom modelovanju, arhitektonska vizualizacija i u osvetljavanju uglavnom teži realizmu. Svetla su umereno saturisana, vrednosti intenziteta izvora svetlosti su približna ili ista realnim. Često se koriste HDRI mape da bi se oponašao uticaj okoline na disperziju svetla u prostoru i refleksiju.

Osvetljavanje scena za video igre je uglavnom ne tako suptilno. Osvetljavanje ima verovatno i najbitniju ulogu u scenama gaming-a, njihovim izborom se određuje raspoloženje u igri. Svetla su često zasićena, kontrasti dramatični, senke izražene. Ljubicasta mesečina ili zelene svece nisu nista neobicno u svetu video igara. Svetlo se koristi kao moćan alat usmeravanja pogleda igrača ili slanja određene poruke. Ono što razlikuje osvetljavanje ova dva različita tipa scena je dodatna funkcija svetla -, pored toga što objekti moraju da budu vidljivi i raspoloženje određeno, u gaming-u svetlo je često jako bitan faktor za sam game-play.

## 2.2. Uporedna analiza

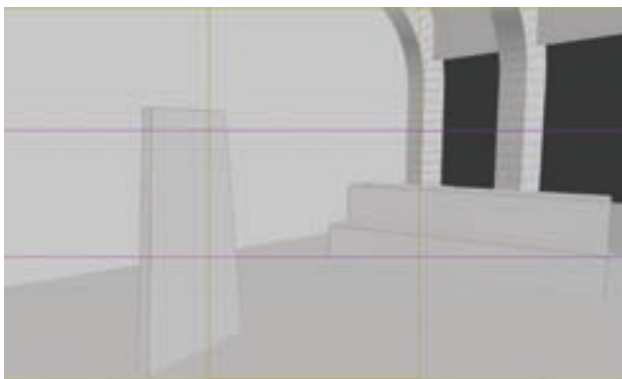
U uporednoj analizi bavićemo se scenom namenjenoj arhitektonskoj vizualizaciji i sceni za video igru HOPA žanra.

Etape analize su:

- Postavka scena
- Model
- Teksture
- Svetlo
- Postprodukcija

Nakon izbora teme i prikupljanja referenci, prvi korak je postavka scene. Osnove geometrijske forme bez detalja bice dovoljne za osnovni box i sticanje utiska o prostoru i proporcijama.

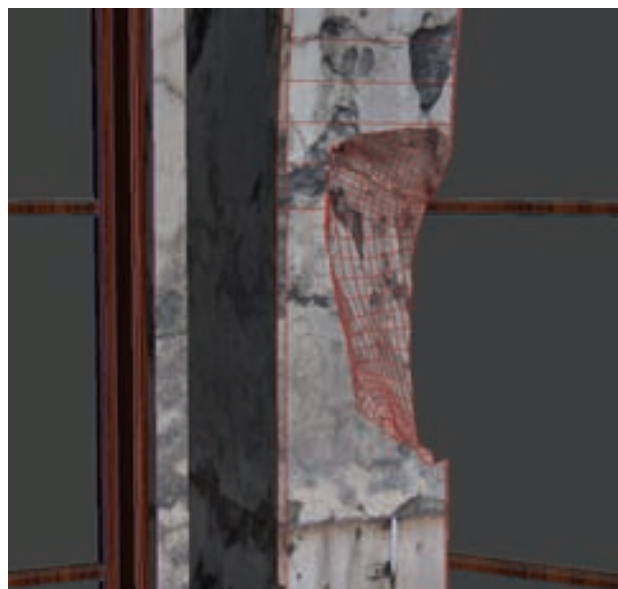
Kao vizuelna pomoć, u ovom slučaju, postavljene su linije safe frame-a tako da dele ekran na 9 delova, odnosno primenjeno je pravilo trećine radi lakšeg dobijanja skladne kompozicije.



Slika 1. Postavka scene

Za arhitektonsku vizualizaciju model je pravilnih linija i tačnih proporcija. Iako je sam ambijent rustičan, izgleda novo i uredno. Elementi su uredno raspoređeni po sceni.

Kod scene za video igru situacija je drugačija. Određeni elementi su predimenzionisani, nepravilno postavljeni. Postoje devijacije i "oštećenja" na modelima.



Slika 2. Detalj u modelu

Pošto se u renderu za arhitektonsku vizualizaciju teži realizmu posebna pažnja je posvećena teksturama. Najveće površine u sceni zauzimaju pod i zid.

Parket pored 3D diffuse mape ima i bump mapu da bi se izvukle sitne neravnine na njemu, kao i reflection mapu da bi se izbegla uniformnost refleksije i time dobilo na realizmu.



Slika 3. Materijal poda

Glavno osvetljenje scene za arhitektonsku vizualizaciju dolazi sa hdri mape koja je postavljena na vray dome light. Postavljeno je i jedno svetlo koje simulira sunce, pravi zanimljivu senku na zidu i svetlo ispred prozora koje oponaša svetlo koje ulazi kroz prozor, odbija se o pod i kauč i na taj način osvetljava jedan manji deo prostorije.



Slika 4. Render scene za arhitektonsku vizualizaciju



Svetlo za scenu za video igru je saturisanije, skoro narandžasto, a pored sunca imamo i jedno svetlo iza kamere, hladno, gotovo ljubičasto koje osvetljava prvi plan.



Slika 5. Render scene za video igru

Postprodukcija scene za arhitektonsku vizualizaciju se više koncentrisala da pravilno kompozitovanje i izvlačenje maksimuma iz rendera.

Ambient occlusion i contour lightning su pomogli naglašavanju geometrije dok je total lightning istakao svetlo. Silueta grada dodata je da se vidi sa prozora i doctrano blago volumetrijsko svetlo koje u prostoriju ulazi kroz prozor gde postoji i bloom efekat koji nije previše naglašen.



Slika 6. Finalna scena za arhitektonsku vizualizaciju

Proces postprodukcije da scenu za video igru je dosta kompleksniji. Vreme koje smo uštedeli u podešavanjima materijala i manjem broju test rendera jer nam realan izgled nije prioritet potrošicemo u ovoj fazi.

Kompozitovanjem je naglašena geometrija, pojačanje su kontaktne senke posebna pažnja posvećena je svetlu. Intenzitet je pojačan, boja saturisanija nakon čega je dodato i volumetrijsko svetlo koje ulazi kroz prozor. Doctrani su „rim lights“ po elementim na sceni na koje svetlo direktno pada.

Prvi plan je zatamljen i dodatno saturisan hladnom, ljubičastom nijansom koja je u kontrastu sa toplom svetlošću, zamišljenog sunca koja ulazi kroz prozor



Slika 7. Finalna scena za video igru

### 3. ZAKLJUČAK

Korišćenjem istih alata i sličnih tehnika možemo dobiti vrlo različite rezultate u zavisnosti od oblasti za koju nam trebaju. Upoznavanjem fizičkih svojstava svetla i materijala mozemo primeniti znanje u kompjuterskoj grafici na različitim poljima.

### 4. LITERATURA

- [1] Darren Brooker, “Essential CG Lighting Techniques”, Burlington, 2003
- [2] C. Melissionos, P. O Rourke, , Y.C. Ho, “The art of video games”, New York, 2012.
- [3] Various artists0, “The definitive digital art collection”, 3dtotal, 2015.
- [4] O. Johnston, F. Thomas, “ Disney Animation: The Illusion of Life”

### Kratka biografija:



**Biljana Bojanović** rođena je u Zadru 1986. god. Bachelor rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti arhitekture odbranila je 2013.god.

**PLUTAJUĆI MUZEJ IGRAČAKA U AMSTERDAMU  
FLOATING TOY MUSEUM IN AMSTERDAM**Nataša Stepanović, Milena Krklješ, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ARHITEKTURA**

**Kratak sadržaj** – Rad se bavi istraživanjem programa plutajućeg muzeja igračaka. Ideja je stvoriti prostor koji će odgovoriti na zahteve plutajuće arhitekture u smislu održivosti i inovativnosti, ali istovremeno i pružiti adekvatan prostor za izložbene postavke. Objekat treba svojom arhitekturom da privuče ljude na obalu i približi im mogućnosti života i rada na vodi.

**Abstract** - The thesis researches the program of the floating toy museum. The idea is to create a space that will meet the demands of the floating architecture in terms of sustainability and innovation, but also provide adequate space for exhibitions. The building with its architecture should attract people to the coast and familiarize them with the possibilities of living and working on water..

**Cljučne reči:** plutajući muzej igračaka, održivost, arhitektura

**1. UVOD**

Zahvaljujući klimatskim promena kao što je globalno zagrevanje, nivo vode u morima i rekama je u stalnom usponu, 70% zemlje je prekriveno vodom. Istovremeno, s obzirom na povećanje ekonomskih prihoda, ljudi žele da žive i uživaju u slobodnim aktivnostima u blizini vode, ali i na vodi. Objekti građeni u direktnoj korelaciji sa vodom predstavljaju jaku alternativu i sve veću i veću potrebu u budućnosti.

Holandija je zemlja u kojoj više od polovine ljudi živi ispod nivoa mora, a nedostatak zemljišta predstavlja veliki problem.

*Borba sa vodom* u Holandiji je prerasla u *život sa vodom*. Vodena područja i zatvorene luke pružaju dobre mogućnosti za stvaranje novih vodenih pejzaža i modernih marina koje se sastoje od plutajućih kuća i drugih tipologija plutajuće arhitekture.

Plutajući muzej igračaka, koji je tema ovog rada, se stoga i nalazi u Holandiji, Amsterdamu. Kanali Amsterdama počinju da zamenjuju bulevare i budućnost plutajuće arhitekture se u ovom gradu već uveliko nazire.

Ideja života i rada na vodi zapravo nije ni nova, a ni inovativna. U stvari, postoje mnogi primeri plutajuće arhitekture kroz istoriju.

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji je mentor bila dr Milena Krklješ, docent.**

**2. ISTORIJA STANOVANJA NA VODI**

Primer ljudi koji vekovima žive na vodi su ribari u *Siem Reap* provinciji u Kambodži. Ribarska plemena su izgradila kompletna plutajuća sela na ivicama i nekoliko na sredini jezera, koje se sastoji od reke i jezera *Tonle Sap*. Neka od sela se i kreću u zavisnosti od nivoa vode u jezeru. Ova sela se ne kreću samo vertikalno sa promenom visine vode, kao i sva plutajuća sela, već menjaju i lokaciju.

U jugoistočnoj Aziji se mogu pronaći mnoga plutajuća sela, ne samo u Kambodži, već i u Vijetnamu, Tajlandu, Indoneziji i Kini. Dok kambodžanski plutajući stanovi izgledaju kao normalne kuće, kineska plutajuća sela se uglavnom sastoje od malih čamaca. Ova kineska plutajuća sela postoje preko hiljadu godina. Najpoznatije plutajuće selo je Aberdin koje se nalazi u luci Aberdin u južnom okrugu Hong Konga.

Ljudi koji žive na čamcima u Aberdinu su većinom Tanka, grupa ljudi uglavnom ribara koji su stigli u Hong Kong između VII i IX veka. Plutajuće selo je enormno poraslo kada su Englezi izgradili svoju glavnu luku i naselje, koje su nazvali Aberdin, na ostrvu Hong Kong. U to vreme mnogo kineskih trgovaca se takođe nastanilo u plutajućem selu. Ukupna populacija stanovnika u Hong Kongu je 1841. godine procenjena na 2000, a dostigla je vrhunac 1963. godine sa 150000 i 1982. godine pala na 40000.

U Vijetnamu se plutajuća sela sastoje od malih koliba koje su izgrađene na splavovima. Splavovi su napravljeni od dasaka i uglavnom podržani praznim buradima i kanisterima.

Na granici Perua i Bolivije nalazi se jedno od najviših plovnih jezera na svetu. Ovo najveće jezero po zapremini vode Južne Amerike naseljava pre-inkanski narod Uros.

Urosi su živeli i dalje žive na velikim splavovima napravljenim od Totora trske. Urosi su prvobitno, pre mnogo vekova, stvorili svoja ostrva kako bi sprečili napade svojih agresivnih komšija, Inka i Kolasa. Trska na dnu ostrva trune prilično brzo tako da se nova trska konstantno dodaje na vrhu, svaka tri meseca. Ostrva traju oko trideset godina. Splavovi su usidreni konopcima vezanim za štapove koji su utisnuti u dno jezera.

**2.1 Počeci plutanja u zapadnoj Evropi i Holandiji**

Od XVII veka ljudi su počeli da žive u čamcima i brodovima u evropskim gradovima kao što je Amsterdam. Publikacija *Mooring Site* Amsterdam opisuje istoriju života na vodi u Holandiji, posebno u Amsterdamu. Slike i zakoni u opštinskim arhivama pokazuju da je već u XVII veku bilo stambenih barki.

Krajem XIX veka, pojavio se čelični brod kao teretni brod. Kako drveni brodovi nisu mogli da pariraju čeličnim brodovima ubrzo su potisnuti iz upotrebe. Tako je veliki broj drvenih brodova dobio novu upotrebu kao stambena barka.

1918. godine, akt za prikolice i stambene barke (*Wet Woonwagens en Woonschepen*, WWW) je uveden u Holandiji. Tada je veliki broj stambenih barki dobio dozvolu za sidrenje. 1922. godine, pojavila se betonska barka - šuplji betonski temelj. Za razliku od stambene barke, koja je brod koji je rekonstruisan kao mesto za život, betonska barka je stan koje je izgrađen na plutajućim temeljima. Stoga, betonske barke se mogu posmatrati kao prve plutajuće kuće u zapadnoj Evropi. Ovaj sistem je relativno jeftin, tehnički robustan i ne zahteva mnogo održavanja.

Ekonomska kriza oko 1930. godine uzrokovala je da mnogi ljudi nisu mogli sebi da priušte normalnu kuću, te su se oni selili u jeftinije stambene barke. Posle Drugog svetskog rata broj stambenih barki se enormno povećao zbog nedostatka stambenog prostora. Stare uske luke i kanali su postali slobodni, jer oni nisu bili pogodni za moderne teretne brodove. Od tog perioda, stambene barke namenjene za život, a ne prevoz, su pravljene sve više i više. Na kraju XX veka broj stambenih barki u Holandiji je procenjen na više od 10000.

Neuredna urbanistička slika, nedostatak propisa i pravila nije načinio stambenu barku veoma popularnom kod lokalnih samouprava poslednjih decenija. Politika vlada je bila veoma restriktivna po pitanju stambenih barki. Dakle, poslednjih decenija, dodan je mali broj novih sidrišta.

## 2.2 Pojava plutajuće kuće

Plutajuća kuća se pojavila poslednjih decenija. Plutajuće kuće izgledaju kao normalne kuće, ali su izgrađene na plutajućim temeljima. One su na jedan način nepokretne jer su napravljene za određenu lokaciju i čvrsto fiksirane za svoj stub sidrenja.

### *Plutajuće kuće u Severnoj Americi*

Ranih osamedesetih, tehnologija plutajućih kuća je prošla kroz veoma značajan razvoj kada je IMF (*International Marine Floatation Systems Inc*) uveo novu tehnologiju izgradnje nekretnina na vodi. Ovaj sistem je zasnovan na jezgru od polistirenske pene i betonske ljuske. Ovaj sistem omogućuje izgradnju na vodi i rezultira manjom vlagom te se stoga može koristiti i u plićim vodama. Povrh toga, ovaj sistem je takođe i nepotopiv.

Ovaj razvoj je doprineo formiranju velikih plutajućih četvrti u gradovima Sijetl i Vankuver. U ovim četvrtima možete pronaći ogromne plutajuće kuće koje izgledaju kao normalne kuće i vile. Veliki deo ovih velikih plutajućih kuća je izgrađen na IMF metodi, a drugi deo je izgrađen na betonskim kesonima/ronilačkim zvonima.

### *Prve plutajuće kuće u Holandiji*

Prvi projekat plutajućih kuća u Holandiji je izvršen 1992. godine u marini *Oolderhuuske* (Roermond, provincija Limburg) izgrađeno je 80 vila na rudarskom jezeru koje je povezano sa rekom *Maas*.

1999. godine, građevinska grupa *Ooms* je uvezla kanadski sistem (prethodno naveden kao IMF) na holandsko tržište. Grupa *Ooms BV* tvrdi u članku u *Elsevier*-u da je izgradila prvu *pravu kuću* na vodi. Prema *Ooms*-u, vile u marini *Oolderhuuske* nisu *prave kuće* jer su namenjene za rekreaciju i, povrh toga, vile u *Oolderhuuske* plutaju samo kad reka *Maas* ima dovoljno visok vodostaj.

Juna 1999. godine, grupa *Ooms* je porinula kuću na vodi sa tri sprata, nazvanu Svetionik, u luci *Hoorn*. U to vreme izvođač je imao planove da izgradi 200 ovakvih kuća godišnje. Kompanija je bila u kontaktu sa zainteresovanim opštinama gradova Lelistad, Almere, Rotterdam i opštinama u Frieslandu i Groningenu.

Uvidom u to da *život na vodi* ima dobre izgleda da postane uspešna forma stanovanja, zainteresovali su se mnogi preduzimači. Takođe, graditelji barki su se usavršili i mnoge arhitektonske firme su počele sa dizajnom plutajućih objekata. Od tada pa nadalje, plutajući domovi su dizajnirani i građeni tako da izgledaju kao normalne kuće i imaju moderniji izgled.

## 3. PLUTAJUĆI OBJEKTI, NOVA PARADIGMA ARHITEKTURE

*Svaki objekat, potpuno ili delimično potopljen u vodu, ispliva na površinu silom koja je jednaka težini tečnosti koja je izmeštena objektom.*

(Arhimedov princip)

Plutajuća kuća označava strukturu sa ugrađenim plutajućim sistemom, namenjenu za upotrebu i stanovanje, koja sadrži samo jednu stambenu jedinicu koja nije prvenstveno namenjena ili upotrebljiva za navigaciju i ne uključuje vodeno transportno sredstvo dizajnirano ili namenjeno za navigaciju. Prema tome, plutajuća arhitektura se može definisati kao građevina za život, radni prostor na plutajućem sistemu bez alata za navigaciju.

Paradigma je obrazac za ugled, model po kojem se nešto gradi ili stvara. U naučnoj teoriji, najopštiji model po kojem se grade pojedini principi.

Nova paradigma arhitekture može se opisati kao novi model i/ili sistem arhitekture sa novim konceptom u duhu vremena (*zeitgeist*) kao što je održivost.

## 4. PROCES PROJEKTOVANJA PLUTAJUĆIH OBJEKATA

Plutajuća arhitektura dobija na sve većem značaju sa povećanjem javne svesti o novom razvoju priobalnih područja.

Postoje glavne kategorije za metodologiju dizajna plutajućih objekata. U cilju primenjivanja odgovarajućih tehnika i metoda pri procesu projektovanja plutajućeg objekta, mehanička i toplotna svojstva materijala kao i hidrotermalna upotreba vode se moraju uzeti u obzir pre svih drugih faktora.

Na primer, zbog velike temperaturne razlike između vode i spoljašnjeg vazduha, upotreba hidrotermalne vode može igrati značajnu ulogu kao izvor energije koji se koristi kako za hlađenje tako i za grejanje prostorije.

Stoga glavna infrastruktura, koja bi omogućila upotrebu hidrotermalne vode se mora obezbediti pre postavljanja novog projekta.

Izbor materijala je takođe bitan korak u procesu projektovanja plutajućih objekata. Izabrani materijal mora biti pogodan za korišćenje u morskim uslovima, te postoje različite vrste inovativnih materijala koje se mogu smatrati veoma pogodnim za plutajuće objekte. Na primer titanijum i njegove legure se široko koriste u mnogim oblastima kao odličan strukturalni materijal, ali takođe i materijal veoma otporan na koroziju. Ipak te legure pokazuju veoma lošu otpornost na habanje zbog svoje izuzetno niske mikro-tvrdoće površine. Nove studije pokazuju da efekat elektro pulsirajućeg ultrazvučnog udara (EUS) povećava mikro-tvrdoću dramatično u poređenju sa drugim uzorcima. Stoga, titanijum i njegove legure naročito legura Ti-6Al-4V su najviše atraktivni materijali koji se koriste u biomedicini zbog svoje izuzetne biokompatibilnosti, male težine, velike otpornosti na koroziju i izuzetnog odnosa čvrstoće i težine. Dakle istraživanje inovativnih materijala i metoda može dovesti do novih mogućnosti plutajuće arhitekture.

*Queensland Development Code* je jedina referenca koja daje preporuke za dizajn trajno usidrenih plutajućih objekata. Prema spomenutim smernicama glavna načela i koncept dizajna plutajućih objekata je:

**Pristup:** Plutajući objekat mora imati odgovarajuće sredstvo pristupa do i od obale koje odgovara verovatnom broju ljudi koje je moguće smestiti u plutajući objekat.

**Plutajući sistem:** Plutajući objekat mora da ima plutajući sistem koji održava prihvatljiv nivo stabilnosti koja odgovara upotrebi ili verovatnoj upotrebi objekta na čiju upotrebu neće uticati; i sposobnost da izdrži najtežu kombinaciju opterećenja kojem će verovatno biti izložen.

**Stubovi za privezivanje:** Stubovi za privezivanje moraju biti projektovani tako da se adekvatno i bezbedno odupru bočnom opterećenju koje nastaje usled najnepovoljnijih kombinacija opterećenja koje bi mogle da deluju na plutajući objekat i bilo koje plovilo vezano za plutajući objekat ili stubove za privezivanje.

**Materijali (uopšteno):** Svi materijali korišćeni u plutajućem objektu ili bilo kojoj strukturi moraju biti pogodni za uslove kojima su izloženi.

**Lokacija:** Lokacija plutajućeg objekta mora da održi prihvatljiv nivo prijatnosti i privatnosti u odnosu na bilo koji drugi objekat ili predloženi objekat.

**Sigurnosna oprema:** Plutajući objekti moraju imati odgovarajuće bezbednosne uređaje za život koji su pogodni za pomorsku upotrebu.

**Protivpožarna oprema:** Plutajući objekti moraju imati pristup odgovarajućoj protivpožarnoj opremi za zaštitu od širenja požara.

**Minimalna dubina vode:** Dubina vode ispod plutajućih objekata mora u svakom trenutku biti dovoljna da spreči prizemljenje zgrade.

## 5. MUZEJ

Prema najnovijoj definiciji ICOM-a sadržanoj u Statutu ICOM-a, usvojenog na 21. generalnoj konferenciji u Beču 2007. godine muzej je: „nekomercijalna, svaka javna ustanova u službi društva i njegova razvoja, koja je otvorena javnosti, i koja u svrhu proučavanja, obrazovanja i zadovoljstva, nabavlja, čuva, istražuje, komunicira s publikom i izlaže materijalna svedočanstva o ljudima i njihovoj okolini”.

### 5.1 Muzej igračaka

Muzeji igračaka su muzeji u kojima se izlažu igračke. Obično se izlažu igračke iz jednog perioda ili jedne kulture.

Muzeji igračaka se razlikuju od dečijih muzeja, koji su namenjeni isključivo za decu. Za razliku od njih muzej igračaka može biti usmeren i na decu i na odrasle, te stoga može imati interaktivne sadržaje namenjene deci, ili biti isključivo izložbenog karaktera.

## 6. LOKACIJA PLUTAJUĆEG MUZEJA IGRAČAKA

Lokacija objekta je na vodama kanala i obali ostrva Oosterdok, pored arhitektonskog centra Arkam u ulici Prins Hendrikkade i u okviru granica naučnog centra Nemo, teretnog broda VOC iz XVIII veka i nacionalnog pomorskog muzeja u Amsterdamu. Ovo područje je bogato obrazovnom i turističkom aktivnošću.

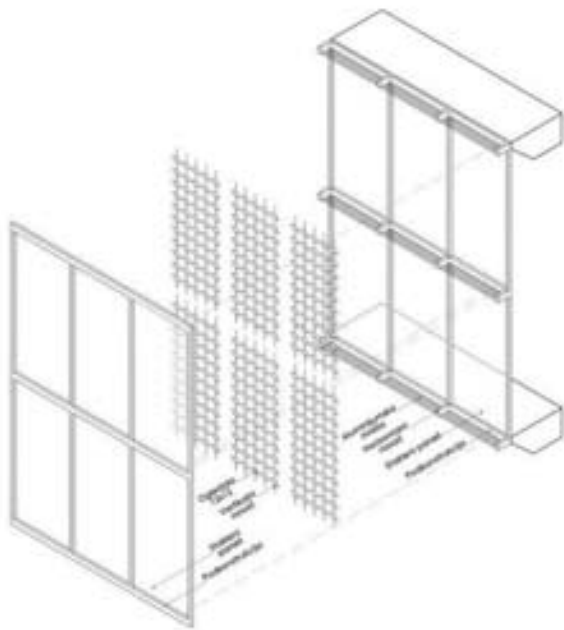
### 6.1. Koncept projekta

Prilikom definisanja prostorno-oblikovnog koncepta najveći uticaj je imala lokacija. Obala Oosterdok sa naučnim centrom Nemom i arhitektonskim centrom Arkam ima jasno definisanu arhitekturu. Plutajući muzej igračaka gledajući sa vode prati oblik ova dva objekta, stoga je njegov deo ka naučnom centru Nemo nesto viši u odnosu na arhitektonski centar Arkam. Objekat je tako zadobio trapezastu formu koja takođe na neki način podseća na oblik broda zaronjenog u vodu.

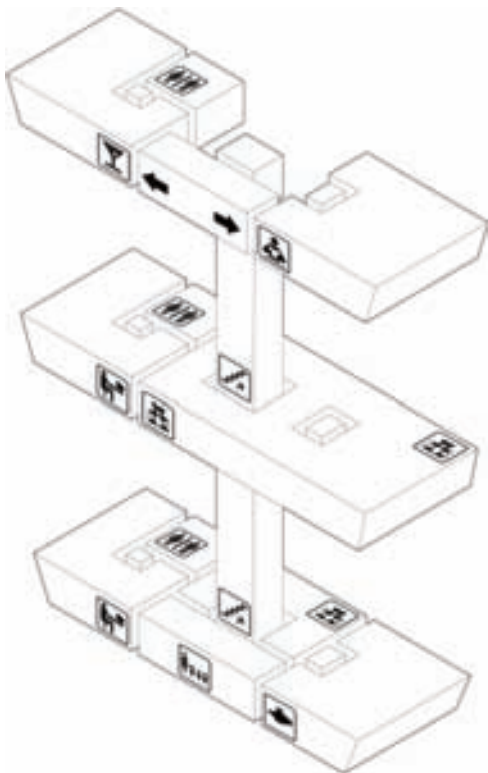
Kroz analizu prednosti i rizika plutajuće arhitekture, razvila se i ideja fasade objekta. Plutajuća arhitektura zastupa koncepte održivosti i energetske efikasnosti objekta prvenstveno zbog surovih klimatskih uslova nastalih usled vode. U projektu plutajućeg muzeja igračaka, postavljena je dupla staklena fasada. Vazduh može da prolazi kroz šupljinu veštačke ventilacije i pomaže umerenosti termalnog opterećenja objekta. Spoljašnji vazduh ulazi u dnu šupljine i izbacuje se iz vrha šupljine na otvoreno. Tokom sezone hlađenja, prigušni reznjevi na ulazu i izlazu iz šupljine ostaju otvoreni kako bi se omogućio protok vazduha kroz šupljinu da bi se izbacila toplota koja se sakuplja u šupljini.

U prostoru između zida zavesa postavljeno je na hiljade ogledala dimenzija 12x12 cm koji imaju za cilj da odražavaju kretanje vode na fasadi. Kako voda protiče kroz kanal ogledala vizuelno digitalizuju protok. Ogledala na taj način površinu vode koju smo navikli da vidimo pretvara u nešto intrigantno i zanimljivo. Takođe gledala imaju i funkciju osenčenja objekta, neka vrsta brisoleja.

Na krovu objekta postavljeni su solarni paneli kako bi se povećala energetska efikasnost objekta.



Slika 1: Strukturalni prikaz fasade



Slika 2: Funkcionalna šema

## 7. ZAKLJUČAK

Projekat muzeja igračaka je projektovan tako da komunicira sa svojom okolinom. Svojom oblikom arhitektura objekata upotpunjuje obalu Oosterdoka, dok je kinetička fasada, koja oslikava kretanje vode, u konstantnoj interakciji sa prirodom.

Arhitektura plutajućeg muzeja je arhitektura budućnosti koja poštuje principe održivog razvoja, koristi obnovljive izvore energije i ne ugrožava budućnost sledećih generacija.

Objekat je namenjen kako deci tako i odraslim. Pogodan da zadovolji kako entuzijaste tako i kolekcionare, ali i da omogući porodični izlet pun doživljaja. Objekat svojom sadržajem privlači ljude na obalu i približava im mogućnosti života i rada na vodi.

Posetiocima je pruženo ne samo da uživaju čarima okoline, već i da istražuju svet igračaka, koji je uvek pun iznenađenja i uzbuđenja. Najmlađima je omogućeno da kroz igru nauče nešto novo, dok oni stariji mogu da se podsete čari detinjstva.

Projektom plutajućeg muzeja igračaka može se reći da počinje da oživljava vizija Amsterdama kao grada na vodi.

## 8. LITERATURA

- [1] Moon, Changho, „Sustainable Characteristics of Floating Architecture“, IAPS International Network Symposium Proceedings, 2011.
- [2] Barbara Piscitelli, Michele Everett, Katrina Weier „Enhancing Young Children’s Experiences: A manual for Museum Staff“, QUT Museums Collaborative, 2003
- [3] City of Amsterdam, „Plan Amsterdam“, Physical Planning Department, 2013

### Kratka biografija:



**Nataša Stepanović** rođena je 1988. godine u Velikoj Kladuši. Diplomirala je na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu 2012. godine. Master rad brani iz oblasti Arhitektonsko projektovanje u septembru 2016. godine.



**Dr. Milena Krkljš** rođena je u Novom Sadu 1979. godine. Diplomirala je 2002. godine, a magistrirala 2007. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Doktorirala je 2011. godine, od kada je izabrana za zvanje docent na Departmanu za arhitekturu i urbanizizam.

**ARHITEKTONSKA STUDIJA CENTRA ZA SLEPE I SLABOVIDE U NOVOM SADU**  
**ARCHITECTURAL STUDY OF CENTER FOR THE BLIND AND VISION IMPAIRED IN NOVI SAD**Marija Jovanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ARHITEKTURA I URBANIZAM**

**Kratak sadržaj** – *Istraživački rad na temu „Arhitektonska studija centra za slepe i slabovide“, obuhvata analize lokaliteta, kvaliteta i kvantiteta postojećih ustanova, studije svetskih primera ovakvih ustanova i analize postojećeg stanja. Rezultat istraživanja je projektovanje Centra za slepe i slabovide, sa ciljem inkluzije i integracije različitih društvenih grupa.*

**Abstract** – *This research on the topic „Architectural study of center for blind and visually impaired in Novi Sad“ include analysis of location, quality and quantity of present institution and analysis location. Result of this research is the design of the Center for the blind and vision impaired, aimed at inclusion and integration of diverse social groups.*

**Cljučne reči:** *Arhitektonsko projektovanje, društveni centar, slepi, slabovidi*

**1. UVOD**

U životu slepih mnogo je prepreka, a neke od njih je teško, ponekad i nemoguće savladati. Problemi koji nastaju, najčešće zbog predrasuda, prate slepu osobu od najranijeg detinjstva pa sve do poslednjih trenutaka života. Slepa osoba će se lakše suočiti sa svim ovim problemima ako nedostatak vida prihvati samo kao oštećenje jednog čula, a ne kao nešto što je čini manje vrednom i značajno različitom od drugih ljudi. Način na koji će slepa osoba biti tretirana zavisi od spremnosti i sposobnosti ljudi kojima je okružena da takvu osobu prihvate i omoguće joj normalniji život.

**1.1. Predmet istraživanja**

Definisanje predmeta istraživanja u slučaju predmetnog rada, pre svega, podrazumeva determinisanje problema sa kojim se slepe osobe susreću u okviru spoljašnje sredine. Ipak, putem istraživačkog rada je teško predvideti razvoj bilo koje oblasti, tako da se predmet istraživanja, zapravo, bazira na pronalasku načina koji bi unapredio socijalnu integraciju osoba sa potpunim ili delimičnim odsustvom vida.

**1.2. Cilj istraživanja**

Primarni cilj ovog istraživanja je ukazivanje na postojeće probleme slepih i slabovidih osoba u kontekstu životnog stila, sa posebnim naglaskom na probleme koji se javljaju u društvenom okviru, odnosno u socijalnoj integraciji slepe ili slabovide osobe u spoljašnju sredinu.

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada, čiji je mentor dr Milica Kostreš, a komentor m.i.a. Rastko Nožinić.**

Krajnji rezultat predmetnog rada predstavlja rešenje prostora čija je uloga mogućnost pospešenja kvaliteta svih aspekata života slepih i slabovidih osoba, odnosno poboljšanje njihovog položaja u društvu projektovanjem objekta koji predstavlja proizvod zaključaka iz istraživanja predstavljane teme. Objekat pred sobom ima cilj da pomogne slepim i slabovidim osobama u ostvarivanju njihovih prava, da im obezbedi psihosocijalnu podršku i pomoć, dopunsko obrazovanje u različitim oblastima, rehabilitaciju, osposobljavanje za samostalno kretanje, opismenjavanje i drugo, ali isto tako i da upozna širu društvenu zajednicu sa životom i mogućnostima slepih i slabovidih osoba, koje se još uvek kreću u marginalizovanim grupama unutar društva.

**2. KONCEPT PROSTORA SLEPIH**

Prostor je ispunjen objektima koji poseduju različita opažajna svojstva poput oblika, veličine, boje. Problem opažaja prostora još uvek nije dovoljno objašnjen. Osobe sa oštećenjem vida imaju različite doživljaje prostora oko sebe, različite mogućnosti opažanja detalja i odnosa koji se tu javljaju. Ordinate tako hendikepiranog doživljaja prostora se interiorizuju i čine oskudniju osnovu za razvoj psihičkih funkcija i osećajnog života nego što je to kod osoba masovne populacije. Doživljaj prostora se stiče celim telom, odnosom tela prema jedinicama prostora, odnosom između samih njegovih delova i taj doživljaj je uvek multisenzoran.

Istraživači Lajdon i Mk Grav u svojim istraživanjima navode da postoje četiri osnovna oblika prostora:

- akcioni prostor koji čine lokacije na koje se čovek oslanja u svom kretanju;
- telesni prostor koji je zapravo čovekova svesnost o pravcima i distancama u vezi sa sopstvenim telom;
- objektni prostor koji čine znanja o objektima koji su locirani u odnosima jedni prema drugima u okvirima pravaca i distanci koje su transferirane od telesnog prostora;
- mapirani prostor koji je elaboracija i unifikacija konkretnih spacijalnih iskustava u manje ili više ekstenzivne mentalne mape koje zavise od nekog sistema koordinata ili kardinalnih pravaca koji se mogu primeniti na sobe, regije i gradove [1].

Dopuna taktilno-kinestetičkoj percepciji su informacije koje dolaze iz auditivnog i drugih izvora informacija. Postojanje taktilno-kinestetičko-auditivnog prostora kod slepih osoba omogućava shvatanje udaljenosti predmeta od referentne tačke, odnosno od svog tela. Slepe osobe koriste svoje telo ili pokret kao referentni sistem zbog toga što su se oni pokazali kao nešto što je konstantno i pouzdano u odnosu na spoljašnje znake.

## 2.1 Orijehtacija i mobilitet slepih

Pod orijentacijom slepih u prostoru podrazumevamo umeće, odnosno veštinu snalaženja u velikom prostoru, među predmetima, na ulicama, među zgradama, u naselju i u malom prostoru (npr. u okviru radnog mesta). Orijehtacija u prostoru je umeće da se pravilno odrede: pravac, brzina, rastojanje, svoj položaj u prostoru i odnos prema okolnim predmetima. Orijehtacija predstavlja umeće pravilnog i pravovremenog otkrivanja prepreka i sposobnost da se vešto zaobiđu. To je proces korišćenja čula pri utvrđivanju položaja i međusobnih odnosa predmeta koji nas okružuju. Ovako shvaćena orijentacija u najvećoj meri zavisi od funkcije čula, percepcije, kao i intelekta. U pitanju je proces primanja, memorisanja i transformacije odgovarajućih informacija. U novije vreme se uz reč „orijentacija“ koristi i termin „mobilitet“. Ovaj termin, anglosaksonskog porekla, definiše se kao sposobnost sigurnog kretanja od jednog do drugog mesta u sredini koja nas okružuje. Ova dva pojma su međusobno tesno povezana, uslovljavaju jedan drugi. Pojam „orijentacija“ označava upoznavanje i ocenjivanje, a pojam „mobilitet“ označava savlađivanje prostora i koristi se za aktuelno kretanje osobe, od mesta na kome se nalazi do mesta do koga želi da ode, obuhvatajući pri tome sve pokrete i motorne veštine koje se uključuju u kretanje. Teško je odrediti koji je od ova dva pojma primaran. U praksi se koriste zajedno, kao orijentacija i mobilnost, odnosno kao kretanje. Sposobnosti slepih za orijentaciju i samostalno kretanje se izgrađuju tokom čitavog života, počev od ranog detinjstva, uz korišćenje određenih meroda i tehnika edukacije.

## 3. ARHITEKTURA I ČULA

Dominacija vida uz delimičnu eliminaciju drugih čula dovodi do povećanja osećaja otuđenosti i odvajanja. Odsustvo nevizuelnih elemenata u prostorima tradicionalne arhitekture pokazuju kako se ostala čula zanemaruju iako predstavljaju važne elemente prilikom osmišljavanja samog koncepta. Način na koji se oseća energija prostora, miris i zvuci okoline ili primenjenih materijala predstavljaju jednako bitne činioce kao i sam vizuelni efekat. Pristrasnost prema čulu vida, odnosno stvaranje vizuelno lepih/skladnih prostora sa potiskivanjem ostalih čula evoluiru u prostore bez ili sa vrlo malo senzornih kvaliteta. Psihološka istraživanja dokazuju kako studenti arhitekture postaju sve više udaljeni od običnih ljudi, njihovih osećanja i potreba, sve više se okreću običajima struke, okreću se raznim stilovima, ugledaju se na svetski priznate arhitekture i najveću pažnju posvećuju vizuelnim elementima, vodeći računa o funkciji u onoj meri kao što to čine njihovi prethodnici, umesto da neprestano oslušuju potrebe budućih korisnika i da sa njima dođu do idealnog rešenja. Arhitekture i dizajneri imaju veoma snažno razvijen vizuelni osećaj i kao takvi se suštinski razlikuju od osoba oštećenog vida kod kojih su razvijena taktilna i auditivna čula. Osobe slepe od rođenja tvrde da se oslanjaju na sposobnost osećanja prostora uz pomoć zvučnih talasa, odnosno prelamanja zvukova, stoga način komuniciranja slepe i videće osobe sa prostorom je suštinski drugačiji. Vid otkriva ono što dodir već zna, stoga dodir možemo posmatrati kao nesvesni vid. Čulo dodira nam omogućava modifikaciju i manipulaciju prostorom oko nas jer putem sluha, mirisa, vida ili ukusa ne možemo fizički dotaknuti elemente koji čine sastavni deo prostora [2].

Arhitektura, pored svojih funkcionalnih tema, predstavlja vid umetnosti koja sa ljudima komunicira neverbalnim jezikom, objekti ne funkcionišu kao mašine i ne unose razdor među ljude, već funkcionišu kao spona koja spaja unutrašnja bića čineći jedinstvenu sredinu.

## 3.1. Dizajn inkluzivnih prostora za osobe sa vizuelnim oštećenjem u svetu u kojim dominira vid

Da bi se uspešno mogli oblikovati pristupaćni prostori za osobe koje imaju oštećen vid, bez obzira na stepen oštećenja, od samog početka se zahteva analiza i razumevanje problema iz potpuno drugačijeg ugla. Od suštinske je važnosti shvatiti kako različiti elementi u prostoru mogu da se percipiraju svim čulima, kao i sam značaj tih čula za razumevanje samog prostora. Uprkos činjenici da prostor može imati složene dimenzije, uglavnom se tretira kao objektivna vrednost stvari koje se mogu izmeriti i razumeti. Stanje našeg tela – njegova pozicija, mogućnost da se orijentiše i kreće, mogućnost da vidi, čuje, oseti i namiriše šta se u svetu oko njega dešava, osnova su koja nam pruža uvid u esencijalne prostorne pojmove – pravac, oblik i dimenzije. Putem ovih esencija možemo da percipiramo, transformišemo i imamo predstavu o prostoru u svetu.

Kada dizajniramo pristupaćne prostore za ljude sa vizuelnim oštećenjima u centar naše pažnje dolaze nevidljivi i uglavnom zanemareni atributi prostora koji nemaju vizuelni karakter. Tokom dizajniranja prostora za slepe osobe, potrebno je voditi računa o tome da li je osoba rođena slepa ili je izgubila vid kasnije u životu, odnosno da li poseduje vizuelna perceptivna iskustva ili ne, jer to može značiti da se proces stvaranja prostornih konceptata u velikoj meri razlikuje od procesa koji se odigrava kod osoba koje poseduju prethodna vizuelna iskustva, odnosno sećanja.

Tokom dizajniranja prostora u cilju što bolje orijentacije osoba sa oštećenim vidom, treba uzeti u obzir kako prostorni pojmovi mogu da se obezbede pažljivom analizom određenih urbanih konfiguracija. U urbanim strukturama gde su gradski blokovi organizovani poput polja šahovske table i gde se ulice seku pod pravim uglom, ritam uličnih raskrsnica konstruiše veoma dobar izvor stalnih i pristupaćnih informacija koje se odnose na kontrolu razdaljina u prostoru. Iste urbane matrice pružaju i veoma dobro poimanje pravca, jer je većina putanja paralelna ili se seče pod pravim uglom. Međutim, ukoliko su gradski blokovi nejednakih dužina ili oblika, postoji potreba za korišćenjem ili stvaranjem referentnih tačaka u prostoru kako bi se omogućilo poimanje razdaljina duž određene putanje [3].

## 4. KONCEPT UREĐENJA CENTRA ZA SLEPE I SLABOVIDE

Misija Centra za slepe i slabovide osobe pred sobom ima zadatak promocije antidiskriminacije, jednakih mogućnosti i univerzalnog dizajna kako bi se pridonošlo afirmaciji slepih osoba. Vizija sa kojom se centar projektuje jeste pomoć pri stvaranju društva u kome će se poštovati dostojanstvo svake osobe, negovati međusobno uvažavanje i solidarnost i povrh svega, stvaranje mesta u koje biti slep neće značiti „manje vredan“, već „jednak“. Projektom se postavlja zadatak stvaranja inkluzivnog društva i integracije ljudi sa različitim sposobnostima i potrebama i sa različitim pogledima na svet, odnosno njegovom percepcijom.

Polazna ideja oblikovanja objekta proističe iz njegove specifične namene, što je uzročno-posledično povezano sa funkcionalnim rešenjem. Objekat je zamišljen kao susret dva različita sveta i njihovo sadejstvo. Sa jedne strane imamo svet koji se odvija u mraku uz potpuno odsustvo čula vida, a sa druge svet kojim ono dominira. Njihova međusobna igra prožimanja stvara novi svet, u kome su sva čula zastupljena i tretirana na ravnopravan način. Atrijum, koji se nalazi u središnjem delu objekta, predstavlja srce koje udahnuje život novonastalom svetu.

Objekat okuplja ljude komunicirajući sa njima na svoj način. Interakcija se odvija u potpunom ili delimičnom mraku ili pak u svetlosti i kod svakoga budi subjektivan osećaj doživljaja prostora. Objekat predstavlja centar učenja, usavršavanja, napredovanja, razumevanja, tolerancije, te svakom korisniku pomaže da shvati ili prihvati svet u kome se nalazi i pokušava da mu život u njemu učini lakšim. Prostor je fluidan, bez fizičkih prepreka koje bi omele komunikaciju, odnosno stvorile osećaj zbuđenosti kod korisnika, pogotovo onih koji se prvi put nađu u njemu. Komunikacija je kružnog karaktera i odvija se u hodnicima oko atrijuma, središta objekta, kako bi se omogućila što veća količina prirodnog osvetljenja.

Koncept se ogleda i u samoj formi objekta gde se dve kocke, sličnih dimenzija, prepliću stvarajući time novi oblik. Ova dualnost svetova se ogleda i u materijalizaciji. Sa jedne strane imamo betonsku oblogu koja predstavlja hladan materijal, a sa druge drvenu oblogu koja je, u ovom slučaju, topli materijal. Pomoću šalukatri na fasadama se još jednom potvrđuje ovaj dualitet – u jednom momentu objekat u potpunosti može biti zatvoren za spoljašnje poglede, a u drugom otvoren, što predstavlja samu simboliku slepog i videćeg čoveka, odnosno njihov način percipiranja prostora.

#### 4.1. Analiza lokacije

Odabrana lokacija centra za slepe i slabovide se nalazi u širem centru Novog Sada. Građevinska parcela je orijentisana na jednu uličnu stranu, Bulevar cara Lazara. Zbog specifičnosti namene samog objekta ova lokacija poseduje sve potrebne karakteristike, do kojih se došlo detaljnom analizom funkcionalnog programa i potreba budućih korisnika. Parcela objekta je pomoću dva pristupna puta povezana sa Radničkom ulicom, dovoljnih dimenzija za neometano kretanje vozila vatrogasne službe. Udaljenost od nekoliko minuta hoda sa Kejom žrtava racije u mnogome povećava vrednost izabrane lokacije, jer omogućava sprovođenje nekih od aktivnosti centra u pešačkoj zoni. Prednost lokacije se ogleda i u mogućnosti rekonstrukcije bloka u kome se nalazi. Transformacija podrazumeva davanje novog duha ovom prostoru kako bi se stvorila znatno urbanija celina.

#### 4.2. Prostorno-programsko rešenje

Objekat centra za slepe i slabovide je spratnosti Po+P+3. Koncept stvaranja fluidnog prostora bez barijera i čitljive funkcije se ogleda i u samoj organizaciji celina koje su fizički razdvojene po etažama, a strukturno po tematici kojima se bave.

Prostorno-programska koncepcija centra za slepe i slabovide je podeljena u više funkcionalnih celina koje se međusobno prepliću čineći jednu. Funkcionalne celine su dalje predstavljene kao zone, kategorisane prema osnovnoj nameni:

- Zona tehničke namene, koja se nalazi u podrumu objekta;
- Zona usluge, prizemlje objekta;
- Zona edukacije, prva etaža;
- Zona rehabilitacije, druga etaža;
- Zona administracije; treća etaža.

Zona tehničke namene podrazumeva tehničke prostorije, smeštene u podrum objekta, sa neophodnim instalacijama za održavanje centra (toplotna podstanica i prostorije za trafo stanicu, rezervoara za kišnicu i vodomera).

Zona usluge se nalazi u prizemlju objekta i predstavlja prostor u kome posetioci stiču prvi utisak i donose zaključak o ponovnom vraćanju. Programi su koncipirani na način da budu korišćeni od strane svih građana, ne isključivo za korisnike i zaposlene. Kafić, izložbeni prostor i prodaja tiflotehničke prostorno dominiraju u odnosu na druge sadržaje koji se ovde nalaze (svečana sala i prostorije za radnike). Bitno je napomenuti postojanje atrijuma, odnosno zelene oaze, kome se pristupa sa ove etaže.

Zona edukacije predstavlja prvu etažu objekta. Ovaj prostor je posvećen uopštenom edukativnom programu koji je određen programskom šemom rada centra. Predviđeno je odvijanje kurseva stranih jezika, Brajevog pisma, obuka za rad na računarima i mnogobrojne sekcije (tkačka, likovno-keramička, tiflotehničko-tehnička i muzičko-dramska).

Zona rehabilitacije je prostorno smeštena na drugoj etaži objekta. Rehabilitacija predstavlja primenu metoda psihofizičke i socijalne pomoći pojedincima sa bilo kojim hendikepom kako bi bili u mogućnosti da na najbolji način samostalno povrate izgubljene sposobnosti sa ciljem najlakšeg načina obavljanja životnih aktivnosti, uprkos teškoćama koje imaju. Savremeni princip rehabilitacije oslanja se na osnaživanje osoba za korišćenje njihovih najboljih kapaciteta i sposobnosti što zahteva timski rad stručnjaka različitog profila. Senzorna integracija predstavlja način na koji naš nervni sistem procesuiraju čulne informacije pristigle u mozak iz spoljašnje sredine i iz samog tela, u cilju njihovog smislenog korišćenja. Disfunkcija senzorne integracije se pojavljuje kada su mozak i nervni sistem u nemogućnosti da adekvatno integrišu čulne informacije. Kada se javi takvo stanje, informacije se interpretiraju na pogrešan način što za posledicu ima smetnje u percepciji. Senzorne terapije predstavljaju posebne vidove rehabilitacije i odvijaju se u senzornim sobama, kojih u sklopu ove etaže ima tri.

Zona administracije se nalazi na trećoj etaži i posvećena je zaposlenom kadru centra koji se brine o rukovođenju i finansijama.



### 4.3. Materijalizacija objekta

Posebnu ulogu u projektovanju objekta imaju fasade. One daju vizuelni akcenat i prepoznatljivost svakoj građevini. Različita fasadna obloga proističe iz samog koncepta objekta, odnosno spoja dva različita sveta.

Fasade u prizemlju su izrađene od dva različita materijala. Sa jedne strane imamo klasičnu fasadu izrađenu od giter blokova, dok sa druge imamo potpuni opozit ovoj punoj fasadi – zid zavesa izrađena od termo-stakla i čelika sa rasterom jednakih dimenzija.



Slika 1: Trodimenzionalni prikaz oblikovanja objekta

Fasade na preostala tri sprata predstavljaju kombinaciju klasične fasade od giter blokova i ventilisane fasade od giter blokova sa drvenim oblogama. Ventilisana fasada ne prijanja direktno na zid, noseća konstrukcija se mehanički pričvršćuje za noseći zid fasade. Uloga podkonstrukcije je da nosi spoljašnju, fasadnu oblogu i prenosi opterećenje nastalo vetrom na nosivu konstrukciju. Na ovaj način se stvara dodatni sloj vazduha koji pruža izvrsnu termičku izolaciju čime se stvara visok stepen uštede energije. Za oblaganje se koriste termički obrađene ploče bora, čiji je premaz tikovinim uljem potrebno obnavljati svake dve godine.



Slika 2: Trodimenzionalni prikaz oblikovanja objekta

### 5. ZAKLJUČAK

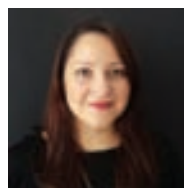
U današnjem društvu se na osobe sa invaliditetom i dalje gleda sa predrasudama koje proističu od neobrazovanosti i neinformisanosti kao posledice življenja u otuđenom društvu gde je svaka jedinka okrenuta sebi i svojim potrebama. Međutim, ukoliko se osvrnemo na njihov položaj u prošlosti, dolazimo do zaključka da one sada, ipak, predstavljaju građane sa jednakim pravima, koji donose svoje odluke i izbore o sopstvenom životu i daju svoj učinak u napretku društva. Međutim, iako zakonski imaju ista prava kao svi građani, svakodnevno se susreću sa posledicama neravnopravnosti, sa lažnom solidarnošću i neprestanim traganjem za svojim mestom u društvu.

Tokom oblikovanja prostora namenjenog korišćenju slepim i slabovidim osobama konstantno se nametala jedna te ista težnja – stvaranje prostora bez prepreka. Projekat se temelji na istraživanju načina organizovanja ustanove ovog tipa, odnosno izučavanja njegovih funkcionalnih potreba kako bi odgovorio na zahteve korisnika. Pored izučavanja funkcije centra, posebna pažnja se posvetila izučavanju samog „života u mraku“, odnosno načina na koji slepi ljudi percipiraju svet oko sebe. Ovaj objekat predstavlja želju za kreiranjem prostora u kome će se osećati jednakost i apsolutna pripadnost, a sa druge strane omogućava rehabilitaciju, lični i profesionalni napredak i pomoć pri savladavanju nekih od osnovnih funkcija.

### 6. LITERATURA

- [1] Kreč D., Krečfild R. „Elementi psihologije“, Cip, Beograd 1973.
- [2] Juhani Pallasmaa „Polemics: Architecture and The Sences“, Great Britain: Academy Group Ltd., 1996.
- [3] Carin Chow „Body, Senses & Architecture“, research tesis, Technical University Delft, 2009.

### Kratka biografija



**Marija Jovanović**, rođena u Đakovu 1986. godine. Diplomirala je Arhitekturu i Urbanizam na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, 2012. Master rad iz oblasti Arhitekture i Urbanizma brani 2016. godine.

**VIŠEPORODIČNI STAMBENI OBJEKAT U BEOGRADU****MULTIFAMILY HOUSING IN BELGRADE**Dušan Jovičić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ARHITEKTURA I URBANIZAM**

**Kratak sadržaj** – Tema master rada jeste projektovanje višeporodičnog stanovanja namenjenog srednjedohodovanim domaćinstvima u Srbiji. Analizom standarda građana ustanovljava se da porodice prosečnih primanja nemaju adekvatna sredstva da priušte stambeni prostor po trenutnoj tržišnoj vrednosti. U radu se razmatraju opcije sa kojima se mogu kupovinu i održavanje stambenog prostora učiniti dostupnim srednjedohodovanim domaćinstvima. Koristeći principe pasivnog dizajna kao i ne konvencionalne materijale pri planiranju objekta cena stambenog prostora se prilagođava realnom tržištu. Kako bi se omogućilo porodicama da same utiču na svoj životni prostor predviđaju se fleksibilni zidovi.

**Abstract** – Subject of master theses is creating affordable multifamily housing for middle class family in Serbia. Analysing the market we learn that average family haven't adequate resources to afford housing space at the current market value, so we try to find a way to make housing and living affordable for middle class family. Using the base principle of passive design and non convencial materials we adapted the price of house to middle class families. In order to allow families to have impact on their living space we plan flexible walls in apartmants.

**Ključne reči:** *Socijalno stanovanje, arhitektura, usteda, fleksibilnost, Beograd, održivi dizajn.*

**1. UVOD**

Po samoj definiciji reči kuća ili na grčkom *oikos* (oïkoç, množina: oïkot; engleski prefiks: eco-eko za ekologiju i ekonomiju) vidimo da je pitanje održivost u osnovi stanovanja. Vidimo da je i u staroj Grčkoj posojala svest o socijalnom stanovanju, ne može se reći da u Republici Srbiji vlast nije svesna potrebe građana za pristupačnim stanovima, što se možemo videti iz dokumenta "nacionalna strategija socijalnog stanovanja" objavljenog u 13om izdanju službenog glasnika 2012. godine. Gde su prepoznati problemi socijalnog stanovanja i definisane kratkoročne i dugoročne strategije vlade. Za razlog za donošenje jedne takve strategije se navodi da je ogroman raskorak koji postoji između potreba i mogućnosti velikog broja domaćinstava u Republici Srbiji da samostalno reše svoje stambene potrebe na tržištu i skoro potpuno odsustvo sistemskih mera stambene podrške takvim domaćinstvima.

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Marko Todorov.**

*Višeporodično stanovanje u Beogradu* je projekat koji se osvrće na pitanje problema izgradnje, održavanja i pristupačnosti stanova srednjedohodovnim domaćinstvima u Srbiji. Tom logikom ovaj projekat smatramo da je u osnovi projekta održivost porodice u Srbiji.

Istraživanja sprovedena 2011. godine „Mladi – naša sadašnjost” Instituta za sociološka istraživanja Filozofskog fakulteta u Beogradu, na uzoru od 1.627 ispitanika starosti od 19 do 35 godina u 62 opštine na teritoriji Srbije, pokazuje da 56 procenata mladih živi sa roditeljima i drugim srodnicima. Istovremeno, u zemljama Evropske Unije, prosečna starosna granica odlaska iz roditeljskog doma iznosi 26 godina. Ovi podaci ukazuju da postoji potreba za novim rešenjima u pitanju dostupnosti stambenog prostora građanima sa prosečnim primanjima.

Trenutno se veliki broj mladih sa prosečnim primanjima oslanja na nasledstvo bez ikakve nade da postoji mogućnost da priušti sopstveni stan. Ova situacija je naravno uslovljena ekonomskim uslovima u zemlji.

Ekonomski uslovi osobe koja imaju prosečna primanja na teritoriji Srbije nisu na zavidnom nivou pogotovo u beogradskim uslovima, u zemljama sa većim nacionalnim dohodkom bi se smatralo da te porodice spadaju u egzistencijalno ugrožene porodice. Dostupnost u ovom kontekstu ne označava samo izgradnju i kupovinu stana, već pre svega njegovo korišćenje i održavanje u dugim vremenskim trajanjima. Što bi značilo da stanar nema značajno velike troškove pri korišćenju stana tokom vremena, jer je evidentno da mnoge porodice nemaju uslove da plaćaju poreze što naša država rešava izvršavanjem prinudne naplate od građana. Cilj priloženog predloga višeporodičnog stanovanja, se stoga bazira na ekonomiji izgradnje sa jedne strane i ekonomiju održavanja sa druge. Tako bi stambeni objekat kao u nekom etru mogao da funkcioniše uz minimalna opterećenja porodica koje ga koriste.

**2. ENERGETSKI EFIKASNI STAMBENI OBJEKTI**

U najširem smislu, efikasnost sistema podrazumeva postizanje najveće produktivnosti sa najmanjim utroškom vremena, novca, rada, itd. Idealno efikasni sistemi su, u kibernetičkoj teoriji, sistemi koji mogu sami sebe da održavaju. Arhitektonski objekat pokriva suviše kompleksan dijapazon funkcija da bi mogao da se zamisli kao autonomni sistem. Stoga je akcenat u ovom radu stavljen na *troškove izgradnje, unutrašnju funkcionalnu fleksibilnost i termičku izolaciju objekta*. Ova tri kriterijuma su izabrana kao deo diskusije o pristupačnosti stambenog prostora korisnicima sa nižim primanjima i

imaju za cilj da otvore pitanja  *vlasništva, promene korisničke strukture i potrebe za funkcionalnom re-adaptacijom i visokih troškova grejanja* u zimskom periodu. U razmatranju postizanja efikasnosti na ovom nivou, razmotreni su kriterijumi i principi pasivnog dizajna.

### 3. PASIVNI DIZAJN

*Pasivni dizajn*, kao jedan od ključnih elemenata održive izgradnje, podrazumeva konceptualizovanje i upotrebu arhitektonskih elemenata i materijala kao agenata u prikupljanju, čuvanju i distribuciji energije u različitim vremenskim uslovima. Pasivni dizajn ne uključuje upotrebu mehaničkih ili električnih uređaja, i uvek je *site specific*, tj. zavisen od konkretnih klimatskih uslova lokacije izgradnje. Dostupni izvori energije, kao što su sunce i vetar su aktivni elementi smanjenju potrošnje kao i u postizanju pogodnije mikro-klime, poput vlažnosti, buke, osvetljenosti itd. Orijentacija objekta, pozicija i dimenzije staklenih površina, senčenje, pasivno provetravanje, korišćenje termičke mase su samo neki od metoda pasivnog dizajna. Na narednim stranama priložena je kratka analiza tri najvažnija resursa energije: *sunce, vetar i padavine*.

### 4. BALIRANA SLAMA KAO GRAĐEVINSKI MATERIJAL

Prvo zabeleženo korišćenje balirane slame kao građevinskog materijala vezuje se za kraj 19. veka i Nebrasku (SAD), regiju prirodno siromašnu sirovinama potrebnim za tradicionalne konstrukcije porodičnih stambenih objekata (kamen i drvo). Potencijal balirane slame u gradnji kuća je stoga bio na neki način nametnut, jer se lokalno stanovništvo odlučilo za građevinski materijal koji ga okružuje, a ne za onaj čiji se transport dugo čekao i koji mu je bio daleko skuplji. O uspešnosti materijala balirane slame govori veliki broj zemalja koje su ga do današnjeg dana sertifikovale.

Slama predstavlja nus-proizvod koji nastaje pri proizvodnji žitarica. Kao dobre žitarice za graditeljstvo su se pokazale pšenice i raž. Sušenjem ovih stabljika dobija se slama koja se nakon ručnog kompresovanja, tzv. baliranja, u oblik kvadra dimenzija 32 (do 35-50) x 50 x 50cm (do 120). Zatim se pomoću jednostavnih mernih instrumenata proverava gustina balirane slame koja ne sme iznositi manje od 80-120kg/m<sup>3</sup>. Ujedno se proverava i vlažnost uzorka koja ne sme preći 20%. Na ovaj način, uz utrošak minimalne količine energije, od sirovog materijala biomase, dobija se balirana slama-građevinski materija odličnih ekoloških i građevinskih svojstava.

Pozitivni građevinski aspekti balirane slame su:

- odlična termoizolaciona svojstva, koja omogućavaju smanjenje potrošnje energije za zagrevanje prostora, kao i uštedu u transportu i upotrebi neekoloških termo-izolacionih materijala
- odličan zvučni izolator: u Australiji, ispitujući zidove muzičkog studija debljine 450mm, u opsegu od 500-10000Hz, izmereno je 114-117dB unutar, 62-71dB van objekta

- zid balirane slame, debljine 43cm, obostrano prekriven sa 2cm završnog sloja krečnog maltera, izložen T=1000°C, obezbeđuje otpornost na požar do 90 min, te je klasifikovan kao F90
- vek trajanja kuća od balirane kuće je (iskustveno) 100 godina
- zbog svojstava visoke elastičnosti i sposobnosti apsorbovanja kinetičke energije, pri delovanju seizmičkog i drugih alternativnih dejstava, ovaj materijal se ponaša kao „prigušivač“
- ne sadrži polen (kao npr. seno), te ne izaziva alergije i zdrav je po okolinu
- vazduh u kućama od slame daleko je kvalitetniji od kuća građenih modernim materijalima jer zidovi od slame „dišu“, obzirom da je slama vrlo prozračna, a takođe, slama ne sadrži štetne stvari poput formaldehida, koji isparava iz nekih modernih materijala.

Negativni aspekti upotrebe balirane slame:

- bale slame su kabaste, čime se povećava ukupna zapremina objekta, a smanjuje korisna zapremina namenjenog prostora
- mogu da stvore značajan otpad (ali prirodan) oko gradilišta i zahtevaju veliki gradilišni skladišni prostor
- mogu da imaju velike varijacije u dimenzijama
- podložne su oštećenju usled vlage (ukoliko se radovi na izvođenju neadekvatno sprovedu)
- varira im cena u zavisnosti od doba godine, vremenskih prilika u sezoni, rasta i lokacije
- u regulativi ne postoje propisi za građenje ovakvih objekata, te nije moguće izvesti adekvatne računске dokaze njihove nosivosti i stabilnosti. Jedan od načina prevazilaženja ovog problema u svetu je izgradnja demonstracionih objekata, čije ponašanje se prati kroz vreme, a rezultati predstavljaju podlogu za donošenje građevinskih

### 5. FLEKSIBILNI ZIDOVI

Fleksibilni zidovi označavaju sistem mobilnih unutrašnjih pregrada koji omogućavaju promenu prostorne i funkcionalne organizacije tokom vremena. Prilagođavanje stambenog prostora trenutnim potrebama se vidi kao aktivni agens održivosti koji korisnicima omogućava veću kontrolu. Fleksibilni zidovi predloženi u ovom radu su osmišljeni kao moduli od 1m<sup>2</sup> sa više varijacija vezanih za funkciju. Kombinovanjem i povezivanjem modula dobijamo zdove odgovarajućih dužina koje možemo lako pomerati uz pomoć ručnog viljuškara za palete, u konstrukciji zida se takođe nalazi određena putanja za razvođenje instalacija.

Zidni modul čini drvene konstrukcije koja je zatvorena gipsanim pločama i ispunjena balama slame. Ideja je da se šuplja drvena konstrukcija može ispuniti balama slame koje su sjajan zvučni izolator. Debljina ovakve konstrukcije bi iznosila 26 cm iz razloga sigurnosti. Ideja je da korisnik stana dobije šemu konstrukcije zida i način na koji se njime manipuliše u prostoru kako bi i sam mogao da napravi zidove ako bude potrebe da pregradi neki deo stana.

## 6. ODNOS CENA MATERIJALA

Kako bi stavili na test tvrdnju da je daleko povoljnije graditi sa nekonvencionalnim materijalima upoređićemo sredstva koja su potrebna da se napravi objekat dimenzija 10x10m.

Sredstva izrade temelja, krova kao i podne obloge možemo zanemariti u ovom proračunu jer se ne razlikuju u izradi objekta.

Analizom tržišnih cena i predmera radova dolazimo do okvirnih sredstava potrebnih za izgradnju ovakvog objekta u dve varijante.

Pri varijantu koja koristi konvencionalne materijale za izgradnju poput opeke za zidove armiranobetonskih stubova, fert za završni sloj uzima se demit fasada kao najjeftinija i najčešća za korišćenje na ovim prostorima. Konačan ishod sredstava potrebnih za izradu iznosi oko 424.000 RSD, u ovaj iznos ne ulazi cena transporta materijala kao ni cena izgradnje.

Druga varijanta građena sa ne konvencionalnim materijalima gde se koristi drvena građa za stubove, grede i podnu konstrukciju, bale sena se koriste za izradu zidova. Dok za fasadu posmatramo dve varijante jedna je fasadni lim dok se za drugu uzima gašeni kreč. Konačan ishod sredstava potrebnih za izradu u varijanti sa limenom fasadom iznosi oko 187.000 RSD dok bi pristupačnija varijanta sa gašenim krečom iznosila oko 152.000 RSD. U ovaj iznos ne ulazi cena transporta materijala kao ni cena izgradnje.

Kada uporedimo rezultate možemo ustanoviti da je za izgradnju objekta sa konvencionalnim materijalima potrebno od 2.27 do 2.79 puta više sredstava.

## 7. PREOBLIKOVANJE ŽIVOTNOG PROSTORA

Česte potrebe porodica da preoblikuje životni prostor idu od malih intervencija poput promene položaja nameštaja preko renoviranja stana sve do rušenja zidova i promene funkcije prostorija. U Srbiji je već ustaljena praksa da vlasnik stana bude sam svoj majstor bez ikakvog prethodnog iskustva ili ikakve dozvole krene da rekonstruiše sopstveni stan. Dešava se da dođe do rušenja konstruktivnih elemenata, rušenje šunt kanala, lošeg razvođenja struje i vode. Izvedba navedenih radova bez nadzora i obučeng lica je visoko rizična ne samo za čoveka koji obavlja posao nego i za celu zgradu.

Kako bi rešenje koje primenjujemo za ovaj problem bilo što sigurnije dolazimo do ideje postavljanja mobilnih pregradnih zidova. Na taj način bi se omogućilo da vlasnik stana bez velikih građevinskih radova i opasnosti po sebe i druge preoblikuje svoj životni prostor.

## 8. OBLIKOVANJE

Oblikovanje objekta diktiraju principi održivog razvoja kao i ideja da se umanje sredstva potrebna za izgradnju. Oblikovanje na osnovu ovih principa moraju napraviti kompromis sa funkcionalnošću same zgrade počevši od pristupnih rampi, lifta, ostava i drugih prostorija koje olakšavaju i čine život stanarima pogodnijim.

Na osnovu istraživanja počinjemo sa kvadratnom osnovom bez prepusta. Ovu osnovu delimo na četiri jednaka dela gde svaki deo ima oko 140m<sup>2</sup>. Dobijene jedinice moraju imati više ulaza na više strana u slučaju njihovih podele na stanove, to znači da moramo uvesti hodnike između jedinica. Same jedinice se mogu podeliti na najviše tri stana.

Radi konfora stanara u prizemlju izdižemo objekat toliko da kota nivoa ulice i kote prozora bude minimum 180 cm.

Prozori na zgradi variraju po veličini u zavisnosti od dubine prostorije, broja prozora u prostoriji kao i od strane sveta ka kojoj su orjentisani. Tako dobijamo da dublje prostorije imaju vertikalno izduženje prozore, dok prostorije sa više otvora imaju manje prozore.

## 8. ZAKLJUČAK

Ovaj rad reprezentuje jedan način rešavanje problema disproporcije tržišnih uslova i realnih platežnih mogućnosti tržišta. Smatram da taj pristup nije nužno ispravan i predstavlja lečenje posledica dok je uzrok i dalje prisutan. Ovaj projekt je samo traganje za prelaznim rešenjem dok je jedino ispravno rešenje da država prepozna potrebe svojih građana i izađe im u susret. Ipak je u srži svake ozbiljne zemlje briga o svojim stanovnicima.

## 9. LITERATURA

- [1] Krnjetin, S. „Graditeljstvo i zaštita životne sredine”, Prometej 2003, Novi Sad
- [2] Gernot Minke, Friedemann Mahlke „Building with straw”, Birkhauser, Berlin
- [3] Deplazes, A. „Constructing Architecture, Materials, Processes, Structures“, Birkhäuser, 2005
- [4] Brown G. Z., DeKay, M „Sun, Wind & Light, Architectural Design Strategies“, John Wiley&Sons, INC 2001
- [5] Gernat M., Friedeman M., „Building with Straw“, Birkhäuser, 2007
- [6] Vedrana Bošković. „Informativno-edukativni centar za održive sirove materijale i samoodržive tehnologije u oblasti građevinskih konstrukcija, u Novom Sadu”, master rad, Arhitektura i Urbanizam, Fakultet Tehničkih Nauka, Univerzitet u Novom Sadu, 2010 (mentor prof.dr P. Šidanin)

### Kratka biografija:



**Dušan Jovičić** rođen 1985. godine u Beogradu, diplomirao 2013. godine na Fakultetu tehničkih nauka na studijskom programu iz oblasti Arhitekture i urbanizma.

## KONJIČKI CENTAR U ADI EQUESTRIAN CENTER IN ADA

Nela Koš, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

### Oblast – ARHITEKTURA I URBANIZAM

**Kratak sadržaj** – Predmet ovog rada bavi se, najpre, urbanističkim intervencijama na odabranoj lokaciji, čija je namena obuka učenika metodom konjičkog streličarstva. Na prostoru Srbije nalazi se jedna škola ove vrste, u okviru koje je obuka ograničena nedovoljnim sredstvima za celogodišnju nastavu. Pored urbanističke intervencije, idejnim arhitektonskim rešenjem, dat je predlog transformacije prostora u adekvatno okruženje za kvalitetnu obuku.

**Abstract** – The subject of this thesis deals with urban interventions on selected location, which purpose is training of the students in the method of horseback archery. There is only one school of this type in Serbia, in which training is limited by insufficient funds for year-round classes. In addition to urban intervention, a proposal for the transformation of selected space, which results in an adequate environment for quality training, has been given with conceptual architectural plan.

**Ključne reči:** Konjički centar, konjičko streličarstvo, sport, očuvanje tradicije

### 1. UVOD

Konjičko streličarstvo tokom istorije predstavljalo je tehniku ratovanja Mongola, Turaka, Huna, kao i mnogih drugih naroda. Očuvanje ove tradicije u mnogim kulturama danas ogleda se u konjičkom sportu čiji se oblik temelji na osnovama borbene tehnike, svojstvene svakom narodu. U protekle tri decenije se u Mađarskoj konjičko streličarstvo kao sport aktivno razvijalo i time doprinelo da kao sportska disciplina bude prepoznata u očima šire javnosti. S obzirom da u Vojvodini živi određeni procenat mađarske populacije, razvoj sporta i upoznavanje ostatka populacije sa njim je neminovan.

### 2. STANDARDI KONJIČKOG STRELIČARSTVA

#### 2.1. Pravilnik sporta i potrebe korisnika

Centar za konjičko streličarstvo zahteva jasno definisanje prostora, kako na otvorenom, tako i na zatvorenom. Realizacija ovakve namene zasniva se na odabiru adekvatne lokacije, poštovanju pravilnika sporta i pažljivoj analizi potreba korisnika, najpre konja, a zatim, potreba učenika i zaposlenih.

Obezbeđivanje svih uslova, navedenih u daljem tekstu, može uticati na poboljšanje kvaliteta rada u konjičkom centru.

#### NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Milica Kostreš, docent.

#### 2.1.1. Lokacija

Posmatrano iz urbanističkog aspekta, lokacija predstavlja početnu tačku u stvaranju kvalitetnog konjičkog centra. Uzimajući u obzir tipologiju u kojoj dominira život i saradnja sa konjima, lokacija bi trebala da bude u prirodnom okruženju. Priroda konja nalaže mirno okruženje, u kojem se osećaju bezbedno, bez uticaja koji ih ometaju u svakodnevnom funkcionisanju. U tom pogledu treba izbegavati lokacije uz prometne saobraćajnice i obezbediti im dovoljno otvorenog prostora. Zbog dostupnosti ovog prostora nije potrebno potpuno izolovati od naseljenog mesta, već smestiti na periferiju na kojoj su veće parcele dostupnije.

#### 2.1.2. Staza za konjičko streličarstvo

Najuticajniji faktor prostorne organizacije je glavni sadržaj sporta, odnosno, staza za konjičko streličarstvo. Staza se proteže dužinom od 99 metara u pravcu zapad-istok. Za izgradnju staze potreban je veći otvoreni prostor za slobodno kretanje oko nje i potpunu vidljivost iz pravca sudija i gledališta. Staza je širine 0,9 m i ta mera obezbeđuje neometano kretanje jahača i konja pri čemu jahač ne upravlja konjem s obzirom da je staza omeđena uzvišenjem od nabijene zemlje, visine 0,45 m. Meta se nalazi na 9 metara udaljenosti od staze i okreće se tako da bude potpuno vidljiva jahaču u galopu. Na nultom i poslednjem metru staze postavljaju se dva stuba, visine 4,5 metara, koja obeležavaju početak i kraj galopa u okviru kojih se meri vreme takmičara. [1]

Nakon definisanja pozicije staze u okviru odabranog obuhvata, u odnosu na nju se formiraju svi ostali sadržaji.



Slika 1. Osnova staze za konjičko streličarstvo

#### 2.1.3. Sadržaji i funkcija

U sadržaje konjičkog centra spadaju: smeštaj konja, zatvorena hala za jahanje, prateći sadržaji, i javni sadržaji u okviru potreba učenika i posetilaca.

Prilikom izgradnje smeštaja, treba uzeti u obzir dobrobit konja. Glavni razlozi su sigurnost i udobnost konja, jednostavnost pristupa, kao i adekvatna drenaža i provetravanje. U slučaju neadekvatnog projektovanja ili održavanja, lako može doći do brzog širenja bolesti i nastanka ozleda životinja.

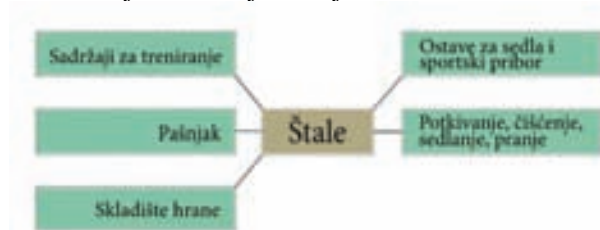
Smeštaj konja može biti planiran u vidu držanja u grupama, odnosno u vidu pojedinačnog držanja u staji. Kod pojedinačnog držanja treba se obezbediti najmanje vidni, slušni i mirisni kontakt između životinja.

Svako dimenzionisanje unutar objekata za konjičke sportove odnosi se na visinu grebena konja (Vg). Uzimajući u obzir konje prosečne visine, ta mera iznosi 1,67 metara. Na osnovu ovog podatka mogu se utvrditi dimenzije pojedinačnog boksa, dovoljne za udobno ležanje, ustajanje i okretanje konja ( $2 \times Vg$ )<sup>2</sup>. Za konje prosečne visine ta mera iznosi 11,2 m<sup>2</sup>.

Kod konstrukcije staje veoma je bitno obratiti pažnju da ona bude čvrsta, bez izloženih površina koje bi mogle izazvati povrede.

Posebna pažnja pridodaje se komunikacijama unutar stajskog prostora. Ova mera podrazumeva minimalnu širinu od 2,40 m. [2], [3]

Prema pravilu funkcionalne šeme, adekvatno funkcionisanje konjičkog centra predstavljaju direktne komunikacije svih sadržaja sa smeštajem konja.



Slika 2. Prikaz funkcionalne šeme u konjskoj staji.

Celodnevno držanje konja u staji, osim dela dana kada su deo obuke, ne smatra se propisnim negovanjem njihove dobrobiti. Dnevna potreba konja za kretanjem zahteva otvorene prostore, predviđene za ispašu. Formiranjem pašnjaka obezbeđuje se jedna od osnovnih potreba konja, odnosno, slobodno kretanje bez uticaja ljudi. Svaki konj zahteva oko 0,5 do 1,0 hektara pašnjaka, odgovarajućeg kvaliteta, ukoliko nema dodatnog hranjenja. Pašnjaci manjih merama mogu biti odgovarajući u slučaju ako se konj dodatno hrani u štali, a pašnjak koristi samo povremeno.

Sadržaji posvećeni jahanju su neizostavan detalj arhitekture konjičkih sportova. Opcije uključuju krug za lonžiranje na otvorenom sa minimanim troškovima izgradnje, kao i zatvorene hale.

Aktivno vežbanje, tokom cele godine, zahteva zatvorenu halu, neophodnu za godišnja doba tokom kojih je, zbog nepovoljnih vremenskih uslova, jahanje na otvorenom nemoguće.

U konjičkom streličarstvu ovaj prostor se koristi za kondicione treninge tokom kojih se akcenat stavlja na usavršavanje tehnike streličarstva ili same obuke jahanja, zbog čega dužina staze za konjičko streličarstvo (99 m) u ovom slučaju nije merodavna. Minimalne mere ovog prostora iznose 20 x 60 m.

Krug za lonžiranje pripada aktivnostima na otvorenom i obavezna je funkcija svakog konjičkog centra. Osnove u obuci jahača uče se prvenstveno u okviru ovog prostora, tako što se konj kreće na kraju vrlo dugog povoca, poznatim kao lonža, i hoda u krugovima oko osobe koja obučava. Čine ga tri određujuća faktora: nivelacija, dimenzije i definisana granica u vidu stabilne konstrukcije ograde. Ukoliko postoji neprimetna denivelacija između centra i ivice površine prostora, padavine, u bilo koje doba

godine, ne predstavljaju smetnju obuci. Dimenzije kruga za lonžiranje određuju se prema veličini konja, odnosno prečnik varira između 16 i 20 metara.

Prateći sadržaji upotpunjuju funkcionalnost objekata za jahanje, stoga se na smeštaj konja direktno povezuju ostave za sedla i sportsku opremu, skladišta hrane za konje, prostore za sedlanje, potkivanje, čišćenje i pranje konja i prostore potrebe radnicima (čajna kuhinja, svlačionica, radionica) [3]

#### 2.1.4. Osvetljenost i ventilacija

Određena količina svetlosti neophodna je svakoj staji, prvenstveno zbog konja, a takođe i za one koji u njima borave i rade. Postojanje krovnih prozora omogućava prikladno osvetljenje unutar objekta, čijim se adekvatnim pozicioniranjem postiže pravilno provetravanje. U slučaju neprovetrenih prostora, kod konja se mogu razviti respiratorni problemi, ukoliko je vazduh zasićen zagađivačima. Nivo prašine i ostalih kontaminanata unutar staje treba biti sveden na minimum. [4]

### 3. KONJIČKI CENTAR U ADI

#### 3.1. Uvodna razmatranja

Arhitektonski programi zahtevaju inovativan pristup. Sve je učestalija pojava novih programa, a zadatak arhitekture je da prati nove trendove i time se unapređuje i usavršava, prilikom čega se ne sme izostaviti postojanje spone sa tradicijom i kulturom.

Oživljavanje borilačke veštine konjičkog streličarstva u savremenu sportsku disciplinu, kako u kulturološkom, tako i u arhitektonskom smislu, predstavlja spoj tradicionalnog i modernog. Arhitektura ovog programa u obavezi je da sačuva elemente tradicije i poštuje kulturu lokaliteta, uz inovativan pristup u tehnologiji izgradnje i materijalizaciji. Uzimajući u obzir da ne postoje jasno definisani normativi arhitektonskog programa centra za konjičko streličarstvo, predmet ovog rada predstavlja primenu pravilnika sporta i implementaciju istog u strukturu konjičkog centra za jahanje. Pretpostavljeni normativi konjičkog streličarstva mogu se bazirati na jahačkim sportovima, s obzirom da se zasnivaju na sličnim principima.

Na području Srbije ovakva namena još nije zaživela, a njenim uvođenjem umnogome se unapređuje modernizacija koja je ključna za dalji razvoj. Kao što je navedeno, jedini ovakav prostor u Srbiji nalazi se u Adi, Vojvodini, koji svojom arhitektonskom strukturom nije reprezentativan primer centra za konjičko streličarstvo. Ada se nalazi u Severnobanatskom okrugu, iako se grad geografski nalazi u Bačkoj, na desnoj obali reke Tise. Kao manje gradsko naselje ima veliki potencijal za seoski turizam, čijem unapređenju bi doprineo centar za konjičko streličarstvo kao očuvanje tradicije i kulture mađarskog stanovništva, koje čini većinski deo populacije naselja.

Za ovo područje je specifičan vojvođanski tip arhitekture utkan u prirodno okruženje koje je dominantno u svim manjim gradskim i seoskim celinama širom Vojvodine. Ovaj rad se bazira na oživljavanju tradicionalne arhitekture i na njenu transformaciju u savremeno rešenje neophodno za razvoj lokaliteta.

#### 3.2. Analiza postojećeg stanja

Obuhvat koji je predmet analize nalazi se uz ulicu Đure Đakovića, na severoistočnoj periferiji Ade. Ova saobraćajnica je u direktnoj vezi sa glavnom saobraćajnicom koja se

proteže kroz naselje, što pozitivno utiče na dostupnost konjičkog centra. Ulica je niske frekventnosti s obzirom da vodi ka reci Tisi i zemljištima privatne i javne svojine, uz koje ne postoji nijedna druga saobraćajnica. Sa zapadne strane okružen je susednim objektima stambenog tipa, sa južne strane nalaze se obradiva polja privatne svojine, dok je sa istočne strane okružen obradivim poljima koji su u gradskom vlasništvu, a od koji je odvojen zemljanim putem. Površina obuhata iznosi 2,21 hektara. Urbano okruženje u neposrednoj blizini parcele čini pravilna ulična mreža sa jednoporođičnim stanovanjem.

U formi većine okolnih objekata i objekata na parceli jasno se uočava linearni karakter i njihova međusobna nezavisnost. Na osnovu planimetrije jasno se uočava dominacija neizgrađene površine, koja, izražena u procentima, iznosi 97,71% od ukupne površine parcele. Iz toga se zaključuje da je procenat izgrađenosti parcele 2,29%.



Slika 3. Odnos izgrađenih i neizgrađenih površina.

### 3.3. Predlog transformacije postojećeg stanja

U daljem tekstu će biti navedene transformacije postojećeg stanja u adekvatan konjički centar, najpre na urbanističkom, a zatim, na arhitektonskom nivou.

#### 3.3.1. Transformacija na urbanističkom nivou

Urbanistički nivo transformacije podrazumeva intervencije u vidu novoizgrađenih objekata, uklanjanje ruševina i postavljanje novih objekata umesto njih, kao i definisanje površina unutar obuhvata.

Polaznu tačku urbanističke transformacije predstavlja denivelacija terena. Razlika u nivoima ogleda se u obliku doline čija je najniža tačka 3 metra niža od najviše. Ovom strukturom dobijene su površine, odnosno, padine, koje u konjičkom streljarstvu služe kao zid iza mete. Po pitanju efikasnosti, pomoću zemljanog zida se na najlakši način mogu skupljati strele oko mete nakon gađanja.

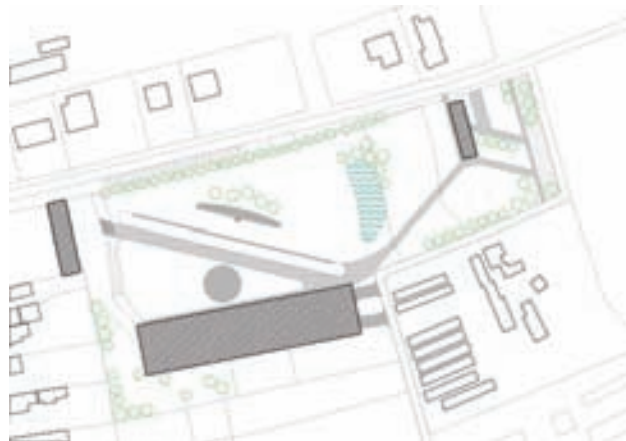
Osnovna ideja ogleda se u tome da se postigne veća funkcionalnost, jasno definisanje površina za jahanje, i u arhitekturi koja se prožima i nadovezuje sa prirodom.

Gledano sa urbanističke strane, obuhvat je podeljen u četiri celine. Tu celinu čine: staza za konjičko streljarstvo, hala za jahanje sa pratećim sadržajima, javni objekat i stambeni objekat. Celine su povezane uređenim površinama niskog i visokog rastinja i stazama.

Objekti su povezani tako da se vizuelno povezuju, svojim položajima čine slovo „C“ i na taj način je omogućena sagledivost skoro celog obuhvata iz svakog objekta pojedinačno.

Staza za konjičko streljarstvo je ta koja se, već na prvi pogled, ističe naspram objekata. Pravac pružanja staze, po pravilniku, mora biti od zapada ka istoku. Odstupanje od ovog pravca, za 12°, usloville su dimenzije i karakteristike terena parcele. Staza svojom dužinom od 99 metara ne može se postaviti paralelno sa objektima iz razloga potrebe veštačkog jezera na središnjem delu obuhvata, čija je uloga sakupljanje kišnice.

Pozicijom jezera stvorena je podela celokupnog prostora na javnu i privatnu namenu. Na ovaj način je stambena celina odvojena od javne vizuelnom barijerom. Time je obezbeđena privatnost vlasnika imanja, a, u isto vreme je čitav potez saglediv iz kuće, što u ovoj tipologiji predstavlja bitan uslov za adekvatno funkcionisanje.



Slika 4. Transformacija objekata i površina.

### 3.3.2. Transformacija na arhitektonskom nivou

#### 3.3.2.1. Uža situacija

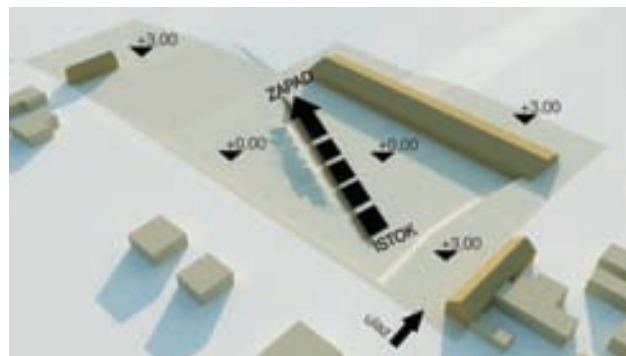
Parterno rešenje proizilazi iz same pozicije staze za konjičko streljarstvo. Ulaz u centar postavljen je u severozapadni deo parcele tako da je prilikom ulaska pravac staze u pravcu pogleda onoga ko ulazi. Time je, već pri ulasku, naglašena namena prostora.

Na obuhvatu dominira uređena zelena površina sa niskim rastinjem, dok je visoko rastinje oblikovano u grupe, na mestima gde ne ometa vizuelnu pregledivost prostora.

#### 3.3.2.2. Koncept

Koncept se zasniva karakteristikama terena i na pozicioniranju objekata na periferije parcele kako bi se dobio jedan integralan prostor između njih. Akcenat tog prostora predstavlja staza za konjičko streljarstvo oko koje su se formirale ostale površine. Njen pravac prate prostori za gledalište i staze koje povezuju ostale sadržaje.

Oblik staze ima naglašen linearni karakter na osnovu čega su oblikovani objekti na parceli.



Slika 5. Prikaz koncepta.

### 3.3.2.3. Funkcija

U svakoj celini grupisane su specifične funkcije. Prilikom ulaska na parcelu prvi objekat je objekat javne namene. U okviru ovog objekta obezbeđene su potrebe učenika koji su svakodnevni korisnici prostora. Za njih je predviđen prostor za svlačionice (muška i ženska), kao i spavaonice po potrebi, na spratu objekta. Kao dodatna funkcija, objekat u sebi sadrži kuhinju za ugošćavanje posetilaca, potrebnu prilikom održavanja takmičenja.

Objekat hale koji sadrži prostor za jahanje, smeštaj za konje, ostave, radionicu, skladište, toalete za posetioce, pozicioniran je uz padinu nastalu denivelacijom terena. Samim tim je dobijen objekat koji se svojom pozicijom prožima sa neukroćenim karakterom prirode. Unutrašnja podela prostora ovog objekta zasnovana je na poziciji štale sa kojom je svaki sadržaj u direktnoj vezi. Štale su, takođe, pozicionirane na način na koji konji nisu izloženi udarima vetra, i da, u isto vreme, budu obezbeđeni provetrenost i osvetljenost prostora.

Stambeni prostor osmišljen je kao jedinstvena celina otvorenog tipa prizemlja u kojem se prožimaju funkcije kao što su kuhinja, trpezarija i dnevni boravak. Velikim staklenim površinama na fasadi unutrašnji prostor je direktno povezan sa prirodom koja ga okružuje. Na prizemlju je formiran trem, detalj prenet iz funkcionalnih šema vojvođanskih kuća. Sprat je posvećen spavaonicama stanara, orijentisanih ka istoku.

### 3.3.2.4. Konstrukcija i materijalizacija

Prilikom izbora materijala za izgradnju objekata vođeno je računa o lokalnim graditeljskim tehnikama.

Svi objekti imaju naglašen linearni karakter, sa pravougaonom osnovom i dvovodnom krovnom konstrukcijom. S obzirom da se ambijentalna slika obuhvata zasniva na prirodnom okruženju, materijalizaciju čine drvene obloge, kako na fasadi, tako i u enterijeru, koje objektima daju specifičan izled, a enterijeru osećaj topline i ugodnosti. Ovakav izbor materijala pozitivno utiče na celokupnu ambijentalnu sliku koju bi umnogome narušio neprirodan tip fasadne obloge.

U javnom i stambenom objektu primenjen je betonski skeletni konstruktivni sistem. Stubovi i grede oslanjaju se na trakasti sistem temelja na dubini fundiranja 0,80 m. Dvovodne krovove čini drvena konstrukcija. Na spratu se zid od opeke, posle međuspratne konstrukcije, nastavlja do visine od 1,60 metara, na čiji kraj je postavljen serklaž visine 14 cm. Na serklaže se nadovezuju venčanice dimenzija 14/14 cm, na koje su postavljeni rogovi dimenzija 10/14 cm.

Noseća konstrukcija zatvorene hale razlikuje se od ostalih izborom konstruktivnog sistema, čiji je glavni razlog veliki raspon, uslovljen funkcijom. Za halu za jahanje odabran je sistem na tri zgloba od lameliranog drveta. Ovakva konstrukcija omogućava raspon do 25 m. Čine je elementi trapezoidnog oblika, čije dimenzije poprečnog preseka na širem kraju iznose 14/110 cm, a na užem kraju 14/40 cm. S obzirom da se objekat nalazi uz padinu, on je delom ukopan. Drvena konstrukcija postavljena je do kote terena, a ukopan deo konstrukcije predstavljaju betonski stubovi koji se nadovezuju na trakasti betonski sistem fundiranja na dubini od 1,20 m.



Slika 6. Ambijentalni prikaz objekta za jahanje.

## 4. ZAKLJUČAK

Projekat konjičkog centra čija se namena bazira na konjičkom streličarstvu podržava razvoj i popularizaciju sporta. Kako se proteklih decenija ova sportska disciplina rapidno razvijala i širila svoje korene širom sveta, arhitektonski uticaj je neizostavan detalj za unapređenje ovakve tipologije.

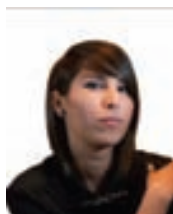
Rad predstavlja simbiozu narodnog graditeljstva i savremenih arhitektonskih rešenja, kao što se i sport zasniva na kulturnom nasleđu koje je u sportu dobilo savremen oblik. Koriste se lukovi izrađeni savremenim tehnikama, dok je oblik imitacija tradicionalnog luka. Drvene strele zamenile su strele savremenog materijala, koji se teže lome i imaju mnogo veću preciznost. Na isti način se u radu pristupilo iz aspekta lokalne tradicije uz implementaciju savremene materijalizacije, neophodne za arhitektonski razvoj naselja u kome se prostor nalazi.

Prožimanje arhitekture i prirode i očuvanje tradicije osnovni su činioци projekta. Razlog tome je sam karakter sporta, odnosno saradnja i život u zajednici u kojoj dominiraju konji, s kojima je sudelovanje nemoguće ukoliko se ne poštuju sva pravila prirode.

## 5. LITERATURA

- [1] Zsolt Kelemen, "Hun-magyar harcművészet (Az íjászat hagyományos módszere)", Istorijaska knjiga, Budimpešta, 2011.
- [2] E. Nofjert, P. Nofjert, J. Kister "Architect's Data", John Wiley & Sons, Njujork, 2012.
- [3] <http://www.lovasok.hu> (pristupljeno: jul 2016)
- [4] <http://extension.psu.edu/> (pristupljeno: novembar 2015)

### Kratka biografija:



**Nela Koš** rođena je u Senti 1990. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitektonsko projektovanje kompleksnih programa odbranila je 2016.god.



**Milica Kostreš** rođena je u Novom Sadu. Magistarski rad odbranila je oktobra 2005. godine. Doktorat pod naslovom „Urbano-ruralne veze i odnosi između naselja“ odbranila je na Fakultetu tehničkih nauka.



**OBDANIŠTE ZA NADARENU DECU****KINDERGARTEN FOR GIFTED CHILDREN**

Nataša Ljubojević, Milena Krklješ, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – ARHITEKTURA**

**Kratak sadržaj** – Rad se bavi proučavanjem prostora namenjenih deci od 2 do 6 godina i pronalaženjem adekvatnih prostora koji će doprineti razvoju njihove kreativnosti i omogućiti im da se kreativno izraze i ispolje sve svoje talente koje imaju u sebi.

**Abstract** – *The paper deals with the study of space for children 2 to 6 years and finding adequate space that will contribute to the development of their creativity and allow them to express themselves creatively and express all their talent they have in themselves.*

**Ključne reči:** *Nadarena deca, kreativnost, razvoj, prostor.*

**1. UVOD**

Kreativnost se smatra jednom od najznačajnijih osobnosti ljudske vrste. Najčešće se vezuje za umetnost, književnost i muziku. Pošto se kreativnost zasniva na mašti smatra se da se može uspešno razvijati putem igre zasnovane na fantaziji tokom ranih godina života.

Kreativnost, poput mnogih talenata, ukoliko je ne razvijamo neće biti od preteranog značaja samo zato što za nju imamo genetsku predispoziciju.

Vrlo je važno razvijati kreativnost kod dece od najranije dobi. Kreativnost će se najbolje razvijati uključivanjem u kreativne radove dece i pružanjem podrške.

Pored toga treba:

- osigurati podsticajnu okolinu za kreativni razvoj,
- osigurati prostor u kojem će deca slobodno napraviti kreativni nered.

Okruženje u kojem dete odrasta je od izuzetne važnosti, a od podsticaja koji otuda dolazi zavisi u kom smeru će se dečija kreativnost razviti, kao i da li će se uopšte razviti. Ukoliko sredina podsticajno deluje na dete, ono će se osećati slobodnijim da ispolji svoju kreativnost i da je dodatno razvija.

Problem ovog istraživanja je percepcija prostora namenjenih razvoju kreativnosti dece u vrtićima, razmere tih prostora i primena materijala i tekstura u njima. Cilj ovog istraživanja je pronaći optimalne prostore koji će doprineti razvoju dece uopšte kao i razvoju dečije kreativnosti sa stanovišta arhitekture.

**2. OSNOVNE OSOBINE NADARENOSTI****2.1. Potencijalna i produktivna nadarenost**

Nadareni su oni pojedinci koji imaju visoko razvijene sposobnosti, dok su talenti oni koji postižu visoka dostignuća u nekim aktivnostima. Talentom se označava nadarenost koja se izražava u nekim specifičnim područjima, npr. matematičari, muzičari, umetnici, sportisti i sl. Nadarenost smo podelili na potencijalnu i produktivnu (ostvarenu).

**2.1.1. Potencijalna nadarenost**

Da bi se neke sposobnosti pojednaka razvile, on mora imati određeni potencijal koji to omogućuje, to je tzv. potencijalna nadarenost. Osnovu potencijalne nadarenosti čini niz nasleđenih predispozicija koje omogućuju da se neke sposobnosti razviju više i bolje nego kod većine drugih, tj. da se razviju "značajnije iznad prosečno". Hoće li se to dogoditi ili ne, zavisi i od mnogih spoljašnjih uticaja.

**2.1.2. Produktivna (ostvarena) nadarenost**

Aktivnosti kroz koje se nadarenost dece iskazala u određenim produktima u ranijem, bržem, boljem i sl. u izrazito natprosečnom postignuću jeste produktivna nadarenost. Ona se uspe otkriti samo kod dela dece predškolske i ranije školske dobi, tj. ta se nadarenost uspe otkriti samo kod one dece koja su tu nadarenost već počela izražavati. Istraživanja su pokazala da mnoga deca u toj dobi još ne iskazuju ponašanjem svoju darovitost, pa ostanu neuočena.

**2.1.3. Prostor vaspitnih uticaja**

Prostor vaspitnih uticaja jeste prostor između potencijalne i produktivne nadarenosti. Od njega zavisi koji će i koliki dio potencijala biti iskazan kroz iznimna postignuća koja određuju nadarenost pojedinca. Zbog toga što u toj dobi deca uglavnom imaju potencijalnu nadarenost koju još ne iskazuju kao produktivnu, gotovo svako dete treba tretirati kao potencijalno nadareno i osigurati mu vaspitanje i obrazovanje koje će maksimalno potsticati razvoj njegovih potencijala.

**2.2. Osnovni pokazatelji nadarenosti**

U prostoru međusobnog poklapanja nadprosečno razvijene sposobnosti, osobine ličnosti (pogotovo specifične motivacije za rad) i kreativnosti je nadarenost u specifičnim područjima aktivnosti. Deca ne moraju nužno pokazivati sve tri karakteristike nadarenog ponašanja, ali će biti smatrana nadarenom ako imaju kapacitet kasnije u životu razviti te osobine.

**NAPOMENA:**

Ovaj rad je proistekao iz master rada čiji je mentor bila dr Milena Krklješ, docent

### 3. PROSTOR I PROSTORNE RELACIJE

Razvijanje pojma prostornih relacija i misaono rešavanje problema prostornih odnosa sastoji se u razlikovanju predmeta po njegovim osnovnim osobinama - oblik, obim, dimenzije i položaj u prostoru. Kretanje u prostoru i uspešno vršenje raznih manipulativnih aktivnosti uslovljeno je razvijenošću percepcije prostora i shvatanja prostornih relacija. Njihova razdvojenost uslov je opažanja i shvatanja veličine predmeta kao i pojedinih dimenzija. Ispitivanja su pokazala da postoji visok stepen korelacije između razvijenosti prostorne orijentacije i sposobnosti savladavanja čitanja i pisanja. Isto tako sporazumijevanje bez upotrebe pojmova prostornih relacija veoma je teško.

U prvim mesecima dete upoznaje prostor dodirivanjem stvari. Kada ovlada pokretima i dostigne određeni nivo perceptilne zrelosti ono pruža ruku prema interesantnim predmetima, a nešto kasnije kreće se prema njima. U prvoj godini stiče sposobnost opažanja prostornosti na vlastitom telu, postepeno se kod deteta formira svest o postojanju prostora kao nečeg van njega. U isto vreme (posle godinu i po dana) u dečjem rečniku javljaju se prilozni kao vrsta riječi. Izgrađujući prostornu orijentaciju prvo određuje položaj predmeta prema sebi, odnosno u odnosu na svoje telo, služeći se pri tom izgrađenom shemom tela.

Razvoj prostorne orijentacije zavisi i od pravovremenog i pravilnog imenovanja prostornih odnosa. Na taj način brže se vrši apstrahovanje i uopštavanje, brže se formiraju pojmovi. Riječ kao nosilac pojma ima najveću ulogu u njegovom izgrađivanju. Verbalizacija prostornih odnosa naročito pomaže u određivanju prostornih odnosa među predmetima.

#### 3.1. Prostorna orijentacija i položaj dece u prostoru

U opažanju prostora i prostornih relacija veoma važnu ulogu imaju, pored vida, i proprioceptivni kao i kinestetički osećaji. Isto tako pored pokreta očiju i glave u razlikovanju prostornih odnosa izuzetno važnu ulogu imaju ruke. Ruka ima značajnu ulogu i u prostornoj orijentaciji. Isto tako razvoj prostorne orijentacije zavisi od stimulacije sredine i njenih podsticaja. Dete treba permanentno kroz neusmerene i usmerene aktivnosti podsticati u razvoju prostorne orijentacije i određivanju položaja u prostoru.

Osnovni program vaspitno obrazovne delatnosti u predškolskim ustanovama predviđa upoznavanje deteta sa osnovnim prostornim relacijama među predmetima i formiranju pojmova - u, na, napolju, gore, dole, lijevo, desno, ispred, iza, iznad, ispod, između, naspram. Izgrađivanje orijentacije uslovljeno je aktivnošću deteta u prostoru. Odvija se prirodnim redom, najprije se formiraju pojmovi gore i dole, zatim naprijed i nazad, a nakon toga desno i levo. Ubrzan je ili usporen u zavisnosti od obrazovne sredine i podsticaja koji iz nje dolazi.

#### 3.2 Prostorne dimenzije predmeta

Deca predškolskog uzrasta su izuzetno sposobna da razlikuju veličine (dužinu, širinu, visinu) dok im je teže izdvajanje posebnih prostornih dimenzija predmeta. Deca, inače, vrlo rano uočavaju veličinu predmeta. Međutim,

mlađa predškolska deca imenuju sve prostorne dimenzije odnosom veliko-malo. Za njih je „veliko" i kada se radi o većoj dužini, većoj širini, debljini, a „malo" sve što nije takvo. Prema istraživanjima, odnosi duže-kraće izgrađuju se u četvrtoj godini, a odnosi uže-šire nešto sporije. Opažanje dubine, tj. odnosa pliće-dublje, razvija se u starijem predškolskom dobu. U saznavanju ovih dimenzija dominira opažanje i intuitivni utisak, zbog neposedovanja konstantnosti, stalnosti veličina (poznata ispitivanja o konzervaciji veličina).

Zato je potrebno stvarati uslove da djeca mogu da opažaju, diferenciraju, imenuju i kroz akcije predstave različite dimenzije predmeta i pojava:

- dugačko-kratko,
- duže-kraće,
- najduže-najkraće,
- široko-usko,
- visoko-nisko,
- debelo-tanko,
- plitko-duboko.

Značajno je da deca vrše sve vrste poređenja, za šta je pogodna praktična operacija serijacije većeg broja predmeta prema pojedinim osobinama (od najkraćeg do najdužeg, od najšireg do najužeg).

#### 3.3. Serijacija

Serijacija je uređivanje predmeta prema stepenu nekog svojstva u rastući ili opadajući niz- od najmanjeg do najvećeg, od najkraćeg do najdužeg i obrnuto. Uvođenje dece u vršenje serijacije počinje upoređivanjem tri predmeta i formiranjem odgovarajućih pojmova, kao što su: veliki, veći, najveći i sl. U početnoj fazi vršenja serijacije najbolje je koristiti sredstva koja se razlikuju samo po dimenziji po kojoj se uređuju, dok su u pogledu drugih svojstava potpuno ista. To olakšava detetu da se koncentriše samo na kriterijum uređivanja.

Serijacija ima važno mjesto u formiranju pojma broja i shvatanja broja u brojevnom nizu, kao i shvatanju tranzitivnosti i relacija uopšte. Tranzitivnost je shvatanje relativnosti veličine nekog predmeta, tj. uočavanje pojedinog elementa niza u odnosu na prethodni i u odnosu koji za njim sledi. Pojam dvostruka serijacija znači da se deci nudi više predmeta od kojih se samo neki mogu urediti istovremeno po dva kriterijuma, (plave lopte od najmanje do najveće i obrnuto). Složenija logička operacije u kojoj se istovremeno vrši serijacija je serijalna korespondencija- uređivanje prema raznim kriterijumima (veličini ili debljini), u rastući ili opadajući niz i korespondencija pridruživanje odgovarajućih veličina uređenom nizu ili određenom predmetu - objektu.

Dok klasifikacija predstavlja grupisanje predmeta bez obzira na to koliko će oni biti raspoređeni u grupi, serijacija podrazumeva upoređivanje odnosa među njima, odnosno, poređenje i uređivanje predmeta prema određenoj dimenziji usklađivanja uzajamnih relacija koje su tranzitivne (mogu se prenositi sa jednih predmeta na druge, zavisno od položaja u nizu). Na primer sedmogodišnje dete postiže takav nivo u serijaciji da je u stanju da poređa deset različitih štapića u niz u kome

njihova družina opada, ne služeći se metodom pokušaja i grešaka, jer je sposobno da uskladi tranzitivne relacije. Suština serijacije ogleđa se u sposobnosti usklađivanja mnoštva tranzitivnih odnosa, a samo vizuelno razlikovanje pojedinih dimenzija je samo jedan od preduslova za njeno obavljanje. Deca se uče da pažljivo posmatraju i opažaju svet i predmete oko sebe, da analiziraju, upoređuju njihova svojstva i misaono obrazuju kolekcije predmeta, vrše njihovu klasifikaciju i serijaciju. Kvantitativna svojstva predmeta ostaju ista uprkos promenama u njihovom spoljašnjem izgledu.

U početnoj fazi procjene veličine deca vrše procjenu odoka, pa su uspješniji ukoliko je razlika u veličini predmeta izrazitija, perceptivno uočljivija. Primereno je skretati deci pažnju na to i za primjere koristiti dimenzije predmeta po kojima se i u svakodnevnom životu najčešće upoređuju. Na primjer, po visini upoređivati ljude, drveće, zgrade, po dužini kaiševe, puteve, po dubini posude, barice, udubljenja, po debljini štapove, olovke, flomastere, knjige. U izgrađivanju dimenzija deci treba pokazivati predmete i podsticati ih da paralelno koriste i taktilno-kinestetičke perceptivne akcije: da predstave širenjem ruke, koracima, povlače rukom po predmetu i sl. Dakle, kada su u pitanju pojmovi vezani za mere i merenja predmeta i njihovih dimenzija i položaja u prostoru, za njihov razvoj potrebna je izgrađenost istih logičkih operacija koje su neophodne i za izgradnju pojma broja. Pri merenju dete će prvo upoređivati dve veličine "odoka", zatim neposredno i na kraju uzimajući posrednika. Npr. pri merenju duži prvo će vršiti upoređivanje dva objekta po dužini, neposredno (prislanjanjem jednog uz drugi) što se radi još u mlađoj uzrasnoj grupi. Dete pri tom stiče iskustvo u merenju duži "odoka" da bi kasnije u starijoj uzrasnoj grupi, vršilo merenje u užem smislu reči. Prvo se koriste relativne merne jedinice ( pedalj, lakat, korak ) i na kraju deca se upoznaju sa standardnom jedinicom za merenje duži – metrom.

#### 4. ARHITEKTURA I ELEMENTI ARHITEKTURE KOJI DOPRINOSU STVARANJU PROSTORA ZA DECU

Arhitektura je sačinjena od materijala, oblika i otvora, razmjera i dubina. Ovo su neki od cerebralnih elemenata arhitekture koji su svojstveni spoznajnoj vrednosti nekog prostora. Kroz razmatranje cerebralnih, fizičkih i emotivnih aspekata dizajna prostora za decu sledeća generacija prostora za mlade biće podignuta na veći nivo. Stvarajući dobre prostore za decu pokazujemo im da su dostojni toga da borave u kvalitetno dizajniranim prostorima i prostorima koji su na zavidnom arhitektonskom nivou. Najefektnije, najupečatljivije i bezvremene odlike dizajna prostora za decu su osnovni elementi arhitekture kao što su površine podova, teksture zidova, plafona, fenestracija, vrata, svetlarnici i slično.

Volumeni prostora koje možemo nazvati „OMOTAC PROSTORA“ spada u elemente arhitekture koji stvaraju prostore za boravak dece u kojima će oni uživati uz adekvatan dizajn istih. Kako bi se ti prostori adekvatno uredili i prilagodili boravku dece, od velikog je značaja da i oni učestvuju u njihovom dizajniranju na neki način. Njihovim učešćem u ovom slučaju ne samo da bi ti

prostori zadobili nove dimenzije u smislu dečijeg doprinosa njihovom uređenju već bi i samo dete osetilo da može biti ravnopravno sa odraslima kada je u pitanju odabir i uređenje njegovog svakodnevnog, životnog okruženja.

Kognitivne sposobnosti i percepcija kod dece su veoma razvijene a odrasli često to previde i projektuju „spuštajući se“ na dečiji nivo.

Dečiji prostori treba da budu prozračni, fantastični i naglašeni a arhitektonski volumeni i boje su elementi koji najbolje definišu prostore za decu. Arhitektonsko uzajamno dejstvolumena, razmera, tekstura, fenestracije, strukture i arhitektonske dekoracije, kada se uzmu u razmatranje na oprezn i kreativan način, doprinose podizanju kvaliteta dizajna prostora u kojima deca borave.



Slika 1. Shematski prikazi elemenata arhitekture

#### 5. PERCEPCIJA, RAZMERA I MATERIJALI U PROSTORU

„Jedna od najvažnijih lekcija, koju sam naučio za 20 godina projektovanja objekata za decu, jeste da odluke koje donosimo prilikom kreiranja fizičkog okruženja, prostor, materijali, boja i namještaj su od suštinskog značaja za razvoj djeteta. Osim što okolina direktno utiče na razvoj, isto tako uspostavlja toplinu, čini prostor angažovanim i gostoljubivijim mestom koje omogućava detetu da se u njemu razvija, napreduje i uči.“

- Mike Lindstrom  
MLA Architects



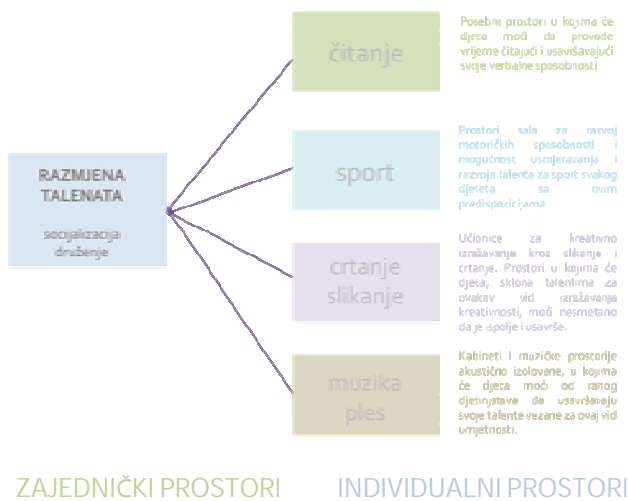
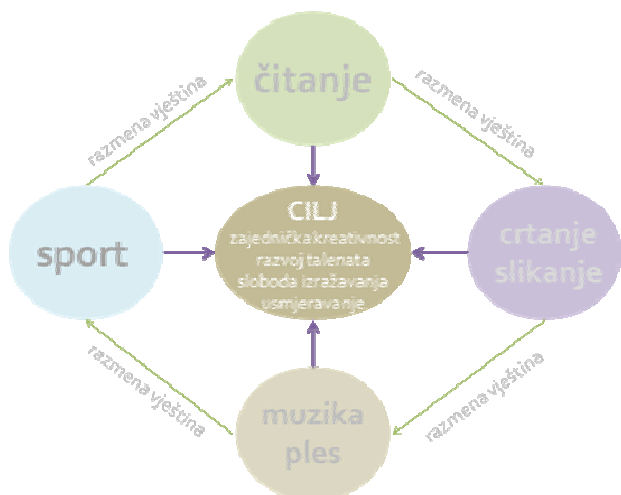
Slika 2. Prostore malih dimenzija koje deca vole

U daljem radu će se obratiti pažnja na sledeća pitanja i kako doći do odgovora i njihove realizacije:

- Zajedničke karakteristike prostora za decu?
- Kako deca koriste ovakve prostore?
- Zašto biraju baš ovakve prostore?

Dolazimo do zaključka sa su to prostori malih dimenzija.

## 6. KONCEPT PROSTORA ZA RAZVOJ SPOSOBNOSTI I KREATIVNOSTI DECE



ZAJEDNIČKI PROSTORI

INDIVIDUALNI PROSTORI

Slika 3: Šematski prikaz prostorno-funkcionalne organizacije

## 7. ZAKLJUČAK

U ovom radu obrađeni su postupci, metode i aktivnosti za razvijanje prostornih dimenzija, odnosa i relacija kao i prostorne orijentacije predmeta. Na kraju kao zaključak može se reći da su deca predškolskog uzrasta izuzetno sposobna da razlikuju veličine (dužinu, širinu, visinu), dok im je teže izdvajanje posebnih prostornih dimenzija predmeta. Deca, inače, vrlo rano uočavaju veličinu predmeta. Međutim, mlađa predškolska deca imenuju sve prostorne dimenzije odnosom veliko-malo.

Za njih je „veliko" i kada se radi o većoj dužini, većoj širini, debljini, a „malo" sve što nije takvo.

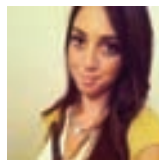
Razumijevanje prostora i dimenzija širi je pojam koji u sebi sadrži:

- shvatanje prostornih relacija,
- razvoj prostorne orijentacije i
- prostorno rezonovanje.

## 8. LITERATURA

- [1] Mark Dudek, Schools and Kindergardens,– A design manual, *Birkhauser*, Basel.
- [2] Dobrić,N.: “Razvijanje početnih matematičkih pojmova u predškolskim ustanovama”, Beograd, 1992.
- [3] Spencer C., i Blades M., “Children and Their Environments: Learning, Using and Designing Spaces”, Cambridge University Press, 2005.

### Kratka biografija:



**Nataša Ljubojević** je rođena 1990. godine u Brčkom, Bosni i Hercegovini. Diplomirala je na Fakultetu tehničkih nauka 2014. godine. Master rad brani na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitektonsko projektovanje u septembru 2016. godine.



**Dr Milena Krklješ** rođena je u Novom Sadu 1979. godine. Diplomirala je 2002. a magistrirala 2007. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Doktorirala je 2011. godine, od kada je izabrana za zvanje docenta na Departmanu za arhitekturu i urbanizam.

**ARHITEKTONSKA STUDIJA PREDŠKOLSKE USTANOVE ZA NADARENU DJECU U NOVOM SADU**
**ARCHITECTURAL STUDY OF PRESCHOOL INSTITUTION FOR TALENTED CHILDREN IN NOVI SAD**

 Aleksandra Gajić, Milena Krklješ, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*
**Oblast – ARHITEKTURA**

**Kratak sadržaj** – U okviru arhitektonske studije predškolske ustanove za nadarenu djecu osmišljen je prostor za dnevni boravak djece uzrasta 3 do 6 godina. Ovaj objekat, pored unapređivanja talenata djece, vrši funkciju i određivanja talenata, ali i širenje specijalno osmišljenog programa za ovu vrstu predškolske ustanove teorijskom i praktičnom obukom novih vaspitača. Objekat je smještanog kapaciteta za 180 do 200 djece, raspoređene u različitim ciljnim grupama, u zavisnosti od talenta. U okviru projekta organizovane su škole, radionice i zajednički boravak djece svih uzrasta i ciljnih grupa, zbog povećanja socijalizacije. Oblikovanje kako unutrašnjeg, tako i spoljašnjeg dvorišta predstavlja integralni dio čitavog objekta.

**Abstract** - The architectural design for preschools institution comprises a day care for children 3- 6 years old. This project, in addition to the improving of the talents of children, also performs the function of talents determination and expansion of specially designed project for this kind of preschool, with theoretical and practical training of new educators. The building has a capacity of approximately 180 - 200 children, divided into different target groups, depending on their talent. Within the project "small" schools, workshops and room for children of all ages and all target groups are organized for the purpose of socialization. Design of the inner and outer courtyard represents an integral part of the whole project.

**Ključne riječi:** Arhitektura, Predškolska ustanova, Nadarena djeca

**1. UVOD**

Za nadarenu djecu mislimo da su srećna, budući da imaju sposobnosti iznad prosjeka i ne možemo da shvatimo zašto bi se uopšte pravio problem oko toga kako se obrazuju i vaspitavaju, te se ovaj projekat zato bavi i ograničava upravo na takvu djecu. Problem je izabran kao revolt prema tradicionalnim programima, u kojima su djeca zapostavljena na razvojnom i intelektualnom nivou, igre su obične, djeca su podijeljena na vršnjačke grupe, socijalizacija je loša, broj djece je velik, a broj vaspitača isti...

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Milena Krklješ, docent.

Ukoliko želimo da shvatimo um djeteta, moramo početi putevima posmatranja i otkrivanja. Svi naši planovi su usmjereni na uklanjanje prepreka koje stoje na putu razvoja djeteta i na udaljšavanje od njega svih opasnosti, te na nerazumjevanja koja ga okružuju [1].

Treba pokušati razmišljati o ovome iz perspektive nadarenog djeteta, koje ima intelekt razvojno daleko napredniji od svojih vršnjaka. Rad u učionici im može biti mukotrpno spor i dosadan, ali oni se ipak moraju pokoravati, da ne bi bili viđeni kao arogantni. Ukoliko nastavnik ne shvata kako nadareno dijete misli i funkcioniše, dosada ubrzo pobjeđuje, a dijete pribjegava često lošem ponašanju za koje biva kažnjeno [2].

Svako djete treba da ima određenu stimulaciju za učenje, te preko igre da dodje do cilja. Da bi postalo samostalno mora da mu se omogući sloboda u djelovanju, razmišljanju i izražavanju i da mu se odaju priznanja za njega samog ali i njegova dostignuća što bi ga i dalje podsticalo. Za odvijanje svega navedenog, potreban mu je prostor za odvijanje pomenutih procesa.

**2. KONCEPCIJA PREDŠKOLSKOG PROGRAMA**
**2.1. Opšte osnove predškolskog programa**

S obzirom da je ovo sasvim nova ideja izdvajanja ove djece u poseban objekat, javila se potreba i za specijalno osmišljenim programom, kako za djecu, tako i za obuku novih vaspitača. S tim u vezi, izvršeno je detaljno istraživanje i analiziranje nekoliko edukativnih programa koji su već djelimično zastupljeni, u skladu sa prostornim ograničenjem vezanim isključivo za državu Srbiju.

Cilj je bio izabrati, prema određenim parametrima, najbolji i najedukativniji program, te na osnovu tog programa osmisлити i napraviti sopstveni unaprijeđeni program za ovu novu predškolsku ustanovu.

Tabela 1. Analiza programa prema karakteristikama pozitivnim za razvoj nadarene djece

Metrika	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Tradicionalni program	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+
Montesori metod	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+
Waldorf pedagogija	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
NYC osnovni obrazovni program	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+

Iz ove analize Montessori program se izdvojio kao najadekvatniji i to prema većini potrebnih karakteristika. Nakon analize su preuzete, modifikovane i unaprijeđene osnovne karakteristike ovog programa, uz pomoć stručnjaka, te je stvoren jedan kvalitetan program edukativnog karaktera koji će dati mogućnost djeci intelektualno naprednijoj od svojih vršnjaka i djeci sa određenim talentima da progresivno napreduju. Tačnije iz ovog metoda ono što je moguće preuzeti su: ideja za posebnim edukativnim materijalima za konstantni razvoj inteligencije koji će karakterisati baš taj program, grupe heterogene dobi u kojima sva djeca međusobno komuniciraju i pomažu jedni drugima, kao i vaspitači koji su prethodno prošli obuku koja će biti organizovana u sklopu vrtića, te dobili diplomu tog programa i time ostvarili pravo na apliciranje za rad u vrtićima sa ovim programom.

Novoosmišljeni program za nadarenu djecu predškolske ustanove u Novom Sadu podrazumijeva ciljne radionice koje su formirane prema talentima i radionice koje unapređuju znanje iz drugih oblasti, u kojoj se miješaju grupe. Unutar objekta svaka ciljna grupa bi imala svoje učionice sa propratnim pomoćnim prostorijama, ali s obzirom da djeca neće čitav svoj cjelodnevni boravak provoditi u unapređivanju talenata, nego i u druženju sa ostalom djecom u posebno namijenjenim prostorijama za grupni boravak, program je osmišljen tako da djeca imaju određen plan za svaki dan, kako u toku dana provode vrijeme. Time se, u određenom dijelu dana, učionice za ciljne grupe oslobađaju i mijenjaju za sledeću ciljnu grupu, dok prethodna ciljna grupa provodi vrijeme u nekoj od ostalih učionica. S tim u vezi, jedna učionica može, uz dobru organizaciju, poslužiti za više radionica.

Programi za ciljne grupe – unapređivanje talenta:

- radionica likovnog unapređivanja talenta,
- radionica muzičkog unapređivanja talenta,
- radionica dramskog izražavanja,
- radionica ciljnih sportskih aktivnosti,
- radionica matematike,
- radionica engleskog jezika,
- radionica drugog odabranog stranog jezika.

Zajednički programi za svu djecu iz predškolske ustanove u cilju socijalizacije i učenja kroz igru:

- školica govorno-jezičkog izražavanja,
- školica kosmičkog odgoja,
- školica bontona,
- školica sporta,
- školica praktičnog života,
- ekologija – biram da recikliram,
- sa djecom oko svijeta, svijet oko nas,
- jako, jako davno...

Za svaki program bi bio osmišljen edukativni materijal.

Postoje određena pravila po kojima su ovi materijali lako prepoznatljivi, a to su: izgledom i načinom korišćenja materijal slijedi progresiju od jednostavnog ka složenom; materijal direktno priprema dijete na učenja koja će slijediti; materijal je sam auto-korektivan, što znači da je u njemu i „kontrola greške“.

Karakteristike Montessori materijala koji su osnova za osmišljavanje i izradu novih materijala predškolske ustanove za nadarenu djecu u Novom Sadu su sljedeće:

- svaki predmet ima po jednu osobinu - čulni materijal se sastoji od sistema predmeta koji su grupisani prema jednoj osobini - boja, oblik, itd.,
- stepenovanje materijala, svaka grupa materijala ima jednu osobinu, ali u različitim stepenima; svaka grupa materijala u seriji ima svoj minimum i maksimum da bi označavala najveći mogući contrast,
- kontrola greške - zajednička osobina svih materijala; ova materijalna provjera navodi dijete da svoje vježbe obavlja razmišljajući,
- estetika materijala je značajna osobina koja fundira privlačnost materijala za dijete; materijal poručuje "koristi me pažljivo",
- podstiče samoaktivnost djeteta - samoaktivnost je osobina koja je gotovo najvažnija; dijete je je aktivno sa naglaskom na pokret ruke i koordinaciju pokreta,
- ograničenost materijala - količinski materijal je ograničen da bi usmjeravao i vodio ka cilju; pomaže djetetu da unosi red u svoj um i da mu olakšava razumijevanje bezbroj stvari koje ga okružuju. [3]

## 2.2. Testiranje djece pri utvrđivanju nadarenosti ili talenta

Ukoliko roditelji smatraju da njihovo dijete pokazuje talenat prema određenoj oblasti (npr. muzici, crtanju) ili da je naprednije od ostale djece, što je zaključeno iz prethodnog druženja sa tom djecom, mogu da ga dovedu u ovu ustanovu, na testiranje njegove sposobnosti.

Postoje različiti testovi kreativnosti koji su namjenjeni da mjere različite komponente kreativnog mišljenja, a oni vrjednuju jedinstvenost i originalnost rješenja određenog problema, broj rješenja i ideja. Samo neki od testova su:

- test neuobičajenih upotreba – sastoji se u tome da se ispitaniku da zadatak da nađe što više upotreba za specifični predmet, npr. spajalica može poslužiti kao: antena, čačkalica, itd.; cilj je naći što više upotreba tog predmeta, odnosno rješenja koja su jedinstvena;
- test opštih karakteristika – sastoji se u tome da se od ispitanika traži da između više pojmova nađe što više karakteristika koje su im zajedničke;
- test anagrama – sastoji se u tome da se ispitaniku da jedna riječ, te se od njega traži da od tih slova složi što više drugih smislenih riječi,
- test dovršenja crteža – sastoji se u tome da se ispitaniku predoči djelimičan, započet crtež, a od njega se traži da ga dovrši. [4]

## 2.3. Obuka i testiranje kandidata vaspitača/stručnjaka

Ova predškolska ustanova je osmišljena tako da vaspitači koji će raditi u njoj moraju prethodno proći adekvatnu edukaciju, koja bi se odvijala unutar objekta. Obuka bi uključivala teorijski i praktični dio. Prostorije za teorijsku edukaciju su smještene na drugom spratu, zbog prevelike buke u ostatku objekta i mirnije atmosfere. Praktični dio bi se obavljao tokom programa, te bi svaki vaspitač morao da prođe kroz sve programe osmišljene za ovu predškolsku ustanovu. Nakon toga slijedi testiranje kandidata, te dodjela certifikata sa kojim je moguće raditi u ovoj školi. Kandidatima koji su od tog trenutka postali vaspitači ove predškolske ustanove će biti mnogo lakše, jer su već radili sa tom djecom u praktičnom dijelu svoje

obuke, te sada mogu to i da nastave, s obzirom da su upoznati i sa djecom i sa programom. Ukoliko bi i neki od ostalih gradova Srbije prihvatili ovaj program i realizovali ovakve predškolske ustanove, sjedište centra za edukaciju vaspitača bi ostao u Novom Sadu, odakle kandidati sa certifikatom mogu da odlaze u ostale predškolske ustanove za nadarenu djecu.

#### 2.4. Struktura zaposlenog osoblja

Broj zaposlenih određuje se prema broju vaspitnih grupa djece, vrsti i trajanju programa koji se pruža u ovoj ustanovi. Većinu zaposlenih čini stručno osoblje, međutim kako bi ova ustanova mogla adekvatno da funkcioniše i zadovolji sve potrebe, ona u svom sastavu treba da sadrži zaposlene drugih profesija i zanimanja.

Strukturu zaposlenih u predškolskim ustanovama čini:

- stručno osoblje (oko 60% zaposlenog osoblja),
- upravno i administrativno osoblje (oko 10% zaposlenog osoblja),
- tehničko osoblje (oko 30% zaposlenog osoblja). [5]

Stručno osoblje u predškolskim ustanovama sastoji se od vaspitača, čija je funkcija vaspitno-obrazovni rad i stručnih saradnika.

Vaspitači imaju zadatak da pojedinačno ili timski djeluju u ostvarenju ciljeva i zadataka vaspitanja, njege i obrazovanja djece u ovim ustanovama, vodeći računa o njihovim potrebama, mogućnostima i interesovanjima.

Zadatak stručnih saradnika je unapređivanje vaspitno-obrazovnog rada, njege i zaštite djece obavljanjem pedagoške, socijalne i preventivno-zdravstvene funkcije, kao i funkcije ishrane djece u predškolskim ustanovama. Stručni kadar predškolske ustanove za nadarenu djecu se sastoji od: ljekara specijaliste, dvije medicinske sestre, logopeda, pedagoga i nutricioniste.

U ovoj predškolskoj ustanovi, upravno i administrativno osoblje čine: direktor, sekretar, računovođa i knjigovođa.

Tehničko osoblje sastoji se od: kuvarice, spremačice, portira, bibliotekara, radnika tehničkog održavanja, transportnog radnika, ložara i pomoćnih radnika (ukoliko je to neophodno).

U mnogim ustanovama se program hranjenja odvija sistemom dostave, što umanjuje potrebu za prostorom i osobljem koji su zaduženi za pripremu hrane.

### 3. IDEJNI PROJEKAT PREDŠKOLSKE USTANOVE ZA NADARENU DJECU U NOVOM SADU

#### 3.1 Analiza lokacije

Lokacija koja je odabrana kao najbolja za ovu ustanovu, nalazi se na Grbavici, blok 13. Planom detaljne regulacije predviđena je predškolska ustanova, kapaciteta od 180 do 200 djece, te uređenje površine oko objekta adekvatnim zelenilom i igralištem.

Parcela je pravougaonog oblika i nastala je spajanjem više parcela, prema Planu parcelacije sa planom javnih površina. S obzirom da je parcela, a samim tim i objekat, ušuškana u unutrašnjost bloka, nijedna fasada se ne nalazi direktno na jednoj od okolnih ulica, nego postoji prilazni put do glavnog ulaza u objekat, sa ulice Braće Ribnikar, gdje su obezbijeđene pristupne staze. Pojas objekata okolo parcele štiti ovaj prostor od pretjerane buke visoko i

srednje frekventnih saobraćajnica. Prema Planu detaljne regulacije grada Novog Sada, u ovom bloku je planirana još jedna saobraćajnica u zapadnom dijelu bloka sa nekoliko parking mjesta.



Slika br. 1: Prikaz trenutnog stanja parcele unutar bloka i njegova uža okolina

Objekti koji okružuju odabranu parcelu su stambenog i stambeno-poslovnog karaktera, sa spratnošću od P+4+Pk do P+6+Pk. Planom detaljne regulacije je predviđeno da objekat predškolske ustanove bude mnogo niže spratnosti, do P+2. Ovi objekti služe kao fizička i vizuelna prepreka ka spoljašnjosti, te obrazuju dvorište upravo onakvo kakvo bi i trebalo da imaju ove ustanove, a to je bezbjedno. Djeca prilikom igre nikako ne bi mogla da slučajno izađu na ulicu, što vaspitačima olakšava posao u velikoj mjeri.

#### 3.2 Koncept oblikovanja prostora

Preduslov za uspješan razvoj djeteta jeste da se dijete uvijek osjeća sigurno u svom okruženju. To je bila polazna tačka pri ostvarivanju finalnog koncepta, koji se sastoji od nekoliko faza. Tačnije stvoriti objekat, u ovom slučaju zatvorene strukture, koji sam od sebe formira ograničen otvoren prostor, pun sigurnosti za dječiju igru. Taj prostor je ušuškan dvorište, koje najbolje može da se prikaže majčinskim rukama, koje štite svoju djecu od negativnih uticaja i stvaraju oko njih zaštitno polje. Majke nemilosrdno štite svoju djecu dok provode vrijeme s njima, ali isto tako žele da su njihova djeca adekvatno zaštićena i dok djeca nisu sa njima.

Sljedeća tačka pri ostvarivanju koncepta jeste shvatanje da u oblikovanju predškolskih ustanova nailazimo na dvije činjenice koje su kontradiktorne. Naime, zbog što jednostavnije i pravilnije podjele prostora, namijenjenih djeci kao jedinim korisnicima i organizovanja namjenskih prostorija unutar objekta predškolske ustanove, nameću se pravilni geometrijski oblici za rješenje forme. Pristupilo se formiranju kubične strukture, punog volumena, na šta je uticala sama lokacija. Sa druge strane, potrebno je stvoriti prostor različit po dimenzijama, oblicima i boji, upečatljiv, vedar i primamljiv svakom djetetu. Ovaj projekat, između ostalog, na neki način dokazuje da se ove dvije suprotnosti mogu „pomiriti“. Prilično hladna i jednostavna kubična forma oživljena je talasastom fasadom i istovremeno obavija cijelu spoljašnjost objekta kroz dvije etaže, prizemlje i prvi sprat. Drugi sprat se pojavljuje kao znatno manja kula kubičastog oblika, zaobljenih ivica, u koju je smještena administracija i obuka budućih vaspitača.

Sljedeća faza odnosi se na diskretno otvaranje ove strukture, tako što je formirano dječije igralište na dva nivoa, odnosno prizemni nivo, kao postojeći, i nivo prvog sprata koji vizuelno zatvara ovu strukturu. Pristup dječijem igralištu, omogućen je iz samog objekta, ali i iz dvorišnog dijela. Ovo može biti posebno zanimljivo i za dječiju igru, koja se u ovom slučaju odvija na terasi, a ne samo na zemlji, ali isto tako ovo ima i vizuelno jak efekat, koji utiče na okolni blokovski prostor koji je monoton.

### 3.3 Arhitektonska analiza projekta

#### 3.3.1 Korisnici prostora

Projektovana predškolska ustanova je spratnosti P+2. Predviđena je za kapacitet od 180-200 djece. Korisnici objekta su djeca, zaposleni i kandidati za obuku vaspitača, koji su primarni činioци pri definisanju prostora. Ustanova sadrži nekoliko ciljnih grupa koje su jasno podijeljene unutar objekta, u njima namijenjene prostorije. Glavni korisnici ove ustanove su djeca te se pri projektovanju najviše vodilo računa o njihovim interesovanjima, potrebama i sposobnostima. Prema tome, unutrašnjost objekta je podijeljena na blokove, čime je stečena mnogo bolja organizacija.

#### 3.3.2 Analiza prostorne strukture objekta

Do glavnog ulaza u objekat se pristupa prilaznim putem od ulice Braće Ribnikar. Prilazni put ka parceli na kojoj se nalazi objekat je obezbijeden javnim parking prostorom, dok je prilazni put ka objektu isključivo pješačkog karaktera. Pri ulasku u objekat na glavnom ulazu, nalazi se veliki holski prostor iz koga je omogućeno kretanje u više pravaca, po vertikalnoj i horizontalnoj liniji. Nakon ulaza u hol objekta, sa desne strane se nalazi dječiji i ekonomsko-tehnički blok, dok se lijevo nalazi blok ljekara i dječiji blok na koji se nadovezuje fiskulturni blok.

Pored glavnog ulaza postoje i dva sporedna, jednom se pristupa od novoprotjektovane saobraćajnice, te je ovo ulaz u ekonomsko-tehnički blok, koji obezbijeduje adekvatan pristup dostavnim vozilima. Drugi ulaz je sa suprotne strane i vodi direktno do fiskulturne sale. Takođe postoji i ulaz u objekat direktno iz unutrašnjeg dvorišta. Kretanje na vertikalnom nivou je obezbijedeno stepenicama i liftom koji se nalaze u blizini svakog od ulaza. Na nivou prvog sprata se nalaze dječiji blokovi, ekonomsko-tehnički blok, blok logopeda i pedagoga, te hol. Svaka od dječijih prostorija ima obezbijeden sopstveni sanitarni čvor, prostoriju za odlaganje materijala i stolica, kao i izlaz na terasu. Obezbijedene su i tehničke prostorije i ostave za higijenu. Na drugom spratu se nalazi administracija i dio za teorijsku obuku novih vaspitača.

#### 3.3.3 Konstrukcija i materijalizacija

Objekat je izveden u armirano-betonskom skeletnom sistemu u oba ortogonalna pravca. Krov je izveden kao ravan, a usvojen je pad od 1,5% za sve ravni. Za vertikalnu komunikaciju u objektu predviđena su stepeništa, liftovi i rampe u eksterijeru, nagiba 1:25 (4%) za lica sa smanjenim mogućnostima kretanja.

Fasadni zidovi su izvedeni kao sendvič zidovi radi što bolje izolacije objekta. Unutrašnji zidovi su od opeke različitih debljina, u skladu sa potrebama izolacije pojedinih prostora. Objekat je obavljen zajedničkom fasadom koja se proteže kroz dvije etaže. Čini je zid od opeke debljine 25cm, koji je obložen parklex pločama, te brisoleji, kao zaštita od prekomjerne insolacije.

Podovi dječijih prostorija obloženi su laminatom, dok su podovi hola i hodnika, trpezarija i ekonomskih blokova, likovne radionice i svi sanitarni čvorovi obloženi keramičkim pločicama, radi što besprekornije higijene.

## 4. ZAKLJUČAK

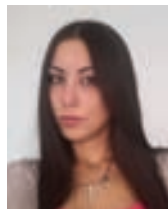
Da bi se uspostavio rad jedne ovakve ustanove neophodno je pored novčanih sredstava imati podršku stanovništva ovog mjesta, kao i hrabrost uraditi nešto inovativno na sopstvenu odgovornost. Zbog toga je obavljena anketa sa građanima Novog Sada, najčešće roditeljima sa malom djecom, o ovoj ideji i tome da li je neophodno i dobro izolovati ovu djecu od ostale djece, te im pružiti adekvatno obrazovanje i unapređivanje njihovog talenta. Pri sprovođenju ankete većina roditelja je bila oduševljena ovom idejom i dala podršku.

Napredovanje razvojnog procesa djece se u ovom radu sagledava iz jednog novog ugla – iz ugla rada sa djecom koja su prilično naprednija od svojih vršnjaka, koja su mnogo više zainteresovana kako za određene stvari tako i za sve što im je novo i što još nisu spoznali. Rad sa ovom djecom je zanimljiv, naporan, ali i veoma odgovoran, jer ovoj djeci brzo dosade iste i već poznate stvari, uvijek su u procesu pronalaženja nečeg novog, te im staro brzo dosadi. Takođe se posmatra i iz ugla rada sa djecom svih uzrasta u jednoj grupi, što je jedno novo iskustvo za vaspitače, ali i za djecu.

## 5. LITERATURA

- [1] Montesori, Marija, *Upijajući um*, DN Centar, Beograd, 2006.
- [2] <http://www.nagc.org/>
- [3] <http://zelenaucionica.com/montesori-metod-metod-samog-deteta-i-samog-zivota/>
- [4] <http://nadarenadeca.com/tag/test-neuobicajenih-upotreba/>
- [5] Ivanović-Šekularac, Jelena: *Predškolske ustanove i komfor*, Zadužbina Andrejević, Beograd, 2000.

### Kratka biografija:



**Aleksandra Gajić** rođena je 1991. godine u Tuzli, Bosna i Hercegovina. Diplomirala je na Fakultetu tehničkih nauka 2014. godine. Master rad brani na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitektonsko projektovanje u septembru 2016. godine.



**Dr Milena Krklješ** rođena je u Novom Sadu 1979. godine. Diplomirala 2002, a magistrirala 2007. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Doktorirala je 2011. godine, od kada je izabrana u zvanje docenta na Departmanu za arhitekturu i urbanizam.



U realizaciji Zbornika radova Fakulteta tehničkih nauka u toku 2015. godine učestvovali su sledeći recenzenti:

Aco Antić	Duško Bekut	Milan Rackov	Slavko Đurić
Aleksandar Erdeljan	Đorđe Ćosić	Milan Rapajić	Slobodan Dudić
Aleksandar Ristić	Đorđe Lađinović	Milan Simeunović	Slobodan Krnjetin
Bato Kamberović	Đorđe Obradović	Milan Trifković	Slobodan Morača
Biljana Njegovan	Đorđe Vukelić	Milan Trivunić	Sonja Ristić
Bogdan Kuzmanović	Đura Oros	Milan Vidaković	Srđan Kolaković
Bojan Batinić	Đurđica Stojanović	Milena Krklješ	Srđan Popov
Bojan Lalić	Emil Šećerov	Milica Kostreš	Srđan Vukmirović
Bojan Tepavčević	Filip Kulić	Milica Miličić	Staniša Dautović
Bojana Beronja	Goran Sladić	Milinko Vasić	Stevan Milisavljević
Branislav Atlagić	Goran Švenda	Miloš Slankamenac	Stevan Stankovski
Branislav Nerandžić	Gordana	Miloš Živanov	Strahil Gušavac
Branislav Veselinov	Milosavljević	Milovan Lazarević	Svetlana Nikoličić
Branislava Kostić	Gordana Ostojić	Miodrag Hadžistević	Tanja Kočetov
Branislava	Igor Budak	Miodrag Zuković	Tatjana Lončar
Novaković	Igor Dejanović	Mirjana Damjanović	Turukalo
Branka Nakomčić	Igor Karlović	Mirjana Malešev	Todor Bačkalić
Branko Milosavljević	Ilija Kovačević	Mirjana Radeka	Toša Ninkov
Branko Škorić	Ivan Beker	Mirko Borisov	Uroš Nedeljković
Cvijan Krsmanović	Ivan Župunski	Miro Govedarica	Valentina Basarić
Damir Đaković	Ivana Katić	Miroslav Hajduković	Velimir Čongradec
Danijela Lalić	Ivana Kovačić	Miroslav Plančak	Velimir Todić
Darko Čapko	Jasmina Dražić	Miroslav Popović	Veljko Malbaša
Darko Marčetić	Jelena Atanacković	Mitar Jcanović	Veran Vasić
Darko Reba	Jeličić	Mladen Kovačević	Veselin Avdalović
Dejan Ubavin	Jelena Borocki	Mladen Radišić	Veselin Perović
Dragan Ivanović	Jelena Kiurski	Momčilo Kujačić	Vladan Radlovački
Dragan Ivetić	Jelena kovačević	Nađa Kurtović	Vladimir Katić
Dragan Jovanović	Jureša	Nebojša Pjevalica	Vladimir Radenković
Dragan Kukolj	Jelena Radonić	Neda Pekarić Nađ	Vladimir Strezoski
Dragan Mrkšić	Jovan Petrović	Nemanja	Vladimir Škiljajica
Dragan Pejić	Jovan Tepić	Stanisavljević	Vlado Delić
Dragan Šešlija	Jovan Vladić	Nenad Katić	Vlastimir
Dragana Bajić	Jovanka Pantović	Nikola Brkljač	Radonjanin
Dragana	Karl Mičkei	Nikola Đurić	Vuk Bogdanović
Konstantinović	Katarina Gerić	Nikola Jorgovanović	Zdravko Tešić
Dragana Šarac	Ksenija Hiel	Nikola Radaković	Zoran Anišić
Dragana Štrbac	Laslo Nađ	Ninoslav Zuber	Zoran Brujic
Dragi Radomirović	Leposava Grubić	Ognjen Lužanin	Zoran Jeličić
Dragiša Vilotić	Nešić	Pavel Kovač	Zoran Mijatović
Dragoljub Novaković	Livija Cvetičanin	Peđa Atanasković	Zoran Milojević
Dragoljub Šević	Ljiljana Vukajlov	Petar Malešev	Zoran Mitrović
Dubravka Bojanić	Ljiljana Cvetković	Predrag Šiđanin	Zoran Papić
Dušan Dobromirov	Ljubica Duđak	Radivoje Rinulović	Željken Trpovski
Dušan Gvozdenc	Maja Turk Sekulić	Rado Maksimović	Željko Jakšić
Dušan Kovačević	Maša Bukurov	Radovan Štulić	
Dušan Sakulski	Matija Stipić	Rastislav Šostakov	
Dušan Uzelac	Milan Kovačević	Slavica Mitrović	

