



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА



ЗБОРНИК РАДОВА ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Едиција: Техничке науке - зборници

Година: XXXIV

Број: 4/2019

Нови Сад

Едиција: „Техничке науке – Зборници“

Година: XXXIV

Свеска: 4

Издавач: Факултет техничких наука Нови Сад

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

Уредништво:

Проф. др Раде Дорословачки

Проф. др Драгиша Вилотић

Проф. др Срђан Колаковић

Проф. др Владимир Катић

Проф. др Драган Шешилија

Проф. др Миодраг Хаџистевић

Проф. др Растислав Шостаков

Доц. др Мирослав Кљајић

Доц. др Бојан Лалић

Доц. др Дејан Убавин

Проф. др Никола Јорговановић

Доц. др Борис Думнић

Проф. др Дарко Реба

Проф. др Ђорђе Лађиновић

Проф. др Драган Јовановић

Проф. др Мила Стојаковић

Проф. др Драган Спасић

Проф. др Драгољуб Новаковић

Редакција:

Проф. др Владимир Катић, главни
уредник

Проф. др Жељен Трповски, технички
уредник

Проф. др Драган Шешилија

Проф. др Драгољуб Новаковић

Др Иван Пинђер

Бисерка Милетић

Језичка редакција:

Бисерка Милетић, лектор

Софија Рацков, коректор

Марина Катић, преводилац

Издавачки савет:

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

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

CIP-Каталогизација у публикацији
Библиотека Матице српске, Нови Сад

378.9(497.113)(082)
62

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

Месечно

ISSN 0350-428X

COBISS.SR-ID 58627591

ПРЕДГОВОР

Поштовани читаоци,

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

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

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

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

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

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

У овом броју штампани су радови студената мастер студија, сада већ мастера, који су радове бранили у периоду од 28.09.2018. до 31.10.2018. год., а који се промовишу 22.03.2019. год. То су оригинални прилози студената са главним резултатима њихових мастер радова.

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

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

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

- грађевинарства
- саобраћаја,
- графичког инжењерства и дизајна,
- архитектуре,
- мехатронике и
- инжењерства информационих система.

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

- машинства и
- електротехнике и рачунарства.

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

- инжењерског менаџмента,
- инжењерства заштите на раду и заштите животне средине,
- геодезије и геоматике,
- сценске архитектуре и дизајна,
- биомедицинског инжењерства и
- анимације у инжењерству.

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

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

„Високо место у друштву најбољих“

Уредништво

SADRŽAJ

STRANA

Radovi iz oblasti: Građevinarstvo

1. Stefan Vučić, Andrija Rašeta, UPOREDNA ANALIZA SEIZMIČKOG OBLIKOVANJA STUBOVA MOSTA PREMA STARIM I NOVIM PROPISIMA	627-630
2. Olivera Bukvić, PROCENA STANJA, SANACIJA AB KONSTRUKCIJE I REKONSTRUKCIJA STUDIJA U SUTERENU STARE ZGRADE RADIO-TELEVIZIJE VOJVODINE	631-634
3. Anđela Radojičić, Jasmina Dražić, VIŠEKRITERIJUMSKA ANALIZA HIDROIZOLACIONOG SISTEMA KROVNE TERASE	635-638
4. Aleksandar Radović, PROCENA STANJA, SANACIJA I OJAČANJE KONSTRUKCIJE NEDOVRŠENOG POSLOVNOG OBJEKTA NAKON DOGRADNJE	639-642
5. Marko Filipović, PROJEKAT KONSTRUKCIJE VIŠESPRATNE AB ZGRADE I UPOREDNA ANALIZA PRSLINA PREMA „EN 1992“ I „PBAB '87“	643-646
6. Stefan Novičić, PROJEKAT AB STAMBENO POSLOVNOG OBJEKTA PREMA EVROKODU I SEIZMIČKA ANALIZA TORZIONO FLEKSIBILNIH SISTEMA.....	647-649
7. Predrag Lutovac, PROJEKAT MHE „Stubljanska“-FAZA HIDROTEHNIKA	650-652

Radovi iz oblasti: Saobraćaj

1. Ljiljana Urošević, MOBILNO BANKARSTVO I ULOGA POŠTE	653-656
2. Predrag Nikolić, MERE ZA POBOLJŠANJE KVALITETA USLUGA NA MEĐUMESNOJ AUTOBUSKOJ LINIJI KRUŠEVAC-NIŠ U EKSPLOATACIJI AD „JUGOPREVOZ“ KRUŠEVAC	657-660
3. Pavle Kasap, OCENE KRITIČNOSTI TRANSPORTNE INFRASTRUKTURE	661-664

	STRANA
4. Milena Mirkanović, UPOREDNA ANALIZA SISTEMA JAVNOG MASOVNOG PREVOZA PUTNIKA U ZRENJANINU I ŠAPCU	665-668
5. Nataša Žujić, Dragana Šarac, UTICAJ ZADOVOLJSTVA ZAPOSLENIH POSLOM NA ZADOVOLJSTVO KORISNIKA	669-672
6. Milica Rajković, ISTRAŽIVANJE ZADOVOLJSTVA KORISNIKA	673-676

Radovi iz oblasti: Grafičko inženjerstvo i dizajn

1. Ката Коцић, Урош Недељковић, КРИТИЧКИ ОСБРТ НА ЛИТЕРАТУРУ О ЧИТКОСТИ ТЕКСТА НА ЕКРАНУ	677-680
2. Milica Bubnjević, Savka Adamović, Miljana Prica, EKOLOŠKI UTICAJ MANGANA NA GRAFIČKO OKRUŽENJE	681-684
3. Miloš Krstić, Nemanja Kašiković, Ivana Jurić, ISPITIVANJE PONOVLJIVOSTI ŠTAMPE NA GRAFIČKOM SISTEMU XEROX DOCUCOLOR 250.....	685-688
4. Momčilo Ninković, Nemanja Kašiković, Rastko Milošević, ISPITIVANJE KVALITETA OTISAKA DOBIJENIH GRAFIČKIM SISTEMOM XEROX VERSANT 80.....	689-692
5. Sara Babić, Nemanja Kašiković, Ivana Jurić, ANALIZA POVRŠINSKE UNIFORMNOSTI OTISAKA DOBIJENIH GRAFIČKIM SISTEMOM EPSON STYLUS PRO 7800	693-695
6. Dragana Motl, Ivan Pinčjer, UPOTREBA MATERIAL DIZAJNA PRI IZRADI APLIKACIJE ZA UČENJE	696-699
7. Јован Ђулибрк, Немања Кашиковић, Растко Милошевић, ИСПИТИВАЊЕ ПОСТОЈАНОСТИ НА ТРЉАЊЕ ОТИСАКА ДОБИЈЕНИХ СУБЛИМАЦИОНОМ ШТАМПОМ.....	700-703
8. Željana Bijelić, Nemanja Kašiković, Rastko Milošević, ISPITIVANJE POSTOJANOSTI NA PRANJE OTISAKA ODŠTAMPANIH SUBLIMACIONOM ŠTAMPOM	704-707
9. Nataša Vreća, OBLIKOVANJE TIPOGRAFSKOG PISMA CONSTANT SAVREMENIM SOFTVERSKIM ALATOM FONTFORGE	708-711
10. Maja Kurdulija, Vesna Kecić, Miljana Prica, DEGRADACIONA EFIKASNOST HETEROGENOG FENTON PROCESA U TRETMANU MAGENTA FLEKSO GRAFIČKE BOJE.....	712-715
11. Sara Čančarević, Gojko Vladić, Stefan Đurđević, PRIMENA TEHNOLOGIJE PROŠIRENE REALNOSTI U OBUCI OPERATERA GRAFIČKOG SISTEMA PERFECTA 76	716-719

Radovi iz oblasti: Arhitektura

1. Милош Грбић, ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА СЛОБОДНОСТОЈЕЋИХ ДРВЕНИХ ЗВОНИКА У СРПСКИМ МАНАСТИРИМА	720-724
2. Kadir Feković, REVITALIZACIJA NARUŠTENOG OBJEKTA DOMA KULTURE U SJENICI.....	725-728
3. Милица Гордић, НОВИ САД ОЛИМПИЈСКИ ГРАД - 2032. ГОДИНЕ	729-732

	STRANA
4. Dunja Nemet, ENTERIJER COWORKING PROSTORA U SKLOPU OBJEKTA MEŠOVITE NAMENE U NOVOM SADU	733-736
5. Tamara Lazić, PROJEKAT ENTERIJERA PRODAVNICE MLEKA I MLEČNIH PROIZVODA SA RESTORANOM	737-740
6. Vladan Kijevčanin, KUĆA ZA ODMOR SA REŠENJEM ENTERIJERA NA GOLJI	741-744
7. Jovana Plavšić, VIRTUELNA REALNOST U ARHITEKTURI NA PRIMERU ZEMUNSKOG KEJA	745-748
8. Nikolina Orelj, VILA U BIJELOJ	749-752
9. Anja Marković, DINAMIČKA FASADA GRADSKOG MUZEJA U HERCEG NOVOM.....	753-756

Radovi iz oblasti: Mehatronika

1. Nenad Komar, UPRAVLJANJE PNEUMATSKOM OPRUGOM SAPOVRATNOM SPREGOM PO POZICIJI.....	757-760
2. Predrag Vasiljević, PLANIRANJE PUTANJE I IZVRŠAVANJE KRETANJA MOBILNOG ROBOTA U PRISUSTVU STATIČKIH I DINAMIČKIH PREPREKA	761-764
3. Lazar Vukasović, JEDNO REŠENJE BEŽIČNE TASTATURE NA BAZI INFRARED TEHNOLOGIJE.....	765-768
4. Sanja Kovačić, UVOĐENJE KOMUNIKACIJSKOG STANDARDA NARROW BAND INTERNET OF THINGS U OKVIRU MOBILNE MREŽE SRBIJE	769-772
5. Igor Kojić, SISTEM ZA AUTOMATSKO ZALIVANJE USEVA I DALJINSKI NADZOR OVOG SISTEMA.....	773-776
6. Nemanja Milovanović, IMPLEMENTACIJA ROBOTSKE ČELIJE SA AUTOMATSKIM OPSLUŽIVANJEM 3D ŠTAMPAČA I MAŠINSKE OBRADE RADNOG PREDMETA	777-780
7. Milan Boberić, JEDNO OD REŠENJA ZA PARTICIONISANJE CENTRALNE PROCESORSKE JEDINICE SA VIŠE JEZGARA	781-784
8. Boris Timko, PROJEKTOVANJE HIDRAULIČNOG SISTEMA INDUSTRIJSKIH KOČNICA VITLA.....	785-788

Radovi iz oblasti: Inženjerstvo informacionih sistema

1. Isidora Krnić-Otić, REINŽENJERING INFORMACIONOG SISTEMA ZA PODRŠKU PROJEKTNOM BIROU.....	789-792
2. Ana Cvejić, ELEKTRONSKI POTPIS – ZNAČAJ I PRIMENA.....	793-796
3. Milan Đukić, RAZVOJ DESKTOP I VEB APLIKACIJE ZA PODRŠKU RADA STUDENTSKE SLUŽBE	797-800

UPOREDNA ANALIZA SEIZMIČKOG OBLIKOVANJA STUBOVA MOSTA PREMA STARIM I NOVIM PROPISIMA**A COMPARATIVE ANALYSIS OF THE SEISMIC DESIGN OF THE BRIDGE ACCORDING TO OLD AND NEW REGULATIONS**Stefan Vučić, Andrija Rašeta, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu prikazana je uporedna analiza seizmičkog oblikovanja stubova mosta prema starim i novim propisima.

Ključne reči: Most, Armiranobetonski nadvožnjak, Seizmička analiza mostova

Abstract – This paper presents a comparative analysis of seismic design of bridge pillars according to old and new regulations.

Keywords: Bridge, Reinforced concrete overpass, Seismic analysis bridge

1. UVOD

Mostovi, građevine koje svojom lepotom mame poglede prolaznika i koje ujedno imaju ulogu u povezivanju ljudi. Kako kroz istoriju, tako i danas, mostovi predstavljaju vrhunac graditeljstva.

Kako je građevinarstvo napredovalo, tako su se i propisi za projektovanje mostova menjali i dopunjavali. Danas se velika pažnja posvećuje projektovanju seizmički otpornih konstrukcija, što je proisteklo iz dugogodišnjeg iskustva i praćenja zemljotresnog dejstva na objekte. Shodno tome, u ovom radu će biti opisane razlike seizmičkog oblikovanja stubova mosta prema Pravilniku za beton i armirani beton iz 1987. godine i Evrokoda 8-2.

2. PRAVILNIK IZ 1987. GODINE

Ovim pravilnikom propisani su tehnički normativi za projektovanje i proračun inženjerskih objekata u seizmički aktivnim područjima [4].

2.1. Kategorije značaja

Mostovi se prema ovom pravilniku svrstavaju u dve kategorije značaja, i to:

- raspona $L \geq 50,0m$ ili visine stubova $H \geq 30,0m$
- raspona $L < 50,0m$ ili visine stubova $H < 30,0m$.

2.2. Seizmički proračun

Seizmički proračun konstrukcije se vrši najmanje u dva upravna pravca i to:

- Metoda spektralne analize
- Metoda dinamičke analize

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Andrija Rašeta.

Takođe uvode se i dva projektna tipa zemljotresa, i to:

- Z1 – projektni zemljotres je najači očekivani zemljotres koji može pogoditi objekat za vreme korišćenja, može se dogoditi jednom u 100 godina s verovatnoćom pojave od 70% za sve objekte van kategorije.

- Z2 – projektni zemljotres je onaj zemljotres koji može pogoditi objekat u bilo kom vremenskom periodu i koji se može dogoditi jednom u 1000 godina s verovatnoćom pojave od 70%.

2.2.1. Metoda spektralne analize

Metodom spektralne analize seizmičke sile se pri i -tom obliku oscilovanja u tački k određuju na sledeći način:

$$S_{ik} = K_s * \beta_i * \eta_{ik} * \psi * G_k \quad (1)$$

K_s - seizmički koeficijent

β_i - koeficijent dinamičnosti

η_{ik} - koeficijent koji zavisi od sopstvenog oblika oscilovanja konstrukcije

ψ - koeficijent redukcije usled duktilnosti

G_k - težina konstrukcije koncentrisana u tački k

2.2.2. Metoda dinamičke analize

Ova analiza sprovodi se radi utvrđivanja ponašanja konstrukcije u elastičnom i neelastičnom području rada. Ovom analizom utvrđuje se granično stanje naprezanja i deformacija konstrukcije za delovanje zemljotresa tipa Z1 i Z2 i utvrđuje se prihvatljivi stepen oštećenja koji može nastati prilikom maksimalnog očekivanog zemljotresa. Seizmički parametri određuju se za konkretnu lokaciju na osnovu učestalosti zemljotresa i eksploatacionog perioda. Ako ne postoje podaci o zemljotresnom dejstvu na datoj lokaciji, onda se više tipova zemljotresnog dejstva svodi na isti intenzitet (po parametrima: maksimalno ubrzanje, maksimalna brzina) i za svaki sračunava spektar odgovora. Na osnovu ovih spektara formira se srednji spektar koji se dalje koristi u proračunu [2].

2.2.3. Pravila i detalji armiranja

Ovim pravilnikom se ne definišu posebni zahtevi za pravila i detalje armiranja.

3. EVROKOD 8-2

Deo 2 Evrokoda 1998 (EN 1998-2) sadrži posebne zahteve za projektovanjem seizmički otpornih mostova. Kod mostova seizmičko delovanje se najčešće prihvata stubovima, te se njima pridaje posebna pažnja pri proračunu i oblikovanju. Ležišta i uređaji za seizmičku izolaciju imaju veliku ulogu u prenosu seizmičkog dejstva, te se njima mora posvetiti posebna pažnja [3].

3.1. Kategorije značaja

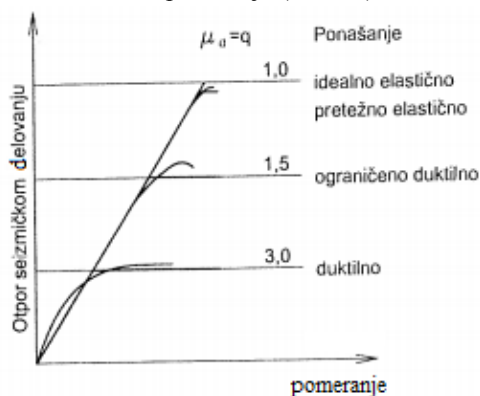
Prema Evrokodu 1998-2 definisani su sledeće kategorije značaja mostova:

- Razred važnosti I – ovo je najniži razred važnosti i obuhvata mostove koji nisu kritični po pitanju prometa saobraćaja
- Razred važnosti II – ovo je sredni razred važnosti
- Razred važnosti III – ovaj razred obuhvata mostove velike važnosti za odvijanje saobraćaja, pogotovo nakon seizmičkog dejstva.

3.2. Seizmički proračun

Dva načina seizmičkog proračuna mostova su:

- Duktilno ponašanje
- Ograničeno duktilno ponašanje (slika 1.)



Slika 1. Duktilnost konstrukcije [1]

3.2.1. Duktilno ponašanje

U područjima umerene i visoke seizmičnosti obično se primenjuje ovaj način projektovanja mostova. Ovo je obrazloženo velikom mogućnošću ovakvih konstrukcija za disipiranjem velike količine seizmičke energije i formiranjem plastičnih zglobova. Plastični zglobovi se najčešće formiraju u stubovima zato što su oni najznačajniji prenosnici u prenosu seizmičkog dejstva.

3.2.2. Ograničeno duktilno ponašanje

Ovaj način projektovanja mostova ne zahteva područja sa značajnom redukcijom krutosti i disipiranjem seizmičke energije. Ovim načinom projektovanja ne zahteva se idealno elastično ponašanje konstrukcije, već se faktorom ponašanja $q \leq 1,50$ obezbeđuje delimično duktilno ponašanje.

Ovakav faktor ponašanja opisuje se razlikom između projektovane i stvarne čvrstoće konstrukcije.

Za mostove sa kritičnim konfiguracijama i za mostove gde se ne može obezbediti pouzdano armiranje plastičnih zona, konzervativno se može usvojiti faktor ponašanja $q = 1,00$ i time obezbediti elastično ponašanje konstrukcije pri seizmičkom delovanju.

3.3. Pravila i detalji armiranja

3.3.1. Maksimalno rastojanje podužnih šipki armature

Definisano je sledećim izrazom:

$$s_T \leq \min\left(\frac{b_{min}}{3}, 200 \text{ mm}\right) \quad (2)$$

b_{min} - minimalna dimenzija stuba

3.3.2. Dodatno ojačanje uzengijama

U području gde bezdimenzionalna aksijalna sila prekoračuje sledeću vrednost, neophodno je predvideti ojačanje preseka dodatnim uzengijama kako ne bi došlo do krugoloma pre nego što naprezanje glavne podužne armature dosegne granicu razvlačenja.

$$\eta_k = \frac{N_{Ed}}{A_c * f_{ck}} > 0,08 \quad (3)$$

N_{Ed} - proračunska vrednost aksijalne sile u stubu usled seizmičke kombinacije

A_c - površina betonskog dela preseka stuba

f_{ck} - karakteristična vrednost čvrstoće betona na pritisak

Ovo ojačanje nije neophodno u slučajevima kada:

- Koeficijent duktilnosti sračunat preko zakrivljenosti ima sledeće vrednosti:

$\mu_\phi = 13$ - za duktilne mostove

$\mu_\phi = 7$ - za mostove sa ograničenom duktilnošću

- Odnosno ako maksimalna pritisna deformacija betona ne prekoračuje vrednost $\varepsilon_{cu,2} = 0,35\%$

U slučaju visokog pritiska ojačanje uzengijama treba sprovesti sve dok je pritisak u betonu veći od $0,50 \varepsilon_{cu,2}$.

3.3.3. Visina plastičnog zgloba

Utezanje pritisnutog dela preseka treba da se proteže celom visinom plastičnog zgloba i izvan nje. Dužina plastičnog zgloba zavisi od podužne sile i sračunava se na sledeći način:

- Ako je bezdimenzionalna vrednost aksijalne sile:

$$\eta_k = \frac{N_{Ed}}{A_c * f_{ck}} \leq 0,30 \quad (4)$$

Računska vrednost visine plastičnog zgloba jednaka je većoj vrednosti od:

L_h = visina preseka stuba upravno na osu zgloba

L_h = udaljenost od mesta maksimalnog momenta

pa do mesta gde je moment manji za 20%

- Ako je bezdimenzionalna vrednost aksijalne sile:

$$0,60 \geq \eta_k = \frac{N_{Ed}}{A_c * f_{ck}} > 0,30 \quad (5)$$

Računska dužina plastičnog zgloba proračunata preko prethodnih formula uvećava se za 50%.

3.3.4. Sprečavanje izvijanja podužne armature

Kako bi se sprečilo izvijanje podužne armature u području plastičnog zgloba usled cikličnog naprezanja, glavnu podužnu armaturu bi trebalo pridržati poprečnom koja se postavlja sa spoljašnje strane kako bi sprečila izbočavanje podužne armature.

Poprečna armatura postavlja se na rastojanju koje nije veće od:

$$s_L \leq \delta * d_{bL} \quad (6)$$

gde je:

$$5 \leq \delta = 2,5 * \left(\frac{f_{tk}}{f_{yk}}\right) + 2,25 \leq 6 \quad (7)$$

s_L - maksimalno rastojanje poprečne armature

d_{bL} - prečnik podužne armature

f_{tk} - karakteristična vrednost zatezne čvrstoće čelika

f_{yk} - proračunska vrednost zatezne čvrstoće čelika

3.3.5. Količina uzengija za ojačanje u kritičnoj oblasti

Količina uzengija definisana je preko mehaničkog zapreminskog koeficijenta armiranja:

$$\omega_{wd} = \rho_w * \frac{f_{yd}}{f_{cd}} \quad (8)$$

$\omega_{wd,c}$ - mehanički zapreminski koeficijent armiranja
 ρ_w - geometrijski koeficijent armiranja

3.3.6. Količina uzengija van kritične oblasti

Van kritičnih oblasti ne sme se naći manja količina armature od 50% one koja se nalazi u kritičnoj zoni. Drugi zahtev proizilazi iz potrebe proračuna, a treći je minimalna količina čija se vrednost računa na sledeći način:

- za pravougaone preseke:

$$\omega_{wd,r} \geq \max \left(\omega_{wd,req}, \frac{2}{3} \omega_{wd,min} \right) \quad (9)$$

- za kružne preseke:

$$\omega_{wd,c} \geq \max(1,4 \omega_{wd,req}, \omega_{wd,min}) \quad (10)$$

gde je:

$$\omega_{wd,req} = \frac{A_c}{A_{cc}} * \lambda \eta_k + 0,13 * \frac{f_{yd}}{f_{cd}} (\rho_L - 0,01) \quad (11)$$

Tabela 1. Minimalne vrednosti za λ i $\omega_{w,min}$

Seizmičko ponašanje	λ	$\omega_{w,min}$
Duktilno	0,37	0,18
Ograničeno duktilno	0,28	0,12

$\omega_{wd,c}$ - mehanički zapreminski koeficijent armiranja za kružne preseke

A_c - površina betonskog dela preseka

A_{cc} - površina betonskog jezgra preseka

λ - koeficijent dat u tabeli 1.

η_k - koeficijent aksijalne sile

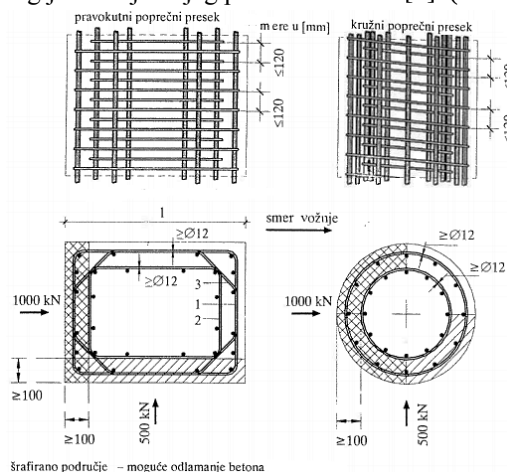
f_{cd} - proračunska vrednost čvrstoće betona na pritisak

f_{yd} - proračunska vrednost čvrstoće uzengija

ρ_L - geometrijski koeficijent armiranja

3.3.7. Armiranje stubova za udar vozila

Ako je stub dimenzionisan na udar vozila, neophodno je da se uzdužna armatura do visine od 2m iznad kolovoza ugrađuje u dva reda, i to bez nastavljanja u toj oblasti. Unutrašnja i spoljašnja armatura na toj visini obuhvataju se uzengijama najmanjeg prečnika 12 mm [1]. (slika 2.)

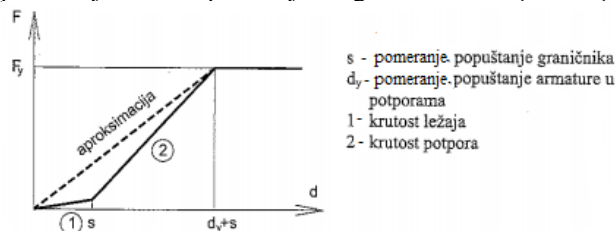


Slika 2. Armiranje stubova za udar vozila [1]

3.3.8. Ležišta i seizmički graničnici

Kod grednih mostova spoj rasponske konstrukcije i oslonca treba proračunati na seizmičko pomeranje kako ne bi došlo do pada rasponske konstrukcije sa ležišta.

Treba predvideti dovoljnu dužinu naleganja rasponske konstrukcije na pomična ležišta kako ne bi došlo do njihovog pada, ili obezbediti seizmičke graničnike koji će pomeranja držati u prihvatljivim granicama [1]. (slika 3.)



Slika 3. Zavisnost pomeranja konstrukcije od sile [1]

Pokretna ležišta treba osigurati od oštećenja na način da se proračuna maksimalno seizmičko pomeranje konstrukcije i na osnovu tog pomeranja odabere adekvatno ležište. Seizmičko pomeranje računa se na sledeći način:

$$d_{Ed} = d_E + d_G \pm d_{Ts} \quad (12)$$

d_E - računski seizmičko pomeranje $d_E = \pm d_{Ed} * q$

d_G - pomeranje usled skupljanja, tečenja i prednaprezanja

d_{Ts} - pomeranje usled promene temperature

3.3.9. Minimalna dužina naleganja

Ova dužina osigurava da usled seizmičkog dejstva ne dode do pada konstrukcije sa ležišta.

$$l_{ov} = l_m + d_{eg} + d_{es} \quad (13)$$

l_m - minimalna dužina podupiranja; $> 40 \text{ cm}$.

d_{eg} - efekti pomeranja dva dela usled diferencijalnog seizmičkog pomeranja tla:

$$d_{eg} = \frac{L * v_g}{c_p} \leq 2d_g \quad (14)$$

L - efektivna dužina rasponske konstrukcije

v_g - maksimalna brzina tla sračunata kao v_g/a_g (tabela 2.)

Tabela 2. Vrednosti v_g/a_g

Klasa tla	A	B	C
v_g/a_g (s)	0,090	0,135	0,160
d_g/a_g (s ²)	0,060	0,090	0,108

c_p - procenjena brzina širenja talasa u tlu (tabela 3.)

Tabela 3. Vrednosti c_p

Klasa tla	c_p (m/sec)
Stena	1000
Gusto granulisano tlo ili tvrda prekonsolidovana glina	500
Pesak srednje gustine	300
Sredna do meka glina	150

d_g - računski vrednost maksimalnog pomeranja tla koja se računa preko izraza:

$$d_g = 0,05 * a_g * S * T_C * T_D \quad (15)$$

d_{es} - efektivno seizmičko pomeranje oslonaca, nastao deformisanjem konstrukcije, a računa se na sledeći način:

- za rasponske konstrukcije koje su sa stubovima vezane preko nepomerljivih ležišta ili monolitno vezane:

$$d_{es} = d_{Ed}.$$

- za rasponske konstrukcije koje su sa stubovima vezane preko seizmičkih graničnika: $d_{es} = d_{Ed} + s$.

4. ZAKLJUČAK

Pravilnik za beton i armirani beton iz 1987. godine je jednostavan za upotrebu i uključuje najvažnije uticajne faktore pri proračunu seizmičkih sila. Nedostaci su mu što ne daje jasno značenje pojedinih seizmičkih parametara (K_s, β_i) i ne uzima u obzir uticaje nelinearnog ponašanja (duktilnost) sistema na veličinu seizmičkih sila (faktor duktilnosti se usvaja $\mu_p = 4,0$ bez obzira na vrstu konstrukcije), i ne definiše detalje armiranja nosivih elemenata. Globalno gledano može se uočiti sličnost osnovnih seizmičkih koeficijenata prema Pravilniku i Evrokodu, ali Evrokod ipak daje znatno veći tzv. Ukupni seizmički koeficijent [1].

Evrokod 8 je proizvod savremenih, eksperimentalnih teorijskih i praktičnih znanja i iskustava u ovoj oblasti. Temelji se na duktilnom nelinearnom ponašanju mostova pri zemljotresu koje u proračun implementira kroz pojednostavljene modele proračuna. Poteškoće ovog postupka je određivanje faktora ponašanja konstrukcije q koji predstavlja ulazni podatak i od koga bitno zavisi veličina seizmičkih sila, a kojim se mora predvideti duktilno ponašanje konstrukcije odnosno njena sposobnost da primi seizmičke sile bez krhkih lomova (da izvrši disipaciju seizmičke energije) [3].

Kod duktilnijih konstrukcija biće potrebno manje glavne armature a više poprečne armature u kritičnim zonama kako bi se obezbedilo duktilno ponašanje i programirano formiranje plastičnih zglobova. Dok sa druge strane kod kojih se seizmička sila prihvata elastičnim ponašanjem konstrukcije, proračun zahteva veću količinu glavne (podužne) armature.

5. LITERATURA

- [1] Jure Radić, Ana Mandić, Goran Puž: „Konstruiranje mostova“, Zagreb 2005
- [2] Jure Radić i suradnici: „Betonske konstrukcije-priručnik“, Zagreb 2006
- [3] Eurocode 8 (Part 2) – Design of structures for earthquake resistance –Bridges
- [4] Pravilnik o tehničkim normativima za projektovanje i proračun inženjerskih obekata u seizmički aktivnim područjima.

Kratka biografija:



Stefan Vučić rođen je u Kraljevu 1994. god. Diplomirao je na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu 2017. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Betonskih mostova brani 2018.god.

kontakt: vucke94@gmail.com



Doc. dr Andrija Rašeta rođen je u Novom Sadu 1973. Diplomirao je na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu – Građevinski odsek 2002. godine. Magistrirao je na Građevinskom fakultetu Univerziteta u Beogradu 2010. godine. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu 2014. god., a od 2002 radi na Fakultetu tehničkih nauka.

PROCENA STANJA, SANACIJA AB KONSTRUKCIJE I REKONSTRUKCIJA STUDIJA U SUTERENU STARE ZGRADE RADIO-TELEVIZIJE VOJVODINE**ASSESSMENT, REPAIR OF RC STRUCTURES AND RECONSTRUCTION OF STUDIES IN THE BASEMENT OF THE OLD BUILDING OF RADIO-TELEVISION VOJVODINA**

Olivera Bukvić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je prikazana procena stanja i sanacija armiranobetonske konstrukcije dela suterena stare zgrade Radio-televizije Vojvodine. Na osnovu rezultata detaljnog vizuelnog pregleda konstrukcije, dato je sanaciono rešenje u skladu sa namenom objekta.

Ključne reči: Procena stanja, Sanacija konstrukcija, Armiranobetonske konstrukcije

Abstract – This paper presents assessment and repair of reinforced structure, which was part of basement in the old building complex of Radio-Television of Vojvodina. Based on the results of visual examination, repair project was made, in accordance with purpose of structure.

Keywords: Assessment, Repair of structures, Reinforced concrete structures

1. TEORIJSKO ISTRAŽIVAČKI DEO

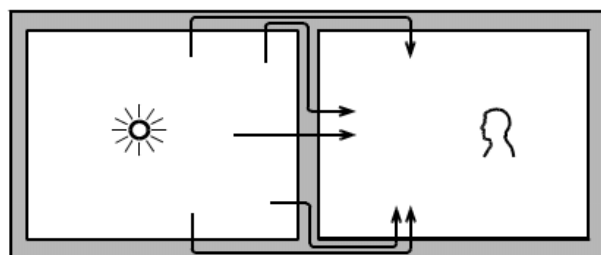
Pored svih konstrukcijskih zahteva koje objekat mora da ispuni, objekti namenjeni boravku ljudi moraju da zadovolje posebne zahteve vezane za nivo buke i akustiku. Akustički kvalitet nekog građevinskog objekta određen je akustičkim komforom čoveka.

Ovaj pojam podrazumeva zadovoljenost skupa elemenata akustičkog kvaliteta koji utiču na ugodnost boravka [1]. Zvučne karakteristike neke prostorije zavisice od njenih geometrijskih karakteristika, ali i od upotrebljenih izolacionih materijala.

1.2. Oblici zvuka u građevinskim konstrukcijama

Zvuk predstavlja svaku vremenski promenljivu deformaciju u elastičnoj sredini [2]. Prostire se kroz čvrsta tela ili fluide i po svojoj prirodi je talasno kretanje.

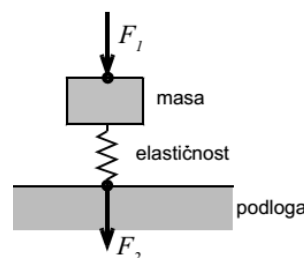
U građevinskim konstrukcijama pojavljuje se kao vazdušni i strukturni zvuk, u zavisnosti od toga kroz koju sredinu se kreće. Kretanje strukturnog zvuka je složenije i zavisi od karakteristika materijala kroz koji prolazi. Zbog toga je od velike važnosti sagledati put zvuka kroz konstrukciju prilikom njenog projektovanja [1,3]. Slika 1 prikazuje šemu puteva zvuka između dve prostorije.



Slika 1. Šema provođenja zvuka [1]

1.2. Principi zaštite od strukturnog zvuka

Ovakva vrsta pobude u konstrukciji može nastati lokalno - na mestima rada obrtnih mašina, ili može biti raspoređena, kada se javlja svuda gde su moguće ljudske aktivnosti [2]. Lokalna pobuda u konstrukcijskom materijalu može se efikasno izolovati samo ako se apsorpcioni sistemi nalaze na mestu nastanka zvuka. Ovakvi apsorpcioni sistemi su mehanički filteri (slika 2).



Slika 2. Princip rada mehaničkog filtera [1]

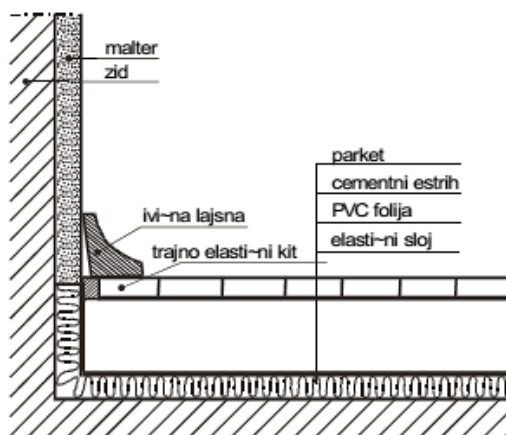
Sistem čine masa i elastična opruga. Veličina mase i krutost opruge određuju rezonantnu frekvenciju sistema. Ako je frekvencija pobude (zvuka) niža od rezonantne frekvencije, sila F_2 će biti jednaka sili F_1 , odnosno, zvuk će se preneti na sistem koji je trebalo izolovati. Za frekvencije filtera niže od frekvencija pobude, moguće je smanjiti intenzitet sile F_1 [1,3]. Niža frekvencija opruge znači njenu manju krutost, odnosno sposobnost da se deformiše usled sile F_1 , koja na taj način „troši“ više energije zvuka, odnosno on se u manjoj meri prenosi na donju podlogu. Zbog toga je pogodno birati materijale, za ulogu elastične opruge, koji osciluju na nižim frekvencijama.

Na tržištu postoji veliki broj različitih materijala za izradu elastičnih oslonaca. To mogu biti sistemi na bazi gume ili čeličnih opruga [1]. U zavisnosti od toga kolika masa stvara pobudu, bira se i krutost opruge.

Površinski raspoređena pobuda se izoluje izvođenjem drugačijih filtera - plivajućih podova (slika 3).

NAPOMENA:

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



Slika 3. Plivajući pod [1]

Efikasnost ovih sistema zavisi od materijala koji ima ulogu elastične opruge - kruti (tvrdi) materijali imaju visoku rezonantnu frekvenciju, usled čega će efikasnost zvučne izolacije biti smanjena [1].

2. PROCENA STANJA AB KONSTRUKCIJE

Kompleks Javne medijske ustanove „Radio-televizije Vojvodine” nalazi se na katastarskoj parceli 2701 K.O. u Petrovaradinu. Objekti na predmetnoj parceli, namenjeni produkciji, obradi i emitovanju programa RTV, izgrađeni su tokom sedamdesetih i osamdesetih godina prošlog veka. Kompleks je srušen za vreme NATO bombardovanja 1999. godine. Preostali deo objekta je porušen, a suterenski deo je predviđen za sanaciju. Predmet ovog rada je sanacija delova Studio 1 i Studio 2 (Slika 4).



Slika 4. Položaj studija u odnosu na suteran

2.1. Opis konstrukcije Studija 1 i Studija 2

Analizom projektne dokumentacije utvrđeno je da je konstruktivni sistem delova suterena „Studio 1“ i „Studio 2“ projektovan kao masivni, sa nosećim AB zidovima i monolitnom rebrastom tavanicom (rebra 20/60cm i ploča $d_p=10$ cm). U podužnom pravcu projektovana su tri rebra za ukrućenje, istih dimenzija kao i glavna rebra, postavljena u četvrtinama raspona. Predviđeno je proširenje preseka glavnih rebara nad osloncima. Projektovana marka betona za međuspratnu konstrukciju je MB40. AB zidovi su debljine 30cm, visine 5,0 m. Projektovana marka betona je MB30. Vizuelnim pregledom konstruk-

cije i terenskim ispitivanjima utvrđeno je da se izvedeno stanje delimično razlikuje od projektovanog. Navedena proširenja nisu izvedena i nije postignut zajednički rad glavnih rebara i ploče. Ovo je uticalo na drugačije ponašanje konstrukcije od projektovanog.

2.2 Karakteristični defekti i oštećenja

U Studiju 1 i Studiju 2 (slika 5) pregledani su elementi međuspratne konstrukcije - ploča i rebra, i obodni zidovi.



Slika 5. Izgled konstrukcije

Karakterističan defekat svih elemenata je mala debljina zaštitnog sloja betona i vidljiva armatura, prikazana na slici 6.

Dominantna oštećenja glavnih rebara su prsline i pukotine usled savijanja (slika 7) i smicanja. Veliki registrovani ugibi rebara su posledica preopterećenja i odstupanja od projekta prilikom izvođenja.



Slika 6. Nedovoljna debljina zaštitnog sloja betona i vidljive uzengije grede



Slika 7. Prsline usled savijanja grede

Korozija armature, procurivanje vode i prsline usled preopterećenja, karakteristične su za ploču. Na slici 8, prikazan je jedan od najoštećenijih delova ploče, a na slici 9 mehaničko oštećenje rebara.

Procurivanje vode na spojevima elemenata i kroz prsline primećeno je i na pločama i na gredama.



Slika 8. Oštećenja ploče



Slika 9. Mehaničko oštećenje rebra i vidljiva armatura

Pored navedenih defekata, na zidovima su registrovani i nepravilni prekidi betoniranja, a od oštećenja prsline usled dugotrajnog hidrauličnog skupljanja. Kao posledica bombardovanja, prisutna su i mehanička oštećenja. Izgled tipičnog obodnog zida studija prikazan je na slici 10.



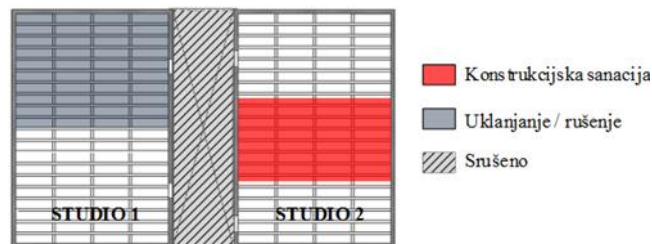
Slika 10. Obodni zid studija

2.3. Zaključak o stanju konstrukcije

Na osnovu analize stanja rebraste polumontažne međuspratne konstrukcije, zaključeno je da je nosivost međuspratne konstrukcije značajno smanjena, a stabilnost ugrožena na polovini površine ploče Studija 1. Nosivost međuspratne konstrukcije Studija 2 je lokalno smanjena. Zbog prodora vode kroz prsline i pukotine u pločama, kao i zbog direktne izloženosti spoljašnjim uticajima, trajnost elemenata međuspratne AB konstrukcije je delimično smanjena i ako se ne preduzmu mere na sprečavanju prodora vode i zatvaranju objekta trajnost konstrukcije će u kratkom vremenskom periodu biti značajno ugrožena. Nosivost zidova je očuvana, osim na zidu u osi C, lokalno.

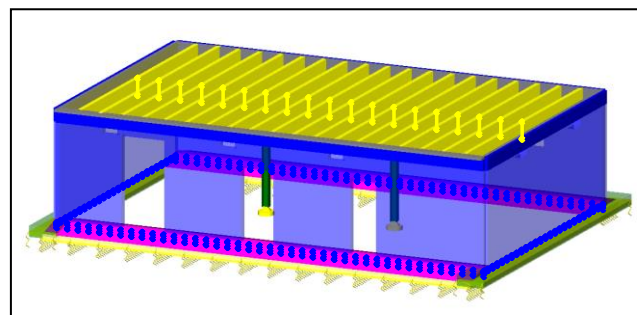
2.4. Sanacija konstrukcije

Sanaciono rešenje predviđa uklanjanje ploče sa oba studija i uklanjanje polovine glavnih rebara Studija 1 (Slika 11).



Slika 11. Šematski prikaz uklanjanja MK

Usled velikih ugiba rebara, potrebno je promeniti njihov statički sistem, što se postiže izvođenjem čeličnog rama ispod njih. Betoniranje ploče i glavnih rebara izvođiće se tako da se ostvari njihov zajednički rad. Ovo se postiže zavarivanjem dodatnih uzengija rebara i njihovim ispuštanjem. Namena objekata je muzički studio, sa intenzivnim zelenim krovom na krovnoj ploči. U skladu sa ovim zahtevima, sprovedena je analiza opterećenja i modeliranje konstrukcije u softverskom paketu Tower 7. Na slici 12 prikazan je 3D model jednog studija.

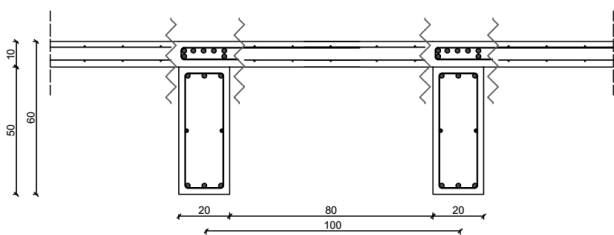


Slika 12. Prostorni model konstrukcije

U nastavku je dat spisak aktivnosti potrebnih za izvođenje sanacije:

1. Uklanjanje dela postojećih temelja;
2. Betoniranje temelja samaca za stubove čeličnog rama;
3. Montaža čeličnog rama;
4. Betoniranje podne ploče;
5. Podupiranje međuspratne konstrukcije;
6. Uklanjanje ploče međuspratne konstrukcije;
7. Uklanjanje dela glavnih rebara Studija 1;
8. Postavljanje dodatne poprečne armature glavnih rebara;
9. Injektiranje prsline i pukotina glavnih i podužnih rebara i zidova (Studio 1 i 2);
10. Betoniranje zidova, rebara i ploča (Studio 1 i 2).

Uklanjanje međuspratne ploče izvođiće se presecanjem ploče između rebara, hidrauličkim makazama i odnošenjem na deponiju pomoću dizalice. Šema isecanja ploče prikazana je na slici 13.

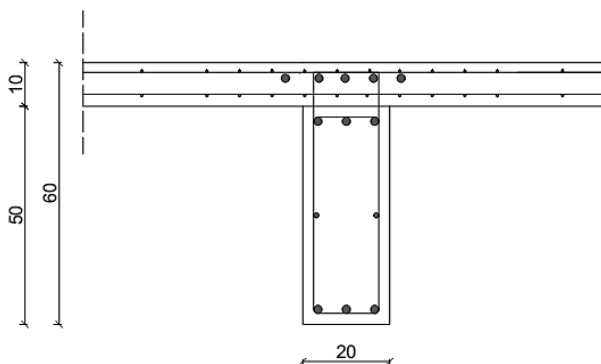


Slika 13. Uklanjanje ploče međuspratne konstrukcije

Nakon uklanjanja ploče, injektiraju se prsline glavnih rebara i rebara za ukrućenje veće od 0,3 mm.

Pre postavljanja dodatne armature, potrebno je profometrom odrediti položaj uzengija rebara. Nakon toga se razbija oko 10 cm betona sa jedne strane svake uzengije, ručnim čekićem. Na tom mestu se, u podužnom pravcu rebra vari nova šipka, istog prečnika kao postojeća. Predviđen je bočni var, dužine 10 cm.

Kroz novopostavljene uzengije provlači se armatura i oplata greda i ploča usvojena prilikom dimenzionisanja. Zatim se ovi elementi betoniraju mešavinom odgovarajuće konzistencije i sastava. Plan armiranja jednog rebra i ploče, prikazan je na slici 14.



Slika 14. Armiranje saniranog preseka

3. ZAKLJUČAK

U cilju daljeg korišćenja objekta sprovedena je konstrukcijska i nekonstrukcijska sanacija armiranobetonske konstrukcije dela suterena kompleksa RTV.

Projekat sanacije osmišljen je u skladu sa novom namenom objekta, prema rezultatima procene stanja. Najštećeniji elementi su uklonjeni i zamenjeni novim, uz dodatak čeličnog rama kao oslonca. Proračun je u svemu sproveden prema važećem pravilniku i standardima. Preseci AB ploče i rebara su usvojeni istih dimenzija kao i pre sanacije. Za poprečni presek grede čeličnog rama usvojen je IPBv 650 profil. Stubovi rama su usvojeni preseka IPB320.

Temeljna konstrukcija ispod stubova rama usvojena je dimenzija 3,5x2,5x0,5 m.

Dva objekta studija povezaće se Svodom od Leksan ploča, po dužoj strani. Ostale strane biće ukopane u zemlju, a na međuspratnoj ploči predviđen je intenzivni zeleni krov.

Akustična obloga za novoprojektovane prostorije studija birana je u odnosu na stroge zahteve u pogledu akustike studija, prema Elaboratu prostorne akustike.

4. LITERATURA

- [1] M. Mijić "Građevinska akustika"
- [2] D. Šumarac-Pavlović, M. Mijić, "Elektroakustika", Beograd, ETF Beograd, 2017.
- [3] M. Long - "Architectural Acoustics", Elsevier, 2006
- [4] M. Malešev, V. Radonjanin - Sanacija betonskih konstrukcija - predavanja

Kratka biografija:



Olivera Bukvić rođena je u Novom Sadu 1993. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva – Procena stanja i sanacija betonskih konstrukcija odbranila je 2018.god.

kontakt: olivera.bukvic@uns.ac.rs

VIŠEKRITERIJUMSKA ANALIZA HIDROIZOLACIONOG SISTEMA KROVNE TERASE**MULTI-CRITERIA ANALYSIS OF WATERPROOFING ROOF TERRACE SYSTEM**

Andela Radojčić, Jasmina Dražić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj– U radu je prikazan postupak izbora optimalnog varijantnog rešenja hidroizolacije za zaštitu krovnih terasa od vlage i vode koja nije pod pritiskom na osnovu ekonomskih i tehničko-tehnološkog kriterijuma.

Ključne reči: krovne terase, hidroizolacija, troškovi, vreme, optimizacija (rangiranje)

Abstract – In this work, the procedure of choice the optimal alternative solution for waterproofing protection of roof terrace systems from moisture and water which is not under pressure on the basis of economic and technical-technological criteria is described.

Ključne reči: Roof terrace, hydroisolation, expenses, time, optimisation

1. UVOD

Krov je gornji, završni deo konstrukcije, poznat po nazivu „peta fasada“ objekta. Krov štiti objekat od padavina, hladnoće, toplote i požara. Prema nagibu krovnih ravni krovovi se dele na kose krovove i krovne terase. Krovne terase, specifičnije i komplikovanije za izvođenje, zahtevaju ozbiljan, stručan i iskustven pristup prilikom njihovog rešavanja.

Zaštita građevinskih objekata od vode i vlage poznata je pod nazivom hidroizolacija. Ona predstavlja različite tehničke postupke kojima štitimo delove objekta koji su privremeno ili stalno izloženi uticajima vode i vlage i to na način koji podrazumeva postavljanje vodonepropusne fizičke prepreke koja ima za cilj da spreči prodor vode i vlage u objekat.

Cilj ovog rada je da se za stambeni višeporodični objekat koji se nalazi na uglu Bulevara kralja Petra i ulice Vojvode Šupljikca, predloži najpovoljnije rešenje hidroizolacionog sistema, sa aspekta tehnoloških i ekonomskih kriterijuma, koji direktno utiču na samu izgradnju, ukupnih troškova izgradnje i vremena (roka izgradnje).

2. KROVNE TERASE

Krovna terasa je poslednja međuspratna konstrukcija u trupu zgrade, čiji položaj uslovljava dopunsku funkciju zaštite zgrade od atmosferičnih (sneg, kisa), ali i prenosa toplote, odnosno hladnoće.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Jasmina Dražić, red. prof.

Upotrebom kvalitetnih materijala uz adekvatno izvođenje krovna terasa je ekonomična konstrukcija koja pruža znatno veće slobode u komponovanju volumena i prostora [1].

2.1. Tipovi krovnih terasa prema nameni

Prema osnovnoj nameni, načinu korišćenju projektovanog prostora zavisi i način zaštite, pa se krovne terase mogu izvoditi kao prohodne, neprohodne i krovne terase za razne druge namene.

Prohodnekrovne terase (slika 1), su one koje pored svoje osnovne funkcije, služe i u druge svrhe, kao terase za izlazak i boravak na njima, letnje bašte, prostor za igru, bioskope, restorane, prolaze i slično.



Slika 1. Prohodna krovna terasa

Neprohodnekrovne terase po kojima se hoda samo u izuzetnim situacijama, služe svojoj osnovnoj funkciji-zaštiti zgrade od spoljašnjih uticaja i nemaju druge funkcije kao prohodne krovne terase. Primer neprohodne krovne terase dat je na slici 2.



Slika 2. Neprohodna krovna terasa

Ravne krovne terase za druge i specijalne namenemoraju biti pravilno projektovane i statički proračunate prema određenoj nameni da bi zadovoljile određenu funkciju. To su obično terase za grupisanje većeg broja ljudi, prostor za postavljanje i lagerovanje materijala ili mašina i uređaja, kranova za održavanje fasada, velikih reklama, travnjaka, bazena za kupanje, sletilišta i uzletilišta za helikopter i za druge slične namene [1].

3. HIDROIZOLACIONI MATERIJALI I SISTEMI

Hidroizolacioni materijali čine posebnu grupu građevinskih materijala za koje važe vrlo strogi zahtevi za kvalitet. To su materijali koji se ne smatraju za konstrukcijske, niti nosive, ali su hidroizolacioni materijali odgovorni za upotrebljivost i stanje konstrukcije, ugrađeni u objekte odnosno u sisteme konstrukcija, izloženi unutrašnjim i spoljašnjim uticajima kojima su izložene i konstrukcije [2]. Hidroizolacioni materijali se mogu podeliti na više načina. Podela je moguća prema: sirovinskoj osnovi, konzistenciji i načinu ugrađivanja.

Podela prema sirovinskoj osnovi je na:

- hidroizolacione materijale od bitumena i polimerbitumena u obliku premaza, namaza i traka,
- hidroizolacione materijale od sintetičkih smola u obliku traka – membrana i debeloslojnih premaza tj. bezšavnih membrana,
- hidroizolacione materijale tipa cementnih kompozicija u obliku premaza, vodonepropustljivih maltera i inekcionih masa.

Prema konzistenciji na:

- fleksibilne sisteme (plastični, plastoelastični i elastični), na bazi bitumenskih, polimerbitumenskih i sintetičkih materijala,
- krute sisteme (cementne kompozicije koje vezu sa podlogom ostvaruju fizički prijanjanjem za podlogu ili penetrirajući u podlogu).

Prema načinu ugrađivanja na:

- višeslojne fleksibilne sisteme od bitumenskih i polimer bitumenskih traka koji se izvide na dva načina:
 - ugrađivanjem traka po „toplom“ postupku,
 - ugrađivanjem traka po „hladnom“ postupku,
- bitumenski premazi, namazi, paste, koje se izvide premazivanjem,
- sistemi od sintetičkih/elastomernih traka koji se po pravilu izvide kao jednoslojni sistemi,
- tečne sintetičke bezšavne membrane, koje se primenjuju po hladnom postupku, premazivanjem ili prskanjem,
- kruti sistemi od cementnih kompozicija koji se izvide u više slojeva po hladnom postupku.

3.1. Materijali za hidroizolacione sisteme

Materijali za hidroizolacione sisteme su grupisani u:

- ugljovodonične hidroizolacione materijale,
- sintetičke hidroizolacione materijale,
- neorganske hidroizolacione materijale.

U ugljovodonične hidroizolacione materijale spadaju svi materijali kod kojih je osnovna komponenta bitumen. Primenjuju se kao namazi bez ikakvih dodataka ili fabrički prerađeni kombinovani sa različitim materijalima u vidu premaza, namaza i traka (bitumenske i polimerbitumenske trake sa različitim ulošcima).

Sintetički hidroizolacioni materijali predstavljaju fleksibilne fabričke proizvode koji mogu biti u vidu membrana debljine od 1mm do 3mm, folije debljine do 1mm, kao i razni premazi, namazi i paste.

Neorganski hidroizolacioni materijali podrazumevaju proizvode koji pored osnovnog hidroizolacionog veziva sadrže i razne mineralne materijale i hemijski aktivna sredstva za zaptivanje [2].

3.2. Hidroizolacija delova objekta direktno izloženih atmosferskim vodama

U izvođenju hidroizolacije krovnih terasa još uvek se daje prednost polimerbitumen trakama u odnosu na hidroizolacije sa sintetičkim i elastomernim trakama. Glavni elementi za izbor hidroizolacije i načina izvođenja su vrsta i kvalitet konstrukcijske ploče, nagib krovne ravni, vrsta i broj detalja (koji trebaju da budu vodonepropustljivo obrađeni u sastavu osnovne hidroizolacije). Dalje je bitna trajnost odabranih materijala, dimenzionisanje sistema hidroizolacije, kao i sistem zaštite u zavisnosti od eksploatacionih zahteva i klimatskih uslova [2].

4. TEHNOLOŠKA ANALIZA HIDROIZOLACIONIH SISTEMA (MATERIJALA) ZA KROVNE TERASE

U ovom radu rešen je problem izbora optimalnog hidroizolacionog sistema neprohodnih krovnih terasa. Ukupna površina koja treba da bude hidroizolovana je 217,93 m². Postupak vrednovanja se vrši samo na izboru hidroizolacionog sistema.

4.1. Varijantna rešenja

Na osnovu opisa različitih sistema (materijala) koji se primenjuju za hidroizolaciju krovnih terasa, za dalju analizu izabrana su tri varijantna rešenja:

- VARIJANTA 1- Elastomer bitumenske trake KONDOR P-4,
- VARIJANTA 2- Poliazbitol,
- VARIJANTA 3- Sikalastic 612.

VARIJANTA 1- Elastomer bitumenske trake KONDOR P-4, je hidroizolaciona traka sa uloškom od poliesterskog filca koji je sa obe strane obložen plastomernim bitumenom i zaštićen polietilenskom folijom. Upotrebljava se za pokrivanje krovnih terasa, a takođe i za najzahtevnije vertikalne i horizontalne hidroizolacije podzemnih delova objekata koji su izloženi pritisku vode. Traka se isporučuje u rolnama dužine 10 m, širine 1m i ugrađuje se varenjem sa preklapom. Na slici 3 prikazano je postavljanje kondora P-4.



Slika 3. Postavljanje trake Kondora P-4

VARIJANTA 2- Poliazbitol je jednokomponentna elastomer bitumenska pasta za hladan postupak koja sadrži organski rastvarač. Odgovara zahtevima standarda, a upotrebljava se u isporučenom stanju bez zagrevanja.

Poliazbitol je zapaljiv i zato je potrebno poštovati propise predviđene za rad sa zapaljivim materijama. U sebi sadrži vise od 40% bitumena, a manje od 40% punila. Postojan je na temperaturi nižoj od -20°C i višoj od +100°C i treba da je vodonepropustljiv najmanje 8 sati. Isporučuje se u metalnim pakovanjima od po 22 kg.

VARIJANTA 3- Sikalastic 612 je jednokomponentni, hladni, poliuretanski premaz koji se veže sa vlagom iz vazduha stvarajući bešavni i trajni hidroizolacioni sastav za neprohodne krovne terase (slika 4). U slučaju betonske podloge, što je u ovom radu slučaj, novi beton mora biti najmanje 28 dana star i mora imati čvrstoću veću ili jednaku 1,5 N/mm². Beton mora biti adekvatno obrađen, po mogućnosti drvenom gladilicom ili metalnom letvom.



Slika 4. Nanošenje Sikalastic premaza

4.2. Kriterijumi vrednovanja

Kriterijumi na osnovu kojih su vrednovana varijantna rešenja su ekonomsko-finansijskog i tehničko-tehnološkog karaktera:

- troškovi materijala,
- troškovi rada,
- ukupni troškovi,
- vreme potrebno za postavljanje hidroizolacije.

Troškovi materijala obuhvataju troškove materijala i troškove prevoza do gradilišta. Za proračun su uzeti podaci dobijeni od strane proizvođača. Troškovi materijala su prikazani u tabeli broj 1.

Tabela 1. Troškovi materijala

VARIJANTA	Troškovi materijala (din)	
	Za 1 m ²	Za ceo objekat
VARIJANTA 1	726,2	158260,8
VARIJANTA 2	518,7	113040,3
VARIJANTA 3	3230	703913,9

Troškovi rada hidroizolacije obuhvataju troškovi radne snage. Specifikacija radne snage prati aktivnosti potrebne za izvođenje hidroizolacije. Za analizu su korišćeni normativi u građevinarstvu. Za slučajeve koji se ne nalaze u normativima iskorišćeni su iskustveni podaci izvođača radova. Troškovi rada su prikazani u tabeli broj 2.

Tabela 2. Troškovi rada

VARIJANTA	Troškovi rada (din)	
	Za 1 m ²	Za ceo objekat
VARIJANTA 1	54,43	11863,2
VARIJANTA 2	81,166	17688,5
VARIJANTA 3	71,086	15491,8

Ukupni troškovi su izračunati na osnovu troškova materijala, troškova rada i faktora opštih troškova koji ima vrednost 4.0 [3]. Ukupni troškovi prikazani su u tabeli broj 3.

Tabela 3. Ukupni troškovi

VARIJANTA	Ukupni troškovi rada (din)	
	Za 1 m ²	Za ceo objekat
VARIJANTA 1	998,38	217526,8
VARIJANTA 2	924,53	201482,8
VARIJANTA 3	3585,43	781372,9

Vreme potrebno za postavljanje hidroizolacije izračunato je na osnovu građevinskih normativa, po grupama radnika. U tabeli broj 4, je prikazano vreme i broj radnika, po kategorijama, potrebnih za postavljanje hidroizolacije.

Tabela 4. Vreme potrebno za postavljanje hidroizolacije

		V1	V2	V3
		VI	IV	II
Broj radnika po grupama	VI	2	2	2
	IV	2	2	2
	II	4	5	4
Ukupno vreme (h)		47,06	67,48	58,74
Dana		1	1	1

5. METODE I IZBOR OPTIMALNOG REŠENJA

Za izbor najpovoljnije varijante hidroizolacionog sistema u ovom radu, primenjena su dva postupka (metode), metoda rangiranja i metoda višekriterijumske optimizacije.

Na osnovu podataka o tehnološkoj analizi varijanti hidroizolacionog sistema, moguće je rangirana osnovu definisanih kriterijumima. U tabeli broj 5, je prikazano rangiranje prema svim kriterijumima.

Tabela 5. Rangiranje prema svim kriterijumima

VARIJANTA	RANG po troškovima materijala	RANG po troškovima rada	RANG po ukupnim troškovima	RANG po ukupnom vremenu
Var.1	2	1	2	1
Var.2	1	3	1	3
Var.3	3	2	3	2

Rezultati analiza pokazuju:

- Na osnovu troškova materijala najpovoljnija je varijanta 2.
- Na osnovu troškova rada najpovoljnija je varijanta 1.
- Na osnovu ukupnih troškova najpovoljnija je varijanta 2.
- Na osnovu vremena potrebnog za ugrađivanje (izrada) hidroizolacije najpovoljnija je varijanta 1.

Kako rezultati rangiranja po ukupnim troškovima prednost daju varijanti 2, a vreme ugrađivanja varijanti 1, za konačan izbor najpovoljnijeg tipa hidroizolacije primenjena je i metoda višekriterijumske optimizacije. U tabeli 6, prikazani su ulazni podaci za optimizaciju. Problem optimizacije je modeliran, za tri varijante i dve kriterijumske funkcije, u obliku:

$$\min F(x) = \min (f_1, f_2) \quad (1)$$

gde su:

f_1 - ukupni troškovi izrade hidroizolacije (din/m²)

f_2 - potrebno vreme za izvođenje hidroizolacije (h).

Tabela6. Ulazni podaci

kr. fun/var.	VAR.1	VAR.2	VAR.3
f_1	998,150	924,530	3585,431
f_2	47,06	67,48	58,74

Redosledi varijantnih rešenja primenom metode kompromisnog programiranja i metode višekriterijumskog kompromisnog rangiranja, prikazani su tabelarno (od tabele 7 do tabele 10).

Tabela 7. Metoda kompromisnog programiranja-rešenje je najbolje po svim kriterijumima posmatranim zajedno

var.rešenja	VAR.1	VAR.2	VAR.3
redosled	1	2	3

Tabela 8. Metoda kompromisnog programiranja-rešenje je geometrijski najbliže idealnoj tački

var.rešenja	VAR.1	VAR.2	VAR.3
redosled	1	2	3

Tabela 9. Metoda kompromisnog programiranja-prioritet je dat kriterijumu sa najvećim odstupanjem

var.rešenja	VAR.1	VAR.2	VAR.3
redosled	1	2	3

Tabela 10. Metoda kompromisnog rangiranja

var.rešenja	VAR.1	VAR.2	VAR.3
redosled			
v1=0.0	1	2	3
v1=0.3	1	2	3
v1=0.6	1	2	3
v1=0.9	1	2	3
v1=1.0	1	2	3

Rangiranje na osnovu ova dva kriterijuma (ukupnih troškova i vremena ugradnje), i konačna rang lista prikazano je u tabeli 11.

Tabela 11. Konačna rang lista

VARJAN.	RANG po ukupnim troškovima	RANG po ukupnom vremenu	ZBIR	KONAČNA RANG LISTA
VAR.1	2	1	3	1
VAR.2	1	3	4	2
VAR.3	3	2	5	3

Kako obe metode, metoda rangiranja i metoda višekriterijumske optimizacije, prednost daju varijanti 1, hidroizolacioni sistem tipa Kondor P-4, može se predložiti kao najpovoljnija (optimalna) varijanta za izvođenje neprohodne krovne terase višeporodičnog stambenog objekta na uglu Bulevara Kralja Petra I i ulice Vojvode Šupljikca.

5. ZAKLJUČAK

Predmet ovog rada bila je zaštite krovnih terasa od vlage i vode, koja nije pod pritiskom i izbor optimalnog hidroizolacionog sistema. Dat je pregled tipova krovnih terasa, opisane su karakteristike hidroizolacionih materijala i prikazana je podela hidroizolacionih materijala i sistema.

Za izbor optimalnog tipa hidroizolacije usvojena su tri varijantna rešenja: VARIJANTA 1- Kondor P-4, VARIJANTA 2- Poliazbitol i VARIJANTA 3- Sikalastic 612 hidroizolacioni premaz. Definisana su četiri kriterijuma. Prva tri kriterijuma su ekonomski kriterijumi, dok je četvrti kriterijum tehničko-tehnološkog karaktera. Definisani kriterijumi su: troškovi materijala, troškovi rada, ukupni troškovi i vreme potrebno za postavljanje hidroizolacije.

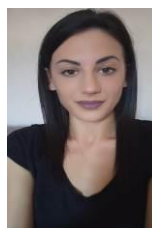
Za sve tri varijante u radu su opisani postupci izvođenja hidroizolacije, izračunati troškovi materijala i rada, ukupni troškovi i utvrđeno je potrebno vreme za postavljanje hidroizolacije.

Izbor najpovoljnije varijante urađen je po dve metode, metodom rangiranja i metodom višekriterijumske optimizacije, na osnovu dva primarna pokazatelja: ukupnih troškova i potrebnog vremena za izvođenje hidroizolacije. Na osnovu izlaznih rezultata obe metode, predložena je najpovoljnija varijanta za izvođenje neprohodne krovne terase višeporodičnog stambenog objekta na uglu Bulevara Kralja Petra I i ulice Vojvode Šupljikca, VARIJANTA 1 - Kondor P-4, hidroizolaciona traka sa uloškom od poliesterskog filca, koja je sa obe strane obložena plastomernim bitumenom i zaštićena polietilenskom folijom.

6. LITERATURA

- [1] Milić, B.: „Elementi i konstrukcije zgrada“ II deo, Univerzitet u Podgorici, Podgorica, 1999.
- [2] Todorović, M., Bogner, M., Denić, N.: „O izolaciji“, Beograd, 2012.
- [3] Trivunić, M., Matijević, Z.: „Tehnologija i organizacija građenja“ - praktikum, Novi Sad, 2009.

Kratka biografija:



Andela Radojičić rođena je u Vrbasu 1992. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva – Organizacija i tehnologija građenja odbranila je 2018. god.



Jasmina Dražić rođena je u Novom Miloševu 1958. godine. Doktorirala je na Fakultetu tehničkih nauka 2005. godine, a od 2015. god. je u zvanju redovnog profesora. Oblast Zgradarstvo – građevinske konstrukcije i tehnologije.

PROCENA STANJA, SANACIJA I OJAČANJE KONSTRUKCIJE NEDOVRŠENOG POSLOVNOG OBJEKTA NAKON DOGRADNJE**ASSESSMENT AND STRENGTHENING OF UNFINISHED BUSINESS BUILDING STRUCTURE AFTER UPGRADING**

Aleksandar Radović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Rad obuhvata teorijske osnove za projektovanje ravnih krovova zgrada, detaljnu procenu stanja nedovršenog poslovnog objekta, kontrolni proračun u programskom paketu Tower 7 kao i mere za sanaciju i ojačanje predmetne konstrukcije.

Abstract – This paper consists of theoretical basis for the design of flat roofs, a detailed assessment of the condition of the unfinished business object, the control calculations in the Tower 7 program, as well as measures for the rehabilitation and reinforcement of the structure.

Ključne reči: Procena stanja, sanacija, dogradnja

1. UVOD

Rad se sastoji iz dve nezavisne celine. Prva celina se odnosi na teorijske osnove za projektovanje ravnih krovova u zgradarstvu. Klasifikovana su moguća rešenja za projektovanje ravnih krovova zgrada i dati su detalji za izvođenje.

Drugi deo odnosi se na stručni deo u kome je prikazana detaljna procena stanja nedovršenog poslovnog objekta nakon koga je izvršen kontrolni proračun i propisane mere za sanaciju i ojačanje konstrukcije nakon nadogradnje. Kontrolni proračun izvršen je u programskom paketu Tower 7.

2. RAVNI KROVOVI

Ravni krovovi su kompleksne konstrukcije, sastavljene od slojeva sa različitim funkcijama. Izvode se neposredno iznad najviših tavanica radi zaštite zgrada od atmosferskih, temperaturnih i drugih uticaja. Mada se nazivaju „ravni“ ovi krovovi nisu apsolutno horizontalni, jer se za slivanje atmosferskih uticaja postavljaju u nagibima od 0,5 – 15 %.

Prednosti ravnih krovova

U odnosu na druge vrste krovnih pokrivača ravni krovovi imaju izvesnih prednosti. Kao krovne terase mogu se koristiti za različite svrhe. Na takvim površinama moguće je izvesti i upotrebnu terasu, parking, površinu za rekreaciju, namestiti foto-voltažne ćelije za proizvodnju električne energije ili ozelenjeni krov. Takođe nije potrebna ni skupa krovna konstrukcija od drvene građe.

NAPOMENA:

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

Nedostaci ravnih krovova

Ravni krovovi su sa građevinsko-fizičkog aspekta najproblematičniji konstrukcijski sklop i kao takav najčešće izostavljeni deo objekata. Primaju najveću koncentraciju sunčevog zračenja, a sa time i delovanje UV zračenja, kiše, snega, grada, uz nagomilavanje prašine i smeća, pojave biljaka, mahovine i lišajeva. Pošto je odvodnjavanje zbog malih nagiba slabo, time je uticaj kiše i snega veći. Glavni problem kod ravnih krovova je kvalitetna izrada sistema za sprečavanje prokišnjavanja do koga ne sme doći.

2.1 Podela ravnih krovova

U odnosu na navedene razloge u koncipiranju i realizaciji savremenih krovova najvažnija je sledeća podela:

- Podela ravnih krovova prema nagibu (padu) za odvođenje vode.
- Podela ravnih krovova u odnosu na funkciju prohodnosti
- Podela ravnih krovova u odnosu na kompaktnost, tehničkih i fizikalnih slojeva sendviča ravnog krova, na nekompaktne (hladne krovove) i kompaktne (tople krovove).



Slika 1. Ravan krov na zgradama

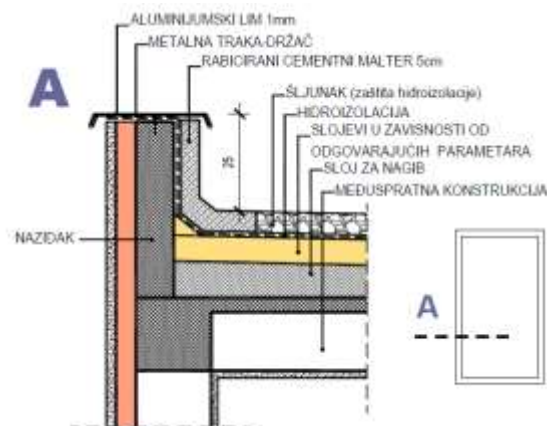
2.2 Slojevi ravnih krovova

Osnovni slojevi koji čine ravne krovove su:

- noseća konstrukcija
- sloj za pad
- sloj za izjednačavanje pritiska difuzije vodene pare
- parna brana
- termoizolacija
- hidroizolacija
- zaštita izolacija

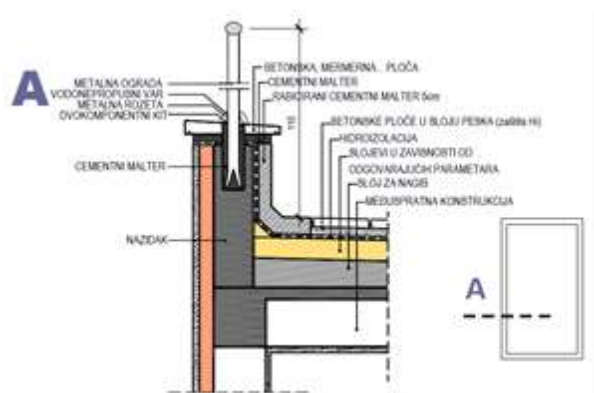
2.3 Detalji ravnih krovova

Neprohodan ravan krov



Slika 2. Detalj neprohodnog ravnog krova

Prohodan ravan krov



Slika 3. Detalj prohodnog ravnog krova

2.4 Odvodnjavanje ravnih krovova

Odvodnjavanje ravnih krovova se može vršiti :

- preko slivnih površina ka okapnicama na ivicama krova i olucima, a zatim dalje olučnim cevima
- preko slivnika
- preko kanala – rigola na krovnoj površini

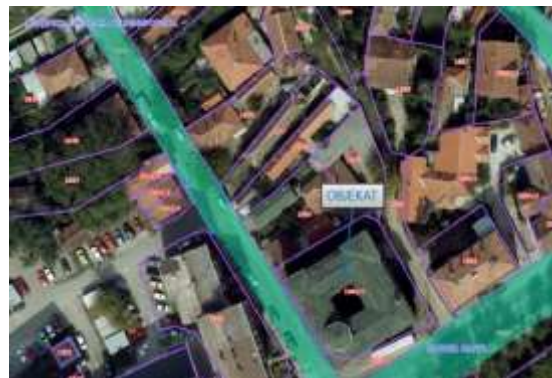
3. Procena Stanja, Sanacija I Ojačanje Nedovršenog Poslovnlog Objekta Nakon Dogradnje

3.1 Uvod

Objekat se nalazi u Paraćinu na uglu ulica Majora Marka i Vladike Nikolaja Velimirovića katastarska parcela 1881/1, slika 4. Objekat je projektovan kao poslovni, skeletnog sistema koji se sastoji od armirano betonskih stubova kvadratnog i kružnog poprečnog preseka, AB greda koje se pružaju u dva ortogonalna pravca, AB zidova i AB punih ploča dok je objekat oslonjen na temeljne grede.

Skeletna konstrukcija je predviđena da se izradi od betona marke MB 40, stubovi su armirani glatkom armaturom GA 240/360 (ne primenjuje se više) a grede armaturom RA 400/500. Kao ispuna korišteni su

giter blokovi. Dimenzije objekta u osnovi su približno 24x24m, spratnosti Po+Pr+3 (podrum, prizemlje i 3 sprata). Meduspratna konstrukcija je krstasto – armirana kontinualna ploča d=18cm, armirana mrežastom armaturom MA 500/560 visoko – vrednim čelikom.



Slika 4. Položaj objekta

3.1 Procena stanja objekta

Sama skeletna konstrukcija i zidanje zidova ispuna izrađeni su 1998. godine. Od tada objekat je otvoren i izložen spoljašnjim uticajima tako su na objektu vidljiva oštećenja koje su posledica toga. Objekat praktično nije opterećen korisnim opterećenjem pošto nije priveden nameni.



Slika 5. Postojeće stanje objekta

3.2 Pregledani delovi konstrukcije

Detaljnim vizuelnim pregledom konstrukcije utvrđeni su defekti i oštećenja na svim konstruktivnim delovima objekta. Posebno su obrađeni svi delovi konstrukcije po etažama od podruma pa do poslednje etaže i krova. Pregledom su obuhvaćeni svi stubovi, grede, AB platna, gredni prstenovi oko otvora i AB pune ploče koji su numerisani u zavisnosti od etaže na kojoj se nalaze i u zavisnosti od osa u kojima se nalaze. Na narednim fotografijama prikazani su neki od defekta i oštećenja zabeleženih prilikom pregleda konstrukcije.



Slika 6. Korozija armature i hemijska korozija betona na gredi prizemlja



Slika 7. Korozija armature donje površine ploče iznad podruma



Slika 8. Rupičasta površina betona posledica korištenja zaprljanog agregata

3.3 Kvalitet zaštitnog sloja betona – nedestruktivne metode ispitivanja

Za ispitivanje stanja konstrukcije primenjene su dve nedestruktivne metode ispitivanja:

- metoda merenja površinske tvrdoće betona (metoda sklerometra) i
- provera dubine karbonizacije (fenolftalein test)

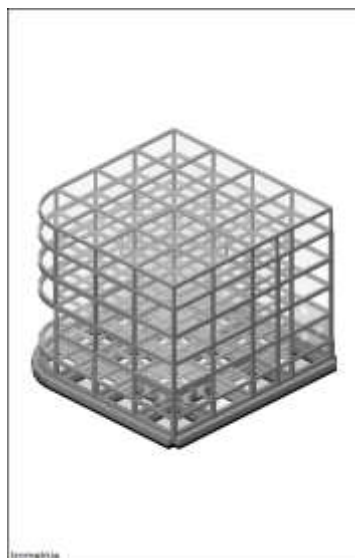
Projektom je predviđeno da beton ugrađen u stubove, platna i grede bude marke MB 40 a ploče marke MB 30. Čvrstoće betona dobijene metodom sklerometra pokazuju da su čvrstoće betona u pločama u granicama projektovanih, dok se kod stubova javljaju rasipanja rezultata i većina merenja su ispod projektovane granice. Čvrstoća beton u gredama je takođe u granicama projektovanih dok se kod platana pokazala nešto manja čvrstoća od projektovane.

3.4 Zaključak o stanju objekta

Nakon detaljnog vizuelnog pregleda objekta i analize prikupljenih podataka zaključuje se da nosivost, stabilnost i funkcionalnost konstrukcije nisu ugrožene, ali je trajnost znatno ugrožena usled dugogodišnjeg delovanja spoljašnjih uticaja na konstrukciju kao i zbog mnoštvo grešaka (defekata) napravljenih prilikom izgradnje objekta koji su navedeni u prethodnoj analizi.

3.5 Kontrolni proračun

Kontrolni proračun urađen je u programskom paketu Tower 7 (Slika 9). Za analizu korišteni su podaci iz projektne tehničke dokumentacije, analiza opterećenja i sama analiza konstrukcije rađeni su po evropskim pravilnicima – evrokodovima. Kontrolnim proračunom pokazano je da se stubovi u središnjim radovima trebaju ojačati u prizemlju i na prvom spratu, dok ostale elemente nije potrebno dodatno ojačavati.



Slika 9. Proračunski model iz programa Tower 7

3.5 Dimenzionisanje elemenata

Nakon analize napona izvršeno je dimenzionisanje svih elemenata i uporedna analiza potrebne i ugrađene armature gde se pokazalo da je ugrađena armatura zadovoljava potrebnu armaturu i nakon nadogradnje.

Proračun prema Evrokodu je zasnovan na teoriji graničnih stanja. Granična stanja svrstavaju se u dve grupe:

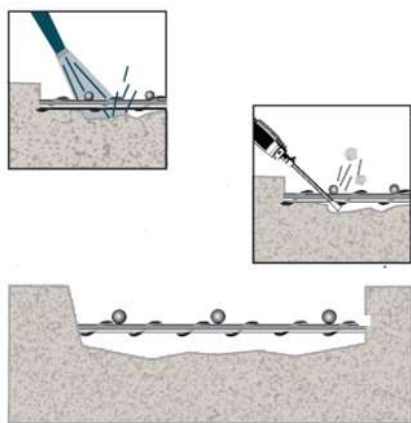
1. granična stanja nosivosti – loma
2. granična stanja upotrebljivosti

Prema Evrokodu moraju se dokazati sledeća granična stanja nosivosti:

1. EQU, gubitak statičke ravnoteže konstrukcije ili jednog njenog dela kao krutog tela
2. STR, unutrašnji lom ili prevelika deformacija konstrukcije ili konstrukcijskih elemenata
3. GEO, lom ili prevelika deformacija tla
4. FAT, lom usled zamora materijala konstrukcije ili konstrukcijskih elemenata

3.6 Sanacija elemenata

Na osnovu detaljnog vizuelnog pregleda objekta i analize postojećeg stanja zaključeno je da je potrebno sanirati određene defekte i oštećenja. Oštećene površine ploča potrebno je odštemovati, pripremiti i sanirati nanošenjem reparaturnog sloja (Slika 10).



Slika 10. Način pripreme za sanaciju zaštitnog sloja betona ploče

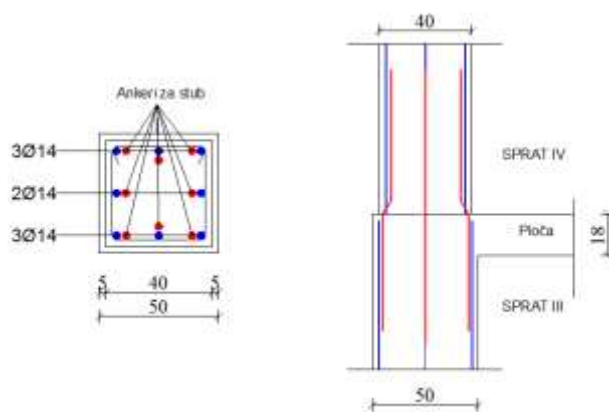
Takođe lokalna oštećenja potrebno je pripremiti i sanirati reparaturnim malterima. Na gredama gde je armatura zahvaćena korozijom usled koje su otpale ivice betona, potrebno je dodatno ukloniti trošan sloj betona, pravilno odštemovati ivice, očistiti armaturu zahvaćenu korozijskom pa izraditi novi zaštitni sloj od reparaturnog maltera. Prsline i pukotine koje su se pojavile usled dugotrajnog hidrauličkog skupljanja, na uglovima zidova i na stepeništu potrebno je sanirati nekom od tehnika injektiranja epoksidnim materijalima. Postupak sanacije oštećenja u vidu mrlja na površini betona i ispiranja kreča se sprovodi uklanjanjem naslaga vodom pod pritiskom. Postupak sanacije oštećenja u vidu biološkog rastinja sastoji se iz uklanjanja mahovina i rastinja mehaničkim putem – struganjem, čišćenje i ispiranje vodom pod pritiskom.

3.7 Ojačanje elemenata

Numeričkom analizom zaključeno je da su u određenim stubovima, uglavnom u prizemlju i spratu, prekoračeni normalni naponi pa je stubove potrebno ojačati povećanjem poprečnog preseka dodavanjem dodatnog „plašta” oko postojećeg stuba. Predviđa se da se stubovi dimenzija 40/40 cm povećaju na 55/55 cm dodavanjem sa svake strane po 7,5 cm betonskog „plašta”. Potrebno je prvo na stubovima ukloniti oštećene i labave slojeve i očistiti armaturu ako je zahvaćena korozijom, pa zatim početi sa ojačanjem stubova. Predviđa se dodavanje ivičnih armaturnih šipki od rebrastog čelika prečnika $\varnothing 16$, dok su uzengije od glatkog čelika prečnika $\varnothing 6$ i postavljaju se na rastojanju od 20 cm.

3.8 Povezivanje novoprojektovane i postojeće konstrukcije

Prilikom nadogradnje i adaptacije objekta od velikog je značaja definisati način na koji će se povezati novoprojektovana i postojeća konstrukcija. Nadgrađena etaža se oslanja na postojeću konstrukciju preko stubova koji se nastavljaju na mestima postojećih.



Slika 11. Primer povezivanja stuba sprata III sa stubom na nadgrađenoj etaži

4. LITERATURA

- [1] Eurocode 0: Osnove proračuna konstrukcija – Beograd, februar 2006.
- [2] Eurocode 1: Dejstva na konstrukcije – Part 1-1: Zapreminske težine, sopstvene težine, korisna opterećenja za zgrade, Beograd, februar 2006.
- [3] Eurocode 1: Dejstva na konstrukcije – Part 1-3: Dejstva snega, Beograd, februar 2006.
- [4] Eurocode 1: Dejstva na konstrukcije – Part 1-4: Dejstva vetra, Beograd, februar 2006.
- [5] Eurocode 2: Proračun betonskih konstrukcija – Part 1-1: Opšta pravila i pravila za zgrade, Beograd, februar 2006.
- [6] Eurocode 7: Geotehnički proračun – Part 1-1: Opšta pravila, Beograd, februar 2006.
- [7] Eurocode 8: Proračun seizmički otpornih konstrukcija – Part 1-1: Opšta pravila, seizmička dejstva i pravila za zgrade, Beograd, novembar 2009.
- [8] M. Malešev, V. Radonjanin: material sa predavanja – Trajnost i procena stanja betonskih konstrukcija, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.
- [9] M. Malešev, V. Radonjanin: material sa predavanja – Sanacija betonskih konstrukcija, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.
- [10] Z. Brujić: material sa predavanja – Višespratne zgrade, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.
- [11] Momčilo Radović, Ravni krovovi - Održavanje i popravke, Građevinska knjiga 2006.

Kratka biografija:



Aleksandar Radović rođen je u Zrenjaninu 1994. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo - konstrukcije - procena stanja i sanacija konstrukcija odbranio je 2018.god.

PROJEKAT KONSTRUKCIJE VIŠESPRATNE AB ZGRADE I UPOREDNA ANALIZA PRSLINA PREMA „EN 1992“ I „PBAB '87“**THE PROJECT OF MULTISTORY RC BUILDING WITH COMPARATIVE ANALYSIS OF THE CRACKS ACCORDING TO „EN 1992“ AND „PBAB '87“**Marko Filipović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

Kratak sadržaj – Rad se sastoji iz dve celine. Prvi deo se sastoji iz kompletnog projekta konstrukcije u svemu sprovedenog prema „EN 1992“ standardu, a drugi, istraživački deo, sadrži uporednu analizu prslina prema „EN 1992“ i „PBAB '87“.

Ključne reči: armiranobetonska konstrukcija, skeletni sistem, statički proračun, prslina

Abstract – Thesis consists of two parts. The first one consists of a integral building design project completely performed in accordance with „EN 1992“ standard, and the second one, the research part, contains comparative analysis of the cracks according to „EN 1992“ and „PBAB '87“.

Keywords: reinforced concrete structure, frame construction, statical design, crack

1. UVOD

Projektnim zadatkom su definisani ulazni podaci potrebni za projektovanje stambeno-poslovnog objekta na teritoriji opštine Novi Sad spratnosti Po+Pr+5. Nadzemni deo objekta čine prizemlje i 5 etaža. U podrumu se nalazi prostor namenjen za parkiranje putničkih automobila, prizemlje je predviđeno za poslovne kancelarije i lokale, dok su ostale etaže stambene.

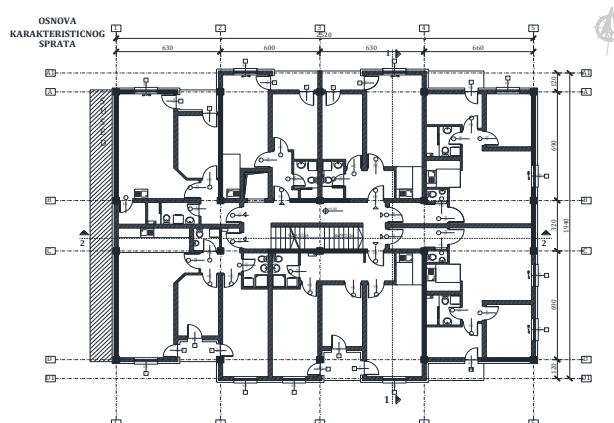
2. OPIS PROJEKTA**2.1. Konstruktivni sistem objekta**

Konstrukcija objekta je ukrućeni armiranobetonski skelet sa punim međuspratnim armiranobetonskim pločama oslonjenim na grede koje se pružaju u dva međusobno upravna pravca. Za krovnu konstrukciju je predviđen ravan neprohodan krov. Objekat se temelji na punoj armiranobetonskoj ploči na dubini od 2.5 m ispod kote terena. Vertikalna komunikacija u objektu je obezbeđena liftom i jednokrakim stepeništem. Objekat je ukrućen zidovima za ukrućenje koji se nalaze u okviru određenih ramova. Spratna visina podruma je 3.5 m, dok ostale etaže imaju spratnu visinu od 3.0 m.

Objekat je pravougaonog oblika u osnovi, dimenzija 17.0 m sa 25.2 m, što daje ukupnu površinu od 428.4 m², osnova karakteristične etaže je prikazana na slici 1.

NAPOMENA:

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



Slika 1. Osnova karakteristične etaže

Svi armiranobetonski konstruktivni elementi se izводе u klasi betona C30/37 i marke armature B500B.

Stubovi na etažama su istih dimenzija i kvadratnog poprečnog preseka ali su promenljivi po visini, pa su tako u podrumu i prizemlju 60/60 cm, na sledeće dve etaže 50/50 cm i na preostalim 40/40 cm. Grede zajedno sa stubovima čine deo ramovske konstrukcije i konstantnih su dimenzija u poprečnom preseku 40/60 cm, osim konzolnih greda u vidu ispusta koje su promenljive visine (od 60 cm do 20 cm) i koje su pozicionirane tako da im je gornja ivica u ravni sa gornjom ravni međuspratne tavanice. Temeljna konstrukcija je formirana od pune armiranobetonske ploče debljine 80 cm, koja je proširena van gabarita objekta za 120 cm kako bi se povećala kontaktna površina i samim tim umanjile vrednosti napona u tlu. Međuspratna konstrukcija je projektovana kao ortotropna puna armiranobetonska ploča debljine 20 cm na svim etažama. Za prijem horizontalnog pritiska od tla su zaduženi zidovi u podrumu debljine 25 cm i pozicionirani su po obodu podrumске etaže, dok su zidovi za ukrućenje iste debljine ali se pružaju celom visinom objekta. Stepenište je formirano kao jednokrako i sastoji se od dve kose ploče i ploče međupodesta. Širina stepenišnog kraka je 140 cm a debljine ploča iznose 18 cm. Dimenzije stepenika na svim etažama su iste 29/17.64 cm.

2.2. Modeliranje konstrukcije

Konstrukcija je modelirana kao prostorni model u programskom paketu Tower 7.0 tako što su u modelu definisane mehaničke i geometrijske karakteristike elemenata konstrukcije. Proračun se sprovodi metodom konačnih elemenata koji se zasniva na diskretizaciji, te realnu konstrukciju opisuje elementima konačnih dimenzija.

Statički proračun uticaja se zasniva na linearnoj teoriji elastičnosti (teorija prvog reda). Geometrijske karakteristike elementima se pridružuju zanemarujući doprinos čelika, te se svi armiranobetonski elementi modeliraju usvajanjem bruto betonskog preseka. Kako je težnja, pri modeliranju, postizanje što realnijeg stanja konstrukcije, to su redukovanjem modula elastičnosti za 50%, obuhvaćeni efekti isprskalosti betonskog preseka i efekti tečenja.

Mreža konačnih elemenata kod površinskih elemenata formirana je automatski, uglavnom od četvorougaočnih konačnih elemenata, sa veličinom konačnog elementa od 0.3 m. Kod površinskih elemenata (ploča) postoji mogućnost izbora tipa proračuna u zavisnosti da li se uzimaju u obzir uticaji smicanja (klizanja) kod deformacija. Imajući ovo na umu, svi površinski elementi sa debljinom manjom od 25 cm su računati po teoriji tankih ploča, dok je temeljna ploča debljine 80 cm računata po teoriji debelih ploča, gde se ovi uticaji uzimaju u obzir. Minimalna debljina međuspratnih tavanica je određena iz graničnog stanja ugiba preko graničnog odnosa l/d , prema izrazu (1).

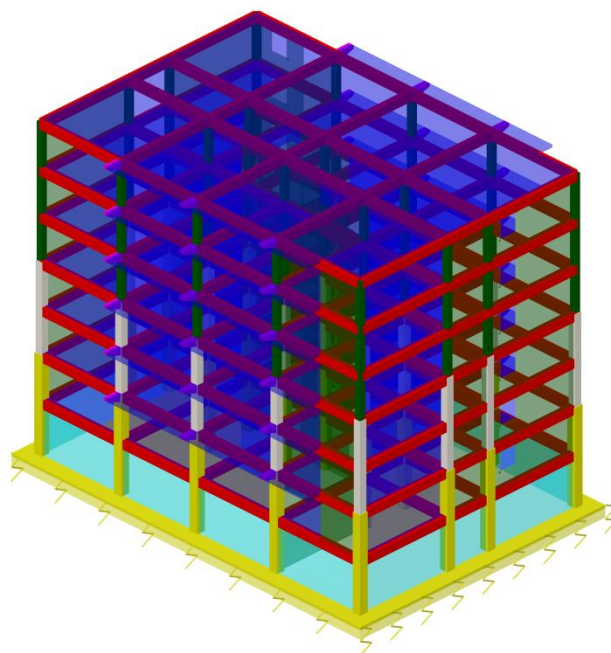
$$\frac{l}{d} = \begin{cases} K * \left[11 + 1,5 * \sqrt{f_{ck}} * \frac{\rho_0}{\rho} + 3,2 * \sqrt{f_{ck}} * \left(\frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{1,5} \right] & \text{za } \rho \leq \rho_0 = \sqrt{f_{ck}} * 10^{-3} \\ K * \left[11 + 1,5 * \sqrt{f_{ck}} * \frac{\rho_0}{\rho - \rho'} + \frac{1}{12} * \sqrt{f_{ck}} * \sqrt{\frac{\rho'}{\rho_0}} \right] & \text{za } \rho > \rho_0 = \sqrt{f_{ck}} * 10^{-3} \end{cases} \quad (1)$$

Ploče međuspratnih tavanica, kao i temeljna ploča, opterećenje prenose u dva pravca pa su u skladu sa tim modelirane kao izotropne, za razliku od ploča stepeništa koje opterećenje prenose u jednom pravcu gde je, pri modeliranju, potrebno izabrati pravac prenosa opterećenja.

Linijski elementi (stubovi i grede) su modelirani linijskim konačnim elementima. Kako je za granično stanje nosivosti, ono koje se analizira, torziona krutost greda, zbog pojave prslina, 10 puta manja od torziona krutosti homogenog betonskog preseka, grede su modelirane sa 10 puta manjim momentom inercije oko ose 1. Visine greda su pretpostavljene iz graničnog stanja upotrebljivosti konstrukcije, gde se preporučuju vrednosti u intervalu $L/12 \div L/8$. Stubovi su pozicionirani na mestima ukrštanja greda, sa visinama u podrumu od 3.5 m, a na ostalim etažama 3.0 m. Dimenzije poprečnih preseka su pretpostavljene analizom pripadajućeg opterećenja koje dati stub prihvata sa odgovarajuće međuspratne tavanice.

Interakcija konstrukcije i tla implementirana je modeliranjem tla Vinklerovim modelom, koji tlo tretira kao elastičnu podlogu i zasniva se na proporcionalnosti između pritiska i sleganja. Sam model podrazumeva predstavljanje tla pomoću elastičnih međusobno nezavisnih opruga određene krutosti, obično krutosti koja odgovara koeficijentu reakcije tla (modul posteljice), u konkretnom slučaju on iznosi $20000 \text{ kN/m}^2/\text{m}$, što ga čini jednodimenzionalnim modelom tla. Kako su opruge međusobno nezavisne, pritisak u određenoj tački je posledica sleganja samo te tačke.

Na slici 2 je prikazan 3D model predmetne konstrukcije.



Slika 2. 3D model konstrukcije

2.3. Analiza opterećenja

Analizom opterećenja se određuju vrednosti opterećenja merodavne za modeliranje konstrukcije. Razmatrana opterećenja koja deluju na predmetnu konstrukciju su: stalno opterećenje, promenljiva opterećenja (korisno, sneg, vetar), seizmička opterećenja.

Pod stalnim opterećenjem se podrazumeva sopstvena težina konstrukcije, koja je automatski generisana softverom, težina nekonstruktivnih elemenata, gde spadaju težine podova i plafona, kao i pregradnih i fasadnih zidova koje se „ručno“ računaju i nanose na model i pritisak tla.

Korisna opterećenja proizilaze od korišćenja objekta, odnosno namene prostora. Prema Evrokodu 1 [1], na razmatranu konstrukciju deluju 4 različite kategorije korisnog opterećenja, a to su A (stambeni), D (poslovni), F (garažni) i H (krovni). Na konstrukciju se nanose kao površinska sa preporučenim intenzitetima. Opterećenje snegom definisano Evrokodom 1 [2], za krovove nagiba između 0° i 30° sa preporukama intenziteta opterećenja u zavisnosti od lokacije objekta aplicira se kao ravnomerno površinsko opterećenje. Opterećenje vetrom je takođe analizirano prema Evrokodu 1 [3]. Na konstrukciju se nanosi kao površinsko prema definisanim zonama, s tim da horizontalna opterećenja treba konvertovati na linijska, koja deluju po stubovima i gredama.

Seizmička analiza je sprovedena u softveru Tower 7.0 koji nudi opciju seizmičkog proračuna prema Evrokodu 8 [6], primenom multimodalne spektralne analize. Ulazni podaci kojima se raspolaže su sledeći:

- Objekat se nalazi na tlu B kategorije
- Maksimalno referentno ubrzanje tla $a_{gR} = 0.15 \text{ g}$
- Koeficijent prigušenja 5%

2.4. Statički proračun i proračunske kontrole

Statički proračun je sproveden pomoću programa Tower 7.0 prema teoriji prvog reda. Kombinovanjem prethodno definisanih opterećenja na način definisan Evrokodom tj. primenom parcijalnih koeficijenata sigurnosti, formiraju se kombinacije za stalne i prolazne proračunske situacije i seizmičke proračunske situacije opterećenja. Softver automatski generiše ove kombinacije, pri čemu ih u konkretnom slučaju ima 626, i za merodavnu kombinaciju daje uticaje na osnovu kojih se dimenzionišu elementi.

Kontrole koje je neophodno sprovesti prema Evrokod normama su:

- Kontrola napona u tlu
- Kontrola normalnih napona u stubovima
- Kontrola napona u zidovima za ukrućenje
- Kontrola pomeranja i obuhvatanje uticaja drugog reda
- Kontrola međuspratnih pomeranja
- Kontrola probijanja temeljne ploče

Kada je ustanovljeno da konstrukcija ispunjava sve uslove prethodno nabrojanih kontrola prelazi se na dimenzionisanje i usvajanje armature u elementima.

2.5. Dimenzionisanje i armiranje elemenata

U softverskom paketu su dimenzionisani elementi konstrukcije, prema Evrokodu 2 [4], shodno graničnim stanjima (GSN i GSU).

Ploče koje se dimenzionišu su: krovna, ploča tipske etaže, ploča prizemlja kao i temeljna ploča. Sve ploče su armirane da prenose opterećenje u dva pravca. Pri samom usvajanju armature potrebno je obratiti pažnju na minimalne i maksimalne procenat armiranja (0.15÷4.0%) i na maksimalne razmace između šipki glavne i podeone armature. Širine prslina u pločama treba zadržati manjim od $w_{max} = 0.40$ mm.

Projektnim zadatkom je predviđeno dimenzionisanje po jednog rama iz svakog pravca. Dimenzionisanje linijskih elemenata, greda i stubova, prema Evrokodu je međusobno zavisno, tako da se mora poštovati redosled dimenzionisanja i usvajanja armature [7]. Kao prvo, dimenzionišu se grede i usvaja se njihova podužna armatura, nakon čega se usvaja podužna armatura u stubovima, i na kraju poprečna armatura ovih elemenata.

Seizmički zidovi su pretežno napregnuti na složeno savijanje u samoj ravni zida, te se dimenzionišu za odgovarajući pravougaoni presek, zanemarujući proširenja na mestima stubova.

3. KONTROLA PRSLINA

Pojava prslina je normalna u armiranobetonskim konstrukcijama izloženim savijanju, torziji ili zatezanju, bilo od direktnih opterećenja ili sprečenih ili prinudnih deformacija. Mogu se pojaviti već tokom očvršćavanja betona (plastično sleganje, plastično skupljanje, hidratacija cementa, sprečeno slobodno dilataranje...), kao i kasnije u eksploataciji (spoljašnja dejstva, nejednaka sleganja, korozija armature...).

3.1. Kontrola prslina prema „EN 1992“

Graničnim stanjem prslina se analiziraju one prsline koje su posledica proračunskih dejstava i sprečenog deformisanja, dok se prsline ostalih uzroka sprečavaju (ili se njihovi efekti ublažavaju) konstruktivnim merama, pravilnim detaljisanjem i negom betona...

Ograničenje širine prslina

Najvažniji razlozi zbog kojih se širine prslina ograničavaju su:

- Zaštita armature od korozije
- Obezbeđenje vodonepropusnosti
- Vizuelna „sigurnost“

Kontrolom graničnog stanja prslina, izraz (2), dokazuje se da proračunska širina prsline, w_k , nije veća od granične vrednosti, w_{max} , koja se usvaja u funkciji klase izloženosti i namene konstrukcije.

$$w_k \leq w_{max} \quad (2)$$

Minimalna količina armature

Određuje se iz uslova ravnoteže sile zatezanja u betonu neposredno pred pojavu prsline i sile zatezanja u armaturi nakon formirane prsline.

$$A_{s,min} * f_{yk} = k_c * k * f_{ctm} * A_{ct} \quad (3)$$

Kontrola prslina bez direktnog proračuna

Kada je obezbeđena minimalna površina armature, prema izrazu (3), može se očekivati da za maksimalne prečnike, odnosno maksimalna rastojanja granične širine prslina, naponi u zategnutoj armaturi ostanu u granicama prema tabeli 1.

Tabela 1. Maksimalni prečnici i razmaci između šipki

Napon σ_s [MPa]	Maks. prečnik / Maks. Razmak [mm / mm]		
	$w_k=0.4mm$	$w_k=0.3mm$	$w_k=0.2mm$
160	40 / 300	32 / 300	25 / 200
200	32 / 300	25 / 250	16 / 150
240	20 / 250	16 / 200	12 / 100
280	16 / 200	12 / 150	8 / 50
320	12 / 150	10 / 100	6 / -
360	10 / 100	8 / 50	5 / -
400	8 / -	6 / -	4 / -
450	6 / -	5 / -	- / -

Proračun širine prslina

Karakteristična širina prslina w_k , koja se upoređuje sa graničnim širinama, se određuje kao proizvod maksimalnog razmaka između prslina, $s_{r,max}$, i prosečne relativne dilatacije na dužini poremećaja, $(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$. Relativna dilatacija je predstavljena kao razlika srednje vrednosti dilatacije armature i srednje vrednosti dilatacije u betonu između prslina, izraz (4).

$$w_k = s_{r,max} * (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) \quad (4)$$

3.2. Kontrola graničnog stanja prslina „PBAB '87“

Ograničenje širine prslina

Proračunski se dokazuje da karakteristična širina prslina, $a_k(t)$, usled najnepovoljnije kombinacije dejstva u toku eksploatacije, u proizvoljnom trenutku vremena, nije veća od granične vrednosti širine prslina, a_u , izraz (5):

$$a_k(t) \leq a_u \quad (5)$$

Najveće širine prslina definisane su Pravilnikom za beton i armirani beton [5] u funkciji dugotrajnosti opterećenja i agresivnosti sredine, prema tabeli 2.

Tabela 2. Najveće vrednosti graničnih širina prslina

Agresivnost sredine	Trajanje uticaja	
	stalno i dugotrajno promenljivo	stalno, dugotrajno i kratkotrajno promenljivo
Slaba	0,2	0,4
Srednja	0,1	0,2
Jaka	0,05	0,1

Širine prslina

Pod karakterističnom širinom prslina se smatra vrednost koja je za 70% veća od srednje širine prslina, prema izrazu (6):

$$a_k(t) = 1.7 * a_s(t) \quad (6)$$

Srednja širina prslina definisana je relativnim izduženjem armature, razmakom između prslina i slobodnom dilatacijom skupljanja betona, izraz (7):

$$a_s(t) = l_{ps} * (-\varepsilon_{a1s,R}(t) + \varepsilon_s(t, t_0)) \quad (7)$$

Uprošćeni metod kontrole prslina

Ukoliko se potpuno zanemari sadejstvo zategnutog betona, uticaj skupljanja, kao i ako se uvede da najveći napon zatezanja u zategnutoj armaturi, za stanje nakon pojave prslina, nije veći od 1/1.7 granice razvlačenja, konkretan proračun širine prslina može da izostane, izraz (8).

$$\zeta = 1, (-\sigma_{a1}^{II})_{max} \approx \frac{\sigma_v}{1.7} \Rightarrow l_{ps} \leq \frac{E_a}{\sigma_v} * a_u \quad (8)$$

3.2. Analiza rezultata

Kao što se sa grafikona na slici 3 može zapaziti, dobijaju se različite vrednosti rastojanja između prslina primenom EN i SRB standarda. Iz izraza po kojima se dolazi do razmaka između prslina prema oba standarda zapaža se da se oni sastoje iz dva sabirka, gde u prvom učestvuje zaštitni sloj betona sa određenim koeficijentima, a u drugom vrsta armature, vrsta naprezanja, prečnik podužne armature i koeficijent armiranja efektivne zategnute zone. Sama razlika se može opravdati različitim prečnicima šipki i različitim koeficijentima armiranja koji su usvojeni u ovim standardima.



Slika 3. Rastojanje između prslina

Karakteristične širine prslina se, takođe, razlikuju, s tim da su kod greda razlike znatno manje nego kod stubova. Kada se uporede izrazi dati u dva standarda, vidi se da se prema EN propisima širina dobija kao proizvod maksimalnog razmaka između prslina i razlike srednjih dilatacija u armaturi i betonu, a prema SRB se ona definiše kao vrednost koja je 70% veća od proizvoda srednjeg rastojanja prslina i razlike dilatacija u armaturi i betonu. Uporedni prikaz vrednosti širina prslina je dat na slici 4.



Slika 4. Širina prslina

4. ZAKLJUČAK

Iz svega prethodno prikazanog, dolazi se do zaključka da evropski standard „EN 1992“ daje veće razmake između prslina od srpskog propisa „PBAB '87“, a same širine prslina su, u većini slučajeva (oko 90%), veće prema „PBAB '87“ od onih dobijenih prema „EN 1992“.

Ova dva standarda (pravilnika) su u načelu veoma slična, shvatanja i razumevanja prslina su praktično identična, ali na drugačiji način koncipirana. Suštinska razlika je u pristupu i pristupačnosti.

„PBAB '87“ je koncipiran sa veoma kompleksnom i opširnom analizom stanja prslina, što se ogleda kako u opisu samih prslina, tako i u numeričkom procesu kojim se izračunavaju svi potrebni faktori i rezultati za analizu stanja prslina.

„EN 1992“ teži jednostavnijem pristupu, kako u proračunu, tako i u nekim osnovnim informacijama. Poenta je što lakšeg i kraćeg proračuna, sa zadovoljavajućom tačnošću.

5. LITERATURA

- [1] EN 1991-1-1:2002-Evrokod 1 „Dejstva na konstrukcije“, Beograd, novembar 2009.
- [2] EN 1991-1-3:2003-Evrokod 1 „Dejstva na konstrukcije“, Beograd, novembar 2009.
- [3] EN 1991-1-4:2005-Evrokod 1 „Dejstva na konstrukcije“, Beograd, novembar 2009.
- [4] EN 1992-1-1:2004-Evrokod 2 „Proračun betonskih konstrukcija“, Beograd, februar 2006.
- [5] SRB - PBAB: Beton i armirani beton, Knjiga 1 „Osnove proračuna i konstruisanja“, Beograd, 2000.
- [6] EN 1998-1:2004-Evrokod 8 „Proračun seizmički otpornih konstrukcija“, Beograd, novembar 2009.
- [7] Zoran Brujić: „Betonske konstrukcije u zgradarstvu (prema Evrokodu) - skripta“, Novi Sad, 2018.

Kratka biografija:



Marko Filipović rođen je u Ljuboviji 1994. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva – Seizmička analiza konstrukcija, odbranio je 2018. godine.

**PROJEKAT AB STAMBENO POSLOVNOG OBJEKTA PREMA EVROKODU I
SEIZMIČKA ANALIZA TORZIONO FLEKSIBILNIH SISTEMA****PROJECT OF RESIDENTIAL BUSINESS OBJECTIVE TO EUROPE AND SEISMIC
ANALYSIS OF TORSION FLEXIBLE SYSTEMS.**

Stefan Novičić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Rad sadrži projekat AB konstrukcije stambeno poslovnog objekta u Novom Sadu spratnosti Po+Pr+4 prema zadatom arhitektonskom rešenju. Konstrukcija objekata projektovana kao skeletni sistem koji je ukrućen zidnim platnima u dva ortogonalna pravca. Detaljna analiza opterećenja i proračun uticaja sprovedeni su prema evropskim standardima, Evrokodovima. Projekat sadrži: analizu dejstava na konstrukciju, statički i dinamički proračun, dimenzionisanje i planove armiranja karakterističnih konstruktivnih elemenata. U istraživačkom delu master rada obrađena je tema projektovanja seizmičkih otpornih konstrukcija klasifikovanih kao "torziono fleksibilnih sistema" i "ekvivalentnih zidnih sistema".

Ključne reči: višespratna zgrada, statički proračun, dimenzionisanje, planovi oplata i armature.

Abstract – The paper contains the design of RC structure of a residential business building in Novi Sad of the basement+ground floor+4 floors, according to the given architectural solution. Structure was designed as a frame system with shear walls in two orthogonal directions. Detailed load analysis and impact calculation carried out according to European standards - Eurocodes. The project contains: analysis of the effects on the construction, static and dimensional budget, dimensioning and plans reinforcing characteristic constructive elements. In the research part of master work, the theme of designing seismic resistance constructions is classified as "Torsion Flexible Systems" and "Equivalent Wall Systems".

Keywords: multistorey building, static calculation, sizing, characteristic details, formwork and reinforcement plans.

1. UVOD

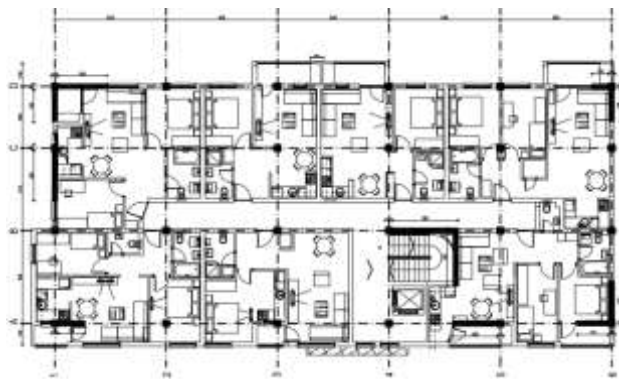
U našoj zemlji još uvek su na snazi propisi za beton, i uopšte za projektovanje konstrukcija koji datiraju još iz 80-tih godina prošlog veka. Težnja je da se pređe na novije Evrokod propise u našoj zemlji, pa je odatle i proistekla ideja za temu ovog rada, a to je uraditi projekat stambeno poslovne zgrade u kompletu prema Evrokod propisima sa lokacijom objekta u našoj zemlji a uz pomoć predloga nacionalnih aneksa naše zemlje iskorišćene karte za vetar, sneg, seizmiku i drugo.

NAPOMENA:

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

2. TEHNIČKI OPIS**2.1 Arhitektonsko rešenje**

Objekat je u osnovi pravougaonog oblika, dimenzija 32,0 m u podužnom pravcu i 13,6 m u poprečnom. Bruto površina karakteristične etaže iznosi oko 482,0 m, podruma i prizemlja po 435 m, dok ukupna korisna površina zgrade iznosi 2704,0 m². U podrumu se nalazi parking za vozila, na prizemlju su organizovani lokali, dok su ostale etaže predviđene za individualne stanove. Vertikalna komunikacija ostvaruje se pomoću lifta i dvokrakog stepeništa na svim etažama u objektu. Fasadni zidovi su urađeni od YTONG blok $d = 25$ cm. Pregradni zidovi objekta izrađuju se od YTONG bloka debljine 25 cm ili od gips karton ploča sa ispunom od kamene vune kao pregradni zidovi u okviru jednog stan.



Slika 1. Dispozicija tipskog sprata

2.2 Konstruktivni sistem objekta

Konstruktivni sistem objekta je skelet ukrućen armirano-betonskim (AB) platnima. Noseću konstrukciju objekta formiraju krovna i međuspratne konstrukcije, koje se oslanjaju na okvirnu konstrukciju i zidove za ukrućenje kao i zidove suterena u prizemlju. Međuspratne konstrukcije projektovane su kao sistem kontinualnih krstasto armiranih AB ploča, debljine 20 cm. Krovna konstrukcija je takođe kontinualna krstasto armirana AB ploča debljine 20 cm. Grede su na svim spratovima pravougaonog poprečnog preseka dimenzija 40/60 cm. Dimenzije stubova su 60/60 cm u podrumu i prizemlju, dok na svim ostalim etažama su 40/40 cm.

Zidovi za ukrućenje postavljeni su u oba ortogonalna pravca i njihova uloga je da prime horizontalno opterećenje i prenesu ga na temelje, kao i da doprinesu krutosti celog sistema. Debljina zidova za ukrućenje je 20 cm.

Zidovi suterena su projektovani za prihvatanje opterećenja od bočnog pritiska tla. Ovi zidovi se nalaze po objektu između stubova u suterenu. Debljina ovih zidova iznosi $d = 30$ cm. Stepenište je projektovano kao dvokrako. Debljina stepenišne armiranobetonske ploče i debljina ploče podesta iznosi 15 cm.

Temeljnu konstrukciju čini AB ploča debljine 70 cm.

Za sve konstruktivne elemente predviđeno je izvođenje betonom C35/45. Armiranje se predviđa rebrastom armaturom B500B.

3. ANALIZA OPTEREĆENJA

Analiza opterećenja urađena je prema evropskim standardima [1], [2], [5] opterećenje vetrom, opterećenje snegom i seizmičko opterećenje.

3.1 Stalno opterećenje

Stalna opterećenja su ona koja deluju na konstrukciju tokom celog eksploatacionog veka. U stalno opterećenje ulazi sopstvena težina elemenata konstrukcije, slojeva podova, plafona i zidova. Stalno opterećenje je naneto kao površinsko opterećenje na međuspratne tavanice, dok je opterećenje od zidova naneto kao linijsko opterećenje.

3.2 Korisno opterećenje

Prema [2] korisna opterećenja iznose za suteran 2.5 kN/m^2 , za tipski sprat 2.0 kN/m^2 , a za terase 2.5 kN/m^2 .

3.3 Opterećenje snegom

Opterećenje snegom se uzima 1.0 kN/m^2 na površini krovne ploče.

3.4 Opterećenje vetrom

Opterećenje vetrom je određeno prema [2] na konstrukciju je nanoseno kao površinsko, zatim konvertovano u linijsko.

3.5 Seizmičko opterećenje

Seizmičko dejstvo je određeno prema [5] Objekat se nalazi u VIII seizmičkoj zoni, a projektovan je za srednju klasu duktilnosti – DCM. Usvojen je tip tla B.

Gornja vrednost faktora ponašanja q koji služi za ocenu kapaciteta disipacije energije, mora se odrediti za svaki proračunski pravac prema izrazu (1):

$$q = q_0 \times k_w \geq 1.5 \quad (1)$$

gde je:

q_0 – osnovna vrednost faktora ponašanja, zavisna od tipa konstrukcijskog sistema,

k_w – faktor koji uzima u obzir preovladavajuću vrstu loma konstrukcijskih sistema sa zidovima.

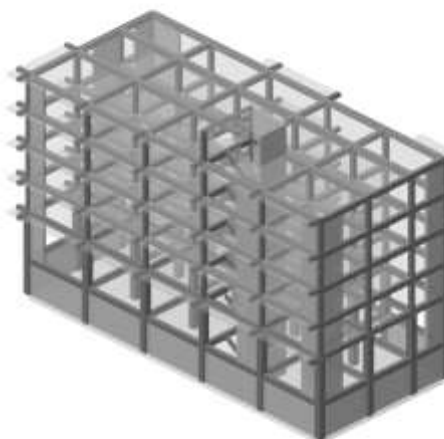
Korišćen je tip 1 elastičnog spektra odgovora sa vrednostima parametara iz tabele 1.

Tabela 1. Vrednosti parametara koji opisuju preporučni tip 1 elastičnog spektra odgovora

Tip tla	S	TB (s)	TC (s)	TD (s)
A	1.0	0.15	0.4	2.0
B	1.2	0.15	0.5	2.0
C	1.15	0.20	0.6	2.0
D	1.35	0.20	0.8	2.0
E	1.4	0.15	0.5	2.0

4. MODELIRANJE OBJEKTA

Konstrukcija je modelirana u softveru "Tower 7" baziranom na metodi konačnih elemenata. Svi uticaji u konstrukciji određeni su na prostornom proračunskom modelu. Grede i stubovi su modelirani kao linijski, a međuspratne tavanice, krovna ploča, zidna platna i temeljna ploča kao površinski elementi. Mehaničke karakteristike kao što su računski čvrstoća betona na pritisak, modul elastičnosti i Poasonov koeficijent, određeni su klasom betona C35/45. Izgled modela je prikazan na slici 2.



Slika 2. 3D model konstrukcije.

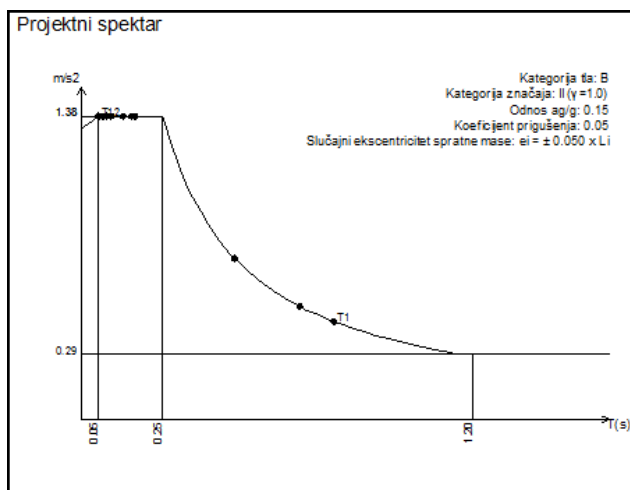
5. UPOREĐIVANJE UTICAJA NA OBJEKTU PROGLAŠENIM KAO "TORZIONO FLEKSIBILNI SISTEM" SA "EKVIVALENTNIM ZIDNIM SISTEMOM"

Torziono fleksibilni sistemi su oni kod kojih je radijus/krak spratne mase veći od torzionog radijusa u jednom ili oba pravca. Tipičan primer bi bio dvojni sistem kod kojeg su svi zidovi koncentrisani u sredini osnove konstrukcije. Za okvirne, dvojne i zidne sisteme se postavlja obaveza ispunjenosti zahteva regularnosti u osnovi koji se odnosi na radijus inercije, ali se za konstrukcije sa dobro (ravnomerno, simetrično) raspoređenim vertikalnim elementima u osnovi može smatrati da je zahtev ispunjen i bez proračunske provere. Ukoliko raspored vertikalnih elemenata implicira neregularnost, a provera kriterijuma regularnosti po radijusu inercije nije zadovoljena, sistem se (jedinstveno; za oba pravca) klasifikuje kao torziono fleksibilan.

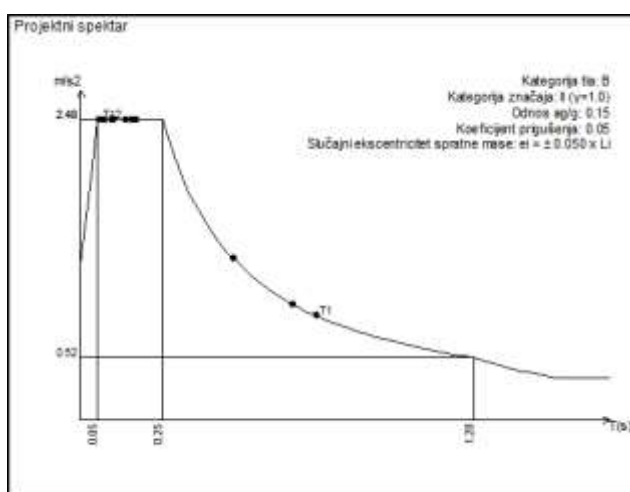
Dualni sistemi su oni koji vertikalno opterećenje prenose primarno okvirima, a horizontalno i okvirima i zidovima. Iz prethodnog je jasno da se dualnim smatraju oni sistemi kod kojih se ni jednim od elemenata ne prenosi više od 65% bazne sile. Pri tome, ako je doprinos okvira veći – reč je o ekvivalentnim zidnim sistemima.

Glavna razlika u modeliranju seizmičkog opterećenja na modelu između dva navedena sistema jeste u faktoru ponašanja. Faktorom ponašanja se inercijalno opterećenje koje odgovara elastičnom spektru redukuje na račun predviđenog nelinearnog odgovora konstrukcije. Njegova vrednost u konkertnom slučaju za "torziono fleksibilni sistem" iznosi $q = 2.0$ dok za "ekvivalentnim zidni sistem" iznosi $q = 3.6$.

Na osnovu pomenutih rednosti projektni spektri odgovora izgledaju na sledeći način:



Slika 3. Projektni sprektar odgovora za "ekvivalentnim zidnim sistemom"



Slika 4. Projektni sprektar odgovora za "torziona fleksibilni sistem"

Na osnovu pokazanih spektara odgovora može se uočiti da je seizmičko opterećenje na koje se projektuje objekat kod "Torziona fleksibilni sistem" u mnogo veće pa samim tim i očekivano je da potrebe za dimenzijama konstruktivnih elemenata budu veće.

6. ZAKLJUČAK

Iz analiziranih uticaja dobijenih na dva različita modela i to "torziona fleksionog sistema" u odnosu na "ekvivalentni sistem sa dominantnim zidovima" iz dobijenih rezultata, da momenat savijanja stubova višestruko veći kod "torziona fleksionog sistema", sto je i očekivano s obzirom da je projektni faktor ponašanja kod "torziona fleksionog sistema" dosta manji pa su projektne seizmičke sile veće kao i veća pomeranja, koja i u ovom slučaju nisu prešla dozvoljena i nisu izazvala uticaje drugog reda. Takođe u drugom modeliranju nema zidova koji će primiti horizontalne sile već je sve predato stubovima sto za posledicu daje potrebu za mnogo većim dimenzijama stubova i više armiranim što u mnogome poskupljuje samu konstrukciju.

Glavni zaključak je da konstrukciju treba što je više moguće organizovati tako da bude regularna u osnovi i po visini, kao i napraviti dobar raspored zidova za ukrućenje u osnovi. Težiti da budu postavljeni uz obode objekata

kako bi imali sto veći efekat u prijemu i prenosu horizontalnog opterećenja, sve to su bitni parametri koji utiču na klasifikaciju objekta prema Evrokodu u određeni tip konstrukcija, što automatski povlači faktore koji direktno određuju vrednost seizmičke sile i načine na koje ista može biti simulirana na modelu.

U koliko se dispozicija konstruktivnih elemenata objekta dominantno misleći na zidove i stubove reši tako da objekat u osnovi bude simetričan oko jedne, a vrlo poželjno i oko obe ose, zidovi koncentrisani na što većem kraku od centra krutosti, izbegavati koncentrisanje zidova unutar objekta na malim radijusima, voditi računa da radijus inercije ne prekorači vrednosti veće od radijusa torzije u oba glavna pravca, zatim ispuniti uslove regularnosti po visini misleći da mase po etažama zadovoljavaju

Evrokodom predviđene kriterije kao i sažimanja po visini objekta zadovolje pravilnikom predviđene uslove vrlo je izvesno očekivati da objekat osciluje pravilno u prvom i drugom tonu što znači da njihovi pravci oscilovanja budu upravni jedan na drugi.

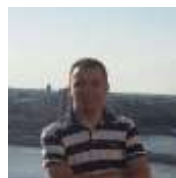
Kako se kod objekata kod kojih imamo i ramove i zidove za ukrućenja kojima predajemo seizmičko opterećenje, procentualno udeo prijema ovog opterećenja raste na zidove kako ih je više na objektu, misli se na njihovu veću površinu u osnovi, umanjuje periode oscilovanja, smanjuje vrednosti spratnih pomeranja i propisima je definisano kako utiče na faktor ponašanja, što izaziva različitu seizmičku silu koju nanosima na model objekta u zavisnosti u koji je tip konstrukcije ona klasifikovana prema Evrokodu.

Sve to za posledicu daje uticaje u elementima, prvenstveno stubovima od seizmičkog opterećenja manjih vrednosti kada imamo zidove za ukrućenje za razliku od slučaja kada ih nemamo. Naročito je to izraženo kod "torziono fleksionih sistema" kod kojih su vrednosti faktora ponašanja znatno manjih vrednosti, a samim tim projektne seizmičke sile dosta veće dolazi do jasnog zaključka da je pored dobro rešene dispozicije objekta značaj zidova za ukrućenje višestruk kako je i već navedeno.

7. LITERATURA

- [1] EN 1990: 2002 Evrokod 0
- [2] EN 1991: 2002 Evrokod 1
- [3] EN 1992: 2002 Evrokod 2
- [4] EN 1997: 2002 Evrokod 7
- [5] EN 1998: 2002 Evrokod 8
- [6] <http://www.radimpex.rs> – Uputstvo za Tower (7631).
- [7] <http://www.radimpex.rs> – Uputstvo za Armcad 6.

Kratka biografija:



Stefan Novičić rođen je u Kruševcu 1994. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Seizmičke analize konstrukcija odbranio je 2018.god.

PROJEKAT MHE „Stubljanska“-FAZA HIDROTEHNIKA

PROJECT OF MINI HYDRO POWERPLANT „Stubljanska“-HYDROTECHNICAL PHASE

Predrag Lutovac, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO - Hidrotehnika

Kratak sadržaj - U radu su prikazane hidrološke i tehničke karakteristike za objekat mHE "Stubljanska", zatim je rađen hidraulički proračun i usvojeni su svi potrebni elementi trase i objekta. Na osnovu usvojenih elemenata i tehničkih karakteristika objekta izveden je predmjer i predračun radova, koji nam je bio glavni pokazatelj za donošenje zaključa o isplativosti objekta.

Ključne riječi: minihidroelektrana, vodozahvat, cjevovod, hidraulički proračun, proticaj

Abstract - The paper presents hydrological and technical characteristics for the Mini Hydro Powerplant "Stubljanska", then a hydraulic calculation was made and all necessary elements of the pipeline and object were adopted. The Bill of quantity was derived on the basis of the adopted elements and technical characteristics of the object. The Bill of quantity was our main parameter for the conclusion about profitability of the object.

Keywords: Mini Hydro Powerplant, water catchment, pipeline, Hydraulic calculation, flow

1 UVOD

1) Uvod

Na primeru rijeke Stubljanske sa svojim pritokama razmatrane su varijante iskorišćenja vodnog potencijala, koje su inicijalno imale za cilj maksimalno energetska iskorišćenje voda u prirodnom pravcu toka, pri čemu se vodilo računa o očuvanju prirode i zaštite životne sredine.

2) Cilj izrade projekta

Prvenstveni cilj izrade rada je:

- Analizirati tehnička rješenja i troškove izgradnje ovakvih hidro-energetskih objekata, imajući u vidu sve uslove vezane za prirodnu sredinu izakonske regulative Republike Crne Gore

3) Opšti podaci

mHE "Stubljanska" je protočna elektrana koja radi po nivou bez posade, sa položenim cjevovodom pod pritiskom od vodozahvata do strojare. mHE "Stubljanska" sa instalisanim protokom od $Q_i = 0,24 \text{ m}^3/\text{s}$ i neto padom $H_n = 241,20 \text{ m}$ daje je instalisani kapacitet turbine 841 kW (maksimalna snaga je 913 kW). Očekivana prosječna godišnja proizvodnja električne energije je $3,49 \text{ GWh}$.

2. HIDROLOŠKE KARAKTERISTIKE

U radu su date fizičko geografske karakteristike sliva i vodotoka, određen je srednji višegodišnji protok metodama:

- Metoda analogije-
- Metoda Langbein-a-
- Metoda predominantnih faktora (M.P.F.)-
- Metoda prof Srebrenovića

- Metoda analogije:

Jedna od metoda za približno određivanje vrijednosti prosječnih godišnjih proticaja je metoda po kojoj se traži sliv analog, za koji se već raspolaze hidrološkim podacima. Ti se hidrološki podaci i analize na osnovu njih, zatim preslikavaju na hidrološki neizučen tj nemjeren sliv od interesa. Za približno određivanje prosječnih proticaja na hidrološki nemjerenom slivu, pomoću sliva analoga koristi se sledeći obrazac:

$$Q_n = Q_a \times \frac{F_n}{F_a} \times \frac{Z_n}{Z_a} \times \frac{P_n}{P_a}$$

gdje je:

n - indeks koji označava sliv za koji se računa proticaj (nepoznato Q)

a - oznaka za sliv analog (za koji se raspolaze mjernim podacima),

Q - prosječni višegodišnji proticaj,

F - površina sliva,

Z - srednja nadmorska visina sliva (mm)

P - prosječne padavine na slivu (mm).

Shodno uzetim analognim slivovima dobijeno je:

$$Q_n = Q_a \times \frac{F_n}{F_a} \times \frac{Z_n}{Z_a} \times \frac{P_n}{P_a} = 1,101 \times \frac{11,4}{55,3} \times \frac{1157}{1421,7} \times \frac{870}{1100} = 0,146 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Metoda Langbein-a-

Primena metode Langbein-a zahteva prethodno proveravanje parametara metode na osmotrenim profilima hidroloških stanica u razmatranom slivu ili šire. Za proračun vrijednosti srednjeg višegodišnjeg proticaja metoda Langbein-a koristi zavisnost

$Q_{sr} / K = f (P_{sr} / K)$ gdje je:

Q_{sr} - prosječni višegodišnji sloj oticanja u slivu u cm ,

P_{sr} - prosječne višegodišnje padavine u slivu,

K - Temperaturni faktor koji se definiše preko izraza

$$K = 10^{(0,027 \cdot T + 0,886)}$$

T - prosječna višegodišnja temperatura vazduha u slivu u $^{\circ}\text{C}$.

U sl. tabeli prikazan je dobijeni protok po metodi Langbein-a.

Stacija profil	F (km ²)	P _n (mm)	T (°C)	K	P _n /K	Q _{sr} /K	Q _{sr} (cm)	Q _{st} (cm)	η (l/s/m ²)	Q _i (m ³ /s)
Stacija mHE "Stubljanska"	11,4	87	6	11,17	7,79	2,55	28,48	48,12	15,20	0,174

NAPOMENA:

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

- Metoda predominantnih faktora (M.P.F.)-

Ovom metodom dobijamo vrijednost srednjih prosječnih voda i velike vode različitih povratnih perioda (T= 10, 20, 50 i 100 g) Po ovoj metodi velike vode se dobijaju interpolacijom a ne ekstrapolacijom opaženih veličina, što je njena glavna odlika i vrijednost. Hidrološki parametri koji su relativno konstantni po veličini i vremenu, a utiču na režim voda su:

-Prosječne godišnje padavine,

-Topografija sliva

-Pluvio topografski indeks

Dobijene vrijednosti po metodi predominantnih faktora

Ph = 0.273

$\eta = 0.439$

ho = 0.382

q = 12.135 l/s*km²

Q = 0.138 m³/s

Pi = 2459.895 = 24.59895

ho = 11.862

Prosječna velika voda Q₀ = 1.641 m³/s

h₁₀ = 2.070 Velika voda (T=10 g P=10%) Q₁₀= 3.398 m³/s

h₂₀ = 2.534 Velika voda (T=20 g P=5%) Q₂₀= 4.158 m³/s

h₅₀ = 3.029 Velika voda (T=50 g P=2%) Q₅₀= 4.970 m³/s

h₁₀₀ = 3.474 Velikavoda (T=100 g P=1%) Q₁₀₀= 5.70m³/s

- Metoda prof Srebrebrenovića -

Ova formula je izvedena na osnovu Racionalne formule.

Zbog dobro određenih odnosa između karakterističnih parametara od kojih zavisi oticanje velikih rijeka preporučljiva je za praktičnu primjenu. Maksimalni protoci različitih povratnih perioda definisani su izrazom:

$$Q_{MP} = 0.48x \frac{\alpha}{(K\omega)^{3/4}} x 4^{0.96} x P^{0.5} x S^{1/3}$$

gdje su:

A-površina sliva u km²

$\alpha = 0.80[1 + 0.075x(\log p - \beta)]$ - koeficijent oticaja

p - povratni period

$\beta = 1-3$ koeficijent zavisen od pošumljenosti, propustljivosti tla...

$\Psi P = [P(1+1.5 \log p)]^{1.43}$

P-prosječne godišnje padavine (m)

S- pad sliva određen izrazom

$S = 2\Delta H/L$ (m/km)

ΔH - je razlika između srednje nadmorske visine sliva H₀ i kote proticajnog profila H

$\Delta H = H_0 - H$ (m)

L (km) - je duža stranica zamjenjujućeg pravougaonika, čija je površina jednaka površini sliva

$L = (A(2 - K)/K)^{1/2}$ (km)

K- koeficijent koncentrisanosti sliva

$K = 2A/OU$ O (km) - obim sliva

U (km) - udaljenost težišta sliva od proticajnog profila

ω - je veličina određena izrazom

$\omega = 1 + \tau_2/\tau_1$

Prema izrazu dat je tabelarni proračun velikih voda po formuli prof Srebrebrenovića za usvojeno $\beta = 3$ i P=0.87m.

	T10	T20	T50	T100
α	0.68	0.70	0.72	0.74
ΨP	3.04	3.85	5.01	5.95
S	92.7	92.7	92.7	92.7
K	0.512	0.512	0.512	0.512
τ_1	5.494	4.998	4.499	4.203
τ_2	1.293	1.293	1.293	1.293
ω (sati)	1.235	1.259	1.287	1.308
Q (m ³ /s)	4.83	6.20	8.20	9.86

U kontekstu ovih vrijednosti očekovana velika voda na Stubljanskoj rijeci u profilu 890mm bi bila Q=5.70 m³/s. Takođe je urađen proračun krive trajanja metodom analogije i dobijen je srednji višegodišnji protok Q = 0.166 m³/s i traje prosječno oko 40% ili 146dana.

3 TEHNIČKE KARAKTERISTIKE ZA OBJEKAT MHE „STUBLANSKA RIJEKA“

U tehničkom izvještaju približnije je opisan vodozahvat, cjevovod i mašinska zgrada.

3.1 Vodozahvat

Usvojeno je rješenje vodozahrata sa taložnikom ili tzv. "Tirolski" zahvat. Ovaj tip vodozahrata je odabran jer se radi o planinskom vodotoku koji u toku godine ima neravnomjeran proticaj kao i produkciju velike količine krupnog vučenog nanosa

3.2 Cjevovod

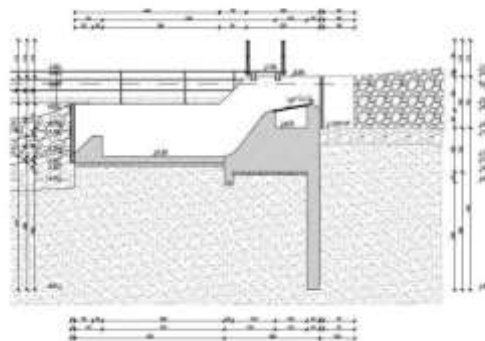
Kao dio hidrotehničkog sistema između vodozahrata i zgrade hidroelektrane na dužini od oko 2400m projektuje se cjevovod pod pritiskom. Trasa cjevovoda smještena je u trupu lokalnog puta. Usvojene su čelične cijevi u standardnim dužinama sa komadima od 12 m, 6 m. [2,3]

3.3 Mašinska zgrada

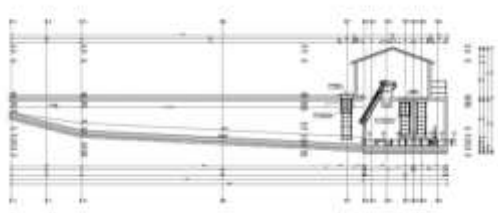
Mašinska zgrada je smještena na koti 649.00 m.n.m. što predstavlja kotu gotovog poda objekta. Mašinska zgrada je objekat u osnovi, vanjskih gabarita 9,50 x 11,00m. Zidovi su armirano betonski, debljine zida 30 cm. Temeljenje se vrši temeljnom pločom debljine 90 cm. Planirana je mašinska zgrada sa jednom etažom tj. samo sa prizemljem. Takođe se sa glavnog puta može pristupiti do glavnog transformatora i postrojenja.

4. HIDRAULIČKI PRORAČUNI

Hidrauličkim proračunom dimenzionisani su vodozahvat, taložnicu, riblju stazu, slapište, opremu i dr. [1,4]. Shodno hidrauličkim proračunom vodozahvat treba izvesti prema slici 1, a taložnicu prema sl. 2



Slika 1: Vodozahvat



Slika 2: Taložnica

Izračunate i usvojene vrijednosti karakterističnih dimenzija taložnice su:

Dužina taložnice $L_t = 19,00$ m;
 Širina komore taložnice $B = 1,25$ m;
 Dubina mrtvog prostora taložnice $h_{kr} = 0,40$ m;
 Dubina vode na prelaznom dijelu kanala $h = 0,11$ m;
 Dužina prelaznog dijela $L_{pd} = 4,75$ m;
 Dužina otvora preliva $L_{pr} = 1,90$ m;
 Visina otvora preliva $h_{pr} = 0,20$ m;

Hidraulički proračun cjevovoda

Definisanjem kaptaže, mašinske zgrade i same trase cjevovoda dobijeno je da je bruto pad H_b jednak je razlici gornje i donje vode HE. Gornja voda mHE je na koti 889,37 m.n.m, a donja voda na 648,00 mnm. Instalirani protok na mHE je $Q_{inst} = 0,24$ m³/s, dok je ekološki protok na pregradi $Q_{ekol} = 0,02$ m³/s.

Shodno tome izveden je proračun linijskih i lokalnih gubitaka dovodnog sistema mHE "Stubljanska" gdje je dobijeno da je $dh = 22,85$ m, a bruto pad je **241,37 m**, dok neto pad iznosi: $H_n = H_b - dh = 241,37 - 22,85 = 218,52$. Kod dimenzionisanja debljine zida cjevovoda, podijeljeni su isti na tri sekcije, i ako se sagledaju podužni profili same dionice su određene prema visinama, odnosno sekcija sa PN10, PN20 i PN25.

- Sekcija C1, od 0+0,00 do 0+1258,28;
- Sekcija C2, od 0+1258,28 do 0+1914,11;
- Sekcija C3, od 0+1914,11 do 0+2385,53;

Na cjevovodima su dimenzionisani anker blokovi, i to na trasi i anker blok strojarne. [1,2,3]

5. GEODETSKI ELEMENTI TRASE I OBJEKATA

Na osnovu podloga i proračuna moraju se definisati geodetski elementi vodozahvat, mašinska zgrada i cjevovod.

6. PREDMJER I PREDRAČUN

Sagledavajući i uzimajući u obzir sve radove koje je potrebno izvesti u fazi hidrotehnike došlo se do troškova investicije prema sledećoj rekapitulaciji:

Rekapitulacija:

I Pripremni radovi	3878.30
II Zemljani radovi	135097.34
III Betonski radovi	13466.25
IV Montažni radovi	155499.00
UKUPNO BEZ PDV	304062.59
PDV 21 %	63853.14
UKUPNO SA PDV	367915.73

(cijene su iskazane u eurima)

7. ZAKLJUČAK

Uzevši u obzir beneficiranu cijenu električne energije iz obnovljivih izvora od 0,13 EURA/kWh i prosečnu godišnju proizvodnju od 3,49 GWh godišnji prihod od prodaje energije je na nivou:

$3,49 \times 1.000.000 \times 0,13 = 454.000,00$ EURA

Ovo ukazuje da se investicija može isplatiti čak za jednu godinu rada.

8. LITERATURA

- [1] Savić, Lj. M: **Uvod u hidrotehničke gradjevine**, Građevinski fakultet Beograd 2003,
- [2] Živko Vuković, **Osnove hidrotehnike**, Sveučilište u Zagrebu 1994,
- [3] Petar S. Petar S. Petrović, Dušan D. Radojević, **Hidrotehničke konstrukcije primeri i primene I**, Beograd 1997.
- [4] Helena Ramos, **Guideline for Design of Small Hydropower Plants**, published in 2000 through WREAN (Western Regional Energy Agency & Network) and DED (Department of Economic Development), Belfast, North Ireland.

Kratka biografija:



Predrag Lutovac rođen je u Bijelom Polju 1982. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva–hidrotehnike odbranio je 2018.god.

kontakt: predragl_82bp@yahoo.com

MOBILNO BANKARSTVO I ULOGA POŠTE**MOBILE BANKING AND THE ROLE OF POSTAL SERVICE**Ljiljana Urošević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – SAOBRAĆAJ**

Kratak sadržaj – U ovom radu izvršeno je istraživanje stavova korisnika o uslugama mobilnog bankarstva i da se na osnovu ovih stavova utvrde dalje smernice u razvoju mobilnog bankarstva kod nas. Cilj ovog rada je definisanje značaja mobilno bankarstva u savremenim uslovima poslovanja, kao i njegova primena kod korisnika mobilnih uređaja.

Ključne reči: Mobilno bankarstvo, WAP, SMS, bankarstvo, mobilni operateri

Abstract – This paper presents a survey of the user's views on the services of a mobile bank and based on these attitudes determine further guidelines in the development of mobile banking in our country. The aim of this paper is to define the significance of the mobile bank in modern business conditions, as well as its application to the users of mobile devices.

Keywords: Mobile banking, WAP, SMS, banking, mobile operators

1. UVOD

Poslednjih godina u korak sa razvojem mobilne telefonije i tehnike, a naročito Interneta kao svetske globalne komunikacione mreže, dolazi do značajnih promena u svim sverama društva, pa tako i u bankarstvu kao jednoj specifičnoj privrednoj delatnosti. Klasično bankarstvo se zamenjuje novim vidovima bankarstva, kao što je mobilno bankarstvo i elektronsko bankarstvo.

U poslednjih desetak godina intenzivno se razvija i napreduje mobilno bankarstvo koje ima velike mogućnosti i perspektivu za dalji razvoj, po gotovo ako se zna da broj korisnika mobilnih telefona konstantno raste, a da se telefoni sve više usavršavaju, tako da već sada neki od njih mogu obavljati gotovo iste operacije kao i računari. Mobilno bankarstvo može se definisati kao obavljanje bankarskog poslovanja uz pomoć mobilnog uređaja, kao što su mobilni telefoni ili tableti. Mobilno bankarstvo predstavlja jednu od inovativnih usluga koje su usvojile banke i druge organizacije koje se bave finansijskim uslugama na tržištu. Mobilno bankarstvo može se definisati i kao novi aspekt elektronskog bankarstva koji, za razliku od tradicionalnih bankarskih usluga, nudi bogatu platformu za automatizovano bankarstvo i druge finansijske usluge. U zavisnosti od ponude banke, usluge mogu uključivati mogućnost

prilagođenim informacijama i vođenje računa. Mobilno bankarstvo može uticati nadruštveno-ekonomski razvoj na tržištima u razvoju. Ovaj vid bankarstva olakšava prenošenje sredstava sa jedne osobe na drugu, što je veoma važno za ekonomiju koja se razvija, jer pruža i olakšava finansijske usluge bankama. Mobilni operateri su brzo shvatili da mobilno bankarstvo kao usluga koja se nudi korisnicima ima potencijal i da se ovom uslugom povećava lojalnost korisnika uz generisanje naknada i razmene poruka. Finansijske institucije koje su imale poteškoća kod pružanja profitabilnih bankarskih usluga putem tradicionalnih kanala uvideli su da je mobilno bankarstvo slično kao bankarstvo bez ograničenja.

2. MOBILNO BANKARSTVO

Usluge koje nudi mobilno bankarstvo mogu se svrstati u tri kategorije [1]: mobilno računovodstvo, brokerske informacije i finansijske informacije. Mobilno računovodstvo se definiše kao bankarska usluga zasnovana na transakcijama koje se sprovode preko standardnog bankovnog računa, a sprovode se preko mobilnih uređaja. Mobilno računovodstvo može se dalje podeliti na upravljanje nalogom i administraciju naloga [1]. Drugu uslugu koju nudi mobilno bankarstvo je brokerske radnje preko mobilnog telefona. Ovo se u kontekstu bankarskih i finansijskih usluga definiše kao posredničke usluge koja se odnosi na berzu, kao što je prodaja i kupovina akcija, obveznica, fondova, derivate i deviza. Kao i mobilno računovodstvo, i ovaj deo mobilnog bankarstva je podeljen na upravljanje nalogom i administracija naloga [1].

Mobilne finansijske informacije odnose se na bankarske i nefinansijske usluge informativne prirode koje mogu biti informacije o računu ili informacije o stanju na tržištu. Informacione usluge su neophodan deo mobilnog računovodstva i posredovanja, ali mogu se dobiti i nezavisno od ovoga. Mobilne finansijske usluge obično pružaju finansijske institucije i podsistemi bankarskih i drugih finansijskih institucija.

2.1. Nosioci mobilnog bankarstva

Pružanje usluga mobilnog bankarstva korisnicima uključuje učešće četiri glavna nosioca, banke, operatera mobilne mreže (Mobile Network Operator (MNO)), prodavca tehnologije mobilnog bankarstva i sam korisnik [1]. Tržište mobilnih telefona je naglo poraslo, a u ovu inicijativu se uključile mnoge zainteresovane strane (banke i MNO) i shvatile su potencijalnu korist od uvođenja mobilnog bankarstva. Bankaobično ima više kanalni prisup za pružanje usluga transakcija za svoje korisnike. Njeni kanali uključuju tradicionalni način na samom šalteru, bankomate, POS uređaje i internet. Ovi

NAPOMENA:

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

kanali imaju veći trošak infrastrukture i implementacije i obično se nalaze na razvijenim tržištima ili u razvijenim urbanim i polu urbanim područjima gde postoji velika gustina naseljenosti i gde je dostupna infrastruktura. MNO pruža mobučnost korišćenja mobilnog telefona za pružanje bankarskih usluga korisnicima. Globalno potraživanje za mobilnim telefonima dovodi do toga da mobilni telefoni postaju sve konkurentniji, smanjuje se njihova cena, povećavaju se troškovi korisnika i smanjuje se dobit. Prodavac usluga mobilnog bankarstva često je katalizator mobilnog bankarstva na tržištu, jer promovise saradnju MNO-a i banke putem mobilnog bankarstva. Prodavci usluga mobilnog bankarstva imaju integralnu ulogu u pružanju usluga mobilnog bankarstva korisnicima.

2.2. Pojam, nastanak i razvoj mobilnog bankarstva

Konvergencija mobilnih komunikacija i Interneta otvara nove kanale za različite finansijske servise. Mobilno bankarstvo (Mobile banking) je najnoviji trend u razvoju elektronskog bankarstva. Ono omogućava izvršavanje transakcija putem prenosnih računara (laptop-a), digitalnih ličnih organizatora (PDA) i mobilnih telefona [1]. Finansijske institucije sada imaju mogućnost da ponude bankarske, brokerske, usluge osiguranja preko mobilnih telefona, personalnih digitalnih asistenata (PDA) ili pejdžera. Pri tome, one povećavaju lojalnost klijenata kao i produktivnost svojih zaposlenih. Telefoni novije generacije imaju mogućnost pristupanja Internetu. Ovo dovodi do toga da korisnici mogu putem mobilnog telefona da se povežu sa svojim bankama i da izvrše željene transakcije. Mobilno bankarstvo kod nas se nalazi na samom početku i ono što danas predstavlja našu realnost to su SMS finansijske aplikacije. SMS (Short Message Service) predstavlja isporuku tekstualnih poruka na mobilne uređaje. Prednosti mobilnog bankarstva su relativno mala ulaganja, veća produktivnost zaposlenih, jednostavnost i veći komfor pri korištenju bankarskih usluga, dok su nedostaci ogledaju u nesigurnosti klijenata da šalju podatke preko mobilne mreže i još uvek u nedovoljnoj izgrađenosti standarda u mobilnom poslovanju.

3. IMPLEMENTACIJA PLATFORME ZA MOBILNO BANKARSTVO

Mobilno bankarstvo se posmatra kao proširenje postojeće platne infrastructure jedne banke preko mobilne telefonije. Mobilni telefoni predstavljaju kanal za iskorišćenje mrežem obilne telefonije i njenog dometa, kako bi pružio bankarske usluge potrošačima [2]. Infrastruktura mobilnog bankarstva slična je tehničkom okruženju bankomata, POS (point of sale), filijala i usluga internet bankarstva (slika 1.). Osnovni bankarski sistem, sistem u kojem se nalazi račun potrošača, kojim se upravlja transakcijama i gde se nalazi istorija transakcija, mora da prevede bankarske upite, primljene od strane potrošača, putem jednog od bankarskih kanala, kao što su bankomati ili internet. Ovi zahtevi moraju biti u format koji osnovni bankarski sistem može da obradi. Ovaj prevod se obično vrši preko EFT kanala. EFT kanal prebacuje transakcije sa kanala na odgovarajući deo unutar osnovnog bankarskog sistema [2].



Slika 1. Pozicija mobilnog bankarstva u celokupnoj bankarskoj arhitekturi[2]

4. OPCIJA ZA NOSIOCE MOBILNIH BANKARSKIH USLUGA

4.1. Usluga SMS banking

SMS (Short Messaging Service) omogućava korisnicima da šalju i primaju tekstualne poruke na mobilnom telefonu koristeći numerisanu tastaturu za unos znakova. Svaka poruka može biti duža od 160 znakova i poslata korisnicima različitih operativnih mreža i primati iste od njih. Svi današnji mobilni telefoni pružaju SMS usluge. SMS je postao globalni fenomen sa milijardama tekstualnih poruka širom sveta u toku nedelje dana. Procenjuje se da je 2005. Godine širom sveta poslato 1 bilion tekstualnih poruka [2].

4.2. Interaktivno prepoznavanje glasa

Interaktivno prepoznavanje glasa (Interactive Voice Response (IVR)), predstavlja tehnologiju koja omogućava osobi, obično osobi koja poziva telefonom, da izabere opciju iz govornog menija i da se integrišu sa telefonskim sistemom. Reprodukuj se glasovna poruka i osoba koja poziva pritišće broj na telefonskoj tastaturi kako bi odabrao određenu opciju, tj. „pritisnite 1 za da, pritisnite 2 za ne“. Prepoznavanje govora takođe može prepoznati govorni odgovor pozivaoca, kao što su „da“ i „ne“ ili neke složenije reči, rečenice ili broj kao validan odgovor na govorni poziv.

4.3. WirelessApplicationProtocol (WAP)

WAP se najbolje opisuje kao internet na mobilnom telefonu. WAP predstavlja međunarodni standard za aplikacije koje koriste bežičnu komunikaciju. Njegova glavna aplikacija omogućava pristup Internetu sa mobilnog telefona ili PDA [2]. WAP pretraživač pruža sve osnovne usluge kao i pretraživač na računaru, ali je pojednostavljen da radi u okviru ograničenja mobilnog telefona. WAP predstavlja protokol koji se koristi kod većine svetskih internet sajtova za mobilne telefone, poznatijih kao WAP sajtovi.

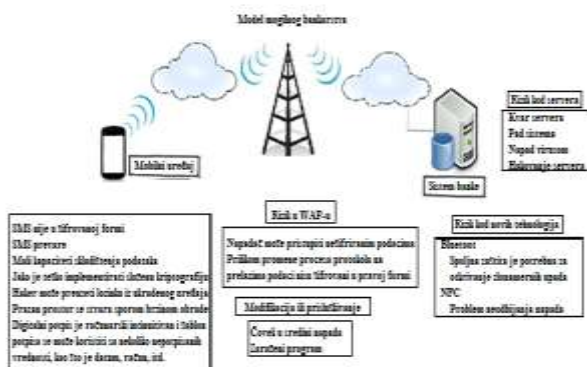
4.4. JAVA/J2ME

J2ME (Java 2 MicroEdition) je funkcija koja omogućava uređaju da koristi male softverske aplikacije koje se mogu instalirati na mobilne uređaje korisnika. J2ME zahteva telefon koji podržava GPRS za preuzimanje aplikacije, pod pretpostavkom da na telefon nije prehnodno instalirana aplikacija. Telefon bi trebao imati dovoljno

memorije kako bi podržao rad aplikacije, kao što je grafička mogućnost prikazivanja aplikacije.

5. MODEL USLUGE MOBILNOG BANKARSTVA

U mobilnom bankarstvu postoje dve zone, jedna je slušalica, odnosno mobilni telefon, koju drži korisnik, a druga zona je banka. Postoji mnogo bezbednosnih pretnji koje prate transakcije plaćanja pomoću mobilnih uređaja [3]. WAP se koristi za komunikaciju između uređaja, kao što su mobilni telefoni, internet, PDA, itd. Proces šifriranja se koristi za bezbedan prenos podataka između banke i korisnika, ali problem je što proces šifriranja nije dovoljno dobar za zaštitu osetljivih podataka koji se šalju između banke i korisnika usluge (slika 2.).



Slika 2. Rizici mobilnog bankarstva kod klijenata [3]

Razlog ovome je što bezbednije metode zahtevaju snažniji računarski sistem i veliki kapacitet baza za skladištenje podataka. Ako posmatramo internet bankarstvo, možemo videti da postoje moćni računarski sistemi i dobro definisani složeni postupci šifriranja, a sve u svrhu obezbeđivanja potpune bezbednosti transfera i slanja podataka. Mobilni uređaji nemaju takvu sposobnost i zbog toga ne mogu se primeniti kompleksni kriptografski sistemi [3]. Jedan od načina provere autentičnosti koji se koristi u mobilnom bankarstvu je način prijave. Međutim, PINS metoda autentifikacije predstavlja staru metodu i postoji mnogo bezbednosnih problema, kao što je krađa lozinke i ID-a. Tajna lozinka i ID mogu biti otkriveni i to dovodi do velike zabrinutosti za bezbednost podataka od strane korisnika. Banka ima određene bezbednosne mehanizme koje koristi u mobilnom bankarstvu. Ovaj bezbednosni mehanizam radi preko identifikacije broja telefona klijenta, broja SIM kartice, PIN-a i slično. Korisnici vole da koriste tehnologiju mobilnog bankarstva zbog svoje mobilnosti, jer mogu pristupiti banci bilo gde i u bilo kom trenutku. Oni mogu preneti svoj novac sa jednog računa na drugi račun brzo, u okruženju koje je pogodno za korisnika. Takođe, mogu proveriti trenutni status svog računa [4].

6. BIOMETRIJSKI MOBILNI BANKARSKI SISTEM

Sastoji se od fizioloških karakteristika i ponašanja, pomaže u pronalaženju jedinstvenosti između ljudi. Ove karakteristike mogu biti vezane za oblik, strukturu, boju ili ponašanje osobe. Svaka od ovih karakteristika se snima biometrijskom metodom i čuva na računaru. Kasnije ovi podaci se čuvaju i koriste za identifikaciju osobe. Proces autentifikacije je jedan od važnijih delova čitavog lanca, u

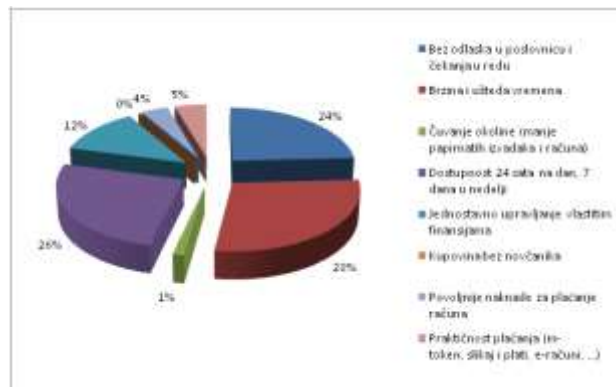
smislu bezbednosti, biometrika se koristi odavno za autentifikaciju u mobilnom bankarstvu. RF tehnologija (Radio Frequency) skeniranja otiska prsta pomaže i održava sistem bezbednim [4]. U biometrijskom mehanizmu obrazac zapisa iznosi 1300 bajtova, a u mehanizmu glasovne biometrije zapis iznosi oko 6000 bajtova, što je mnogo u poređenju sa biometrijskim mehanizmom otiska prsta koji zauzima samo 256 bajtova. Metoda otiska prsta postaje sve popularnija, a postojeći sistemi se zamenjuju metričkim sistemima. Metoda otiska prstiju se naročito koristi kod autentifikacije (slika 3.). Zbog svoje bezbednosti i privatnosti metrički sistem je usvojen u mnogim organizacijama, kao što su aerodromi, kancelarije za proveru pasoša i emigranata, itd [5].



Slika 3. Korišćenje metode otiska prsta za autentifikaciju u mobilnom bankarstvu [5]

7. ISTRAŽIVANJE STAVOVA KORISNIKA MOBILNOG BANKARSTVA

U cilju istraživanja javnog mjenja o korišćenju mobilnog bankarstva i u cilju otkrivanja stavova korisnika o mobilnom bankarstvu sprovedeno je istraživanje. Istraživanje je sprovedeno na teritoriji grada Novog Sada. Istraživanje je vršeno putem anketiranja koprisknika. Ukupno je anketirano 100 ljudi uzrasta od 18 do preko 60 godina, a dobijeni rezultati su predstavljeni grafički. Na pitanje „Od svih faktora mobilnog bankarstva koji Vam je najbitniji?“ većina je odgovorila da im je najbitnija pogodnost uštede vremena i brzina transakcija, kao i dostupnost 24 sata na dan, 7 dana u nedelji, sa 28 % i 26%, respektivno (slika 4.). Veliki procenat, njih 24 %, je naglasilo da im je najbitnija pogodnost to što ne moraju da idu u poslovnicu banke da bi završili svoje poslove i što ne moraju čekati u redovima.



Slika 4. Rezultati odgovora na pitanje: „Od svih faktora mobilnog bankarstva koji Vam je najbitniji?“

Zanimljivo je da niko nije istakao pogodnost kupovine bez novčanika, kao i da je samo nekoliko procenata ispitanika smatralo kao pogodnost mobilnog bankarstva očuvanje životne sredine.

8. SMERNICE RAZVOJA I ULOGA POŠTANSKIH ORGANIZACIJA

Danas u okviru pošte se skoro i ne koriste mobilne aplikacije i mobilno bankarstvo. Banka Poštanske štedionice ima aplikaciju mobilnog bankarstva i usluge korišćenja iste ne naplaćuje. Problem je što se ovo ne plasira korisnicima na pravi način, nego oni moraju sami da se informišu o njoj. Dobra stvar je što se preko ove aplikacije može raditi sve što i kod aplikacija drugih banaka. Ljudi uglavnom aplikaciju koriste za plaćanje računa i pregled stanja po računima. Većina korisnika želi da ubrza svoj biznis i pošta mora da se prilagodi tim zahtevima. Bržom digitalizacijom i usvajanjem novih tehnologija pošta može da bude daleko ispred konkurencije. Postoji mnogo malih firmi koje se bave dostavom pošte, a da bi Pošta Srbije mogla da ostane konkurentna, ona mora da ide u korak sa digitalizacijom. Fokus Pošte mora biti na poverenju koje dobijaju od krajnjih potrošača, objavljivanjem niza servisa i solucija, koji im olakšavaju svakodnevni život.

To zahteva značajna ulaganja u novu IT infrastrukturu, koja omogućava dinamičnu proizvodnju, u koju se uključuje redefinicija i relokacija jedinica, kao i zapošljavanje novih stručnjaka sa odgovarajućim veštinama. Pošta može da napravi svoj sistem mobilnog plaćanja koji bi olakšao korisnicima plaćanje računa nezavisno od banaka i olakšavanje PayPal uplata. Bilo bi dobro da se napravi sistem koji bi čuvao podatke o korisnicima, njihovim transakcijama i da arhivira sve njihove dokumente.

Potrebno je dati mogućnost da se digitalizuju dokumenta koja su bitna korisnicima i da se sva ta dokumenta nalaze na jednom mestu do koga se dolazi sa jedinstvenom šifrom koju ima svaki korisnik. Naravno, sve je ovo potrebno omogućiti korisnicima da mogu pregledavati preko svojih mobilnih uređaja. Može se razviti digitalna priznanica, koju korisnik može da modifikuje i da arhivira, tako da ne mora uvek da upisuje svoje podatke u istu, nego samo broj računa primaoca. Potrebno je da se razviju QR kodovi u okviru poštanskih usluga, tako da korisnik samim skeniranjem koda u svojoj mobilnoj aplikaciji može da izvrši prepoznavanje pošiljke, da je pronađe ili da plati određeni račun. Potrebno je neke usluge kao što su Postnet (slanje novca) digitalizovati i da korisnici putem pošte, odnosno aplikacije koja je razvijena od strane Pošte Srbije, da se poveže sa svojim bankovnim računom i da bez odlaska u filijalu pošte da se odradi transakcija.

9. ZAKLJUČAK

Savremena kretanja, usled povećane konkurencije i tehnološkog razvoja predstavljaju nove izazove za bankarski sektor. Mobilno bankarstvo poseduje potencijal da postane široko raspostranjeno i s tendencijom da ga prihvati veliki broj klijenata. Ovakve promene bankama pružaju mogućnost da zadrže postojeće klijente i pridobiju nove nudeći im dodatnu vrednost kroz savre-

mene vidove komunikacija. Savremene tendencije u korišćenju sredstava komunikacija menjaju potrebe klijenata koji vremenom postaju aktivni učesnici u kreiranju novih bankarskih proizvoda i usluga. Najuspešnije posluju one banke koje se bolje i adekvatnije prilagođavaju klijentu, to jest banke koje imaju bolju marketing strategiju usmerenu preko najadekvatnijeg kanala komunikacije. Masovno korišćenje savremenih informacionih tehnologija je uticalo na povećanje brzine i tačnosti transakcija, ali i na smanjenje vremena potrebnog za procesuiranje transakcija, povećanje produktivnosti zaposlenih, smanjenje troškova poslovanja ali i manji utrošak vremena klijenata. Istraživanja pokazuju da banke koje idu u korak sa novim tehnologijama, imaju veći tržišni rast od drugih banaka.

Mobilno bankarstvo pruža bankama mogućnost ostvarivanja novih prihoda. Novi način poslovanja podrazumeva i prilagođavanje marketing strategije u smislu korišćenja mobilnog bankarstva kao instrumenta diferenciranja. Banke moraju da prate razvoj savremenih informacionih tehnologija, a naročito mobilnih uređaja, kako bi bile nosioci inovacija u mobilnom bankarstvu. Pored razvoja proizvoda i usluga koje će se nuditi putem mobilnog bankarstva, banke moraju da obezbede klijentima sigurnost i bezbednost korišćenja ovog kanala komunikacije.

Mobilno bankarstvo pružila mogućnost obavljanja bankarskih transakcija bilo gdje i bilo kada, bez potrebe za odlaskom u prostorije banke i nepotrebnim čekanjem u redu. Ono predstavlja šansu za uspostavljanje jačih odnosa sa korisnicima i povećanje prihoda banaka uz istovremeno smanjenje troškova poslovanja.

Mobilno bankarstvo predstavlja najisplativiji i najefikasniji kanal za banku, omogućava manju naplatu za transakcije i omogućava potrošaču da odmah dobije pristup informacijama vezanim za njihove bankovne račune.

10. LITERATURA

- [1] Mobilo Financilal Servises, Mobilo City. net 2000
- [2] G.T. Krugel, "An Overview of the different mobile banking technology options, and their impact on the mobile banking market", London, 2007.
- [3] J. Nie, X. Hu, "Mobile Banking Information Security and Protection Methods", Computer Science and Software Engineering, 2008
- [4] N.K. Ratha, R. Bolle, "Automatic fingerprint recognition systems", Springer, 2004.
- [5] Q. Tao, R. Veldhuis, "Biometric Authentication for a Mobile Personal Device, I Mobile and Ubiquitous Systems", 3rd Annual International Conference, 2006.

Kratka biografija:



Ljiljana Urošević, rođena je Šapcu 1990. god. Zvanje diplomirani inženjer saobraćaja stekla je po završetku osnovnih studija na departmanu za Poštanski saobraćaj i telekomunikacije Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu 2016. godine.

MERE ZA POBOLJŠANJE KVALITETA USLUGA NA MEĐUMESNOJ AUTOBUSKOJ LINIJI KRUŠEVAC-NIŠ U EKSPLOATACIJI AD „JUGOPREVOZ“ KRUŠEVAC**MEASURES FOR IMPROVING THE QUALITY OF SERVICES ON THE INTERCITY BUS LINE KRUSEVAC-NIS ESPOITED BY AD „JUGOPREVOZ“ KRUSEVAC**

Predrag Nikolić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – U ovom radu predstavljena je analiza izmeritelja rada, prihoda i troškova dobijenih radom vozila na međumesnoj autobuskoj liniji Kruševac-Đunis-Niš. Prikazano je anketiranje korisnika staničnih usluga kao i predlog mera za poboljšanje kvaliteta usluga preduzeća „Jugoprevoz“ Kruševac.

Ključne reči: vozni park, međumesni saobraćaj, anketa putnika

Abstract – In this paper an analysis of the measurements of work, income and costs as a result of work of the vehicles on the intermediate bus line Kruševac-Đunis-Niš is presented. A survey of bus station users, as well as a proposal for measurements to increase service quality level of transport company „Jugoprevoz“ Kruševac is also presented.

Keywords: Intercity transportation, passenger survey

1. UVOD

Javni transport putnika je usluga prevoza putnika na kratkim ili dugim rastojanjima, unutar ili između naseljenih područja, pod definisanim uslovima uz plaćanje korektno cene. Javni transport je pod jednakim uslovima dostupan svim korisnicima prevoznih usluga i obavlja se na osnovu ugovora o prevozu [1].

Funkcija sistema javnog gradskog, prigradskog i međumesnog prevoza putnika kao saobraćajne delatnosti je društveno-ekonomski razvoj gradova i opština u realizaciji programa kompleksnog uređenja prostora.

Istovremeno, ona bi morala da smanji stepen ugrožavanja okoline bukom i zagađivanjem, doprinese ekonomskom iskorišćenju materijalnih resursa i poveća mobilnost stanovništva.

U okviru ovog rada obrađuje se međumesna linija Kruševac-Đunis-Niš.

2. DOSADAŠNJI RAZVOJ PREDUZEĆA „JUGOPREVOZ“ KRUŠEVAC

Tokom godina a polazeći od 1945. godine od kada je nekolicina vozača postavila kamen temeljac javnom drumskom saobraćaju u Kruševačkom kraju pa do 2005. godine, preduzeće je dosta puta menjalo svoj naziv i strukturu.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Pavle Gladović, redovni prof.

Najznačajnije tačke u razvojnem su 1991. godina kada je preduzeće Jugoprevoz“ Kruševac postalo deoničko društvo u mešovitoj svojini, i 1999. godina kada je bilo upisano u sudski registar kod Privrednog suda u Kraljevu kao akcionarsko društvo sa odnosom 30% akcijskog i 70% društvenog kapitala Ugovorom o prodaji društvenog kapitala br. 1-1427/25-2666/02 od 29. 11. 2005. godine putem akcija, konzorcijum zaposlenih kupio je 70% društvenog kapitala, odnosno 49% kapitala (21% čine besplatne akcije) čime društvo postaje akcionarsko društvo sa 100% akcijskim kapitalom [2].

3. DELATNOSTI I STRUKTURA PREDUZEĆA**3.1. Klasifikaciona struktura zaposlenih**

Od ukupno 514 zaposlenih oko 140 radnika radi na određeno vreme. Žensku radnu snagu čini 108 žena. Kvalifikaciona struktura zaposlenih polovinom 2016. godine data je u tabeli 3.1.

Tabela 3.1. *Stručna sprema na nivou preduzeća*

Stručna sprema	Broj radnika	Procenat
I Step - četiri razreda osnovne škole	39	7,59 %
II Step - osnovna škola	18	3,50 %
III Step - SSS srednja škola	254	49,42 %
IV Step - SSS srednja škola	151	29,38 %
V Step - VKV - SSS srednja škola	11	2,14 %
VI Step - VŠS viša škola	19	3,70 %
VII Step - VSS visoka stručna sprema	22	4,28 %
Ukupno zaposlenih	514	100 %

Iz tabelarnog prikaza (tabela 3.1) vidi se da je najveći deo zaposlenih sa srednjom stručnom spremom, čak 254 radnika ili 49,42%, dok manji deo (2,14%) čine zaposleni sa V stepenom ili VKV stručnom spremom, što u pojedinačnim službama stvara određene poteškoće.

3.2. Organizaciona struktura preduzeća

U toku razvoja preduzeća „Jugoprevoz“ Kruševac više puta su vršene reorganizacije preduzeća sa ciljem da se postigne veći stepen racionalizacije u ukupnom poslovanju. Na osnovu toga samo preduzeće se zasniva na

podeli rada na nekoliko organizacionih jedinica kako bi bolje funcionisalo.

Preduzeće se sastoji od sledećih tehnološko-organizacionih celina:

- Organizaciona jedinica putnički saobraćaj,
- Organizaciona jedinica održavanje vozila,
- Organizaciona jedinica ugostiteljstvo,
- Organizaciona jedinica zajednički poslovi.

Radna mesta van sektora i službe u preduzeću su:

- Direktor preduzeća i
- Zamenik direktora preduzeća.

4. TEHNIČKA STRUKTURA VOZNOG PARKA

Pod pojmom vozni park podrazumeva se skup svih transportnih sredstava autotransportne organizacije [3]. Vozni park preduzeća po organizacionom principu pruža usluge iz oblasti javnog saobraćaja, dok po teritorijalnom principu zadovoljava potrebe stanovništva za prevozom na teritoriji Opštine Kruševac, kao i van nje.

4.1. Veličina voznog parka

Preduzeće „Jugoprevoz“ svojim radnim kapacitetima zadovoljava potrebe stanovništva za gradskim, prigradskim i međumesnim saobraćajem. Autobusi koji se koriste za ove oblike saobraćaja razlikuju se po svom broju u zavisnosti od vremenskog perioda u toku godine. Osim na autobuskoj stanici Kruševac, autobaze vozila se nalaze i na ostalim isturenim autobuskim stanicama „Jugoprevoza“, što se može videti na sledećoj tabeli 4.1.

Tabela 4.1. Veličina voznog parka po isturenim stanicama iz 2016. godine

Autobuska stanica	Broj vozila
Kruševac	84
Aleksandrovac	9
Brus	10
Blace	7
Trstenik	15
Varvarin i Čičevac	4
Ukupno	129

4.2. Starostna struktura voznog parka

Starostna struktura vozila u međumesnom saobraćaju preduzeća „Jugoprevoz“ Kruševac iznosi 9 godina, dok najveće učešće starosnoj strukturi imaju vozila starosti od 10 godina u gradskom prevozu. Starostna struktura u prigradskom saobraćaju za vozila iznosi 13 godina. Prosečna starostna struktura celog voznog parka iznosi 11 godina.

4.3. Struktura kapaciteta vozila u međumesnom saobraćaju

Vozni park preduzeća namenjen prevozu putnika u međumesnom saobraćaju raspolaže sa 1304 mesta za sedenje, dok ni u jednom od autobusa nije dozvoljeno stajanje. Prosečan broj mesta za sedenje po autobusu je 55

mesta, od čega su dva mesta uglavnom namenjena vozaču i suvozaču.

5. ORGANIZACIJA PREVOZA U MEĐUMESNOM SAOBRAĆAJU

U cilju obezbeđenja regularnosti saobraćaja i informisanja putnika o autobuskom linijskom saobraćaju, a takođe i radi povećanja efikasnosti rada autobusa na linijama, rad autobusa na linijama, organizuje se po unapred utvrđenim, registrovanim i javnim redovima vožnje. Time je utvrđen režim kretanja vozila, vreme stajanja, vreme rada linija i broj polazaka.

5.1. Prikaz mreže linija u međumesnom saobraćaju

Osnovni oblik za red vožnje autotransportne organizacije je red vožnje linija koji se sastavlja za svaku liniju u tabličnom obliku i dijagramu.

Pregled broja linija i prevoznih kapaciteta preduzeća AD „Jugoprevoz“ prikazan je u tabeli 5.1.

Tabela 5.1. Pregled broja linija i prevoznih kapaciteta preduzeća

Vrsta saobraćaja	Broj autobusa	Broj linija
Međumesni	24	23
Prigradski	91	59
Gradski	14	29

Može se primetiti da se najveći broj vozila preduzeća koristi za rad u prigradskom saobraćaju, što predstavlja najveći zahtev za prevozom.

6. PRIMENJENI INFORMACIONI SISTEMI

Osnovni cilj informacionih sistema je sakupljanje, čuvanje, snimanje, obrada i prenošenje informacija[4]. Za sve linije međumesnog, gradskog i prigradskog saobraćaja prikupljaju se podaci na osnovu prevoznih isprava i dokumentacija. Prevozne isprave i dokumentaciju čine: sve vrste karata, karte i kontrolne trake mašinic, ugovori o prevozu putnika u vanlinijskom saobraćaju, kontrolne liste, cenovnici, redovi vožnje, potvrde, računi, iskazi prodaje, putni nalozi, priznanice, obračuni i druga dokumentacija.

6.1. Način prikupljanja podataka

U ovom preduzeću podaci sa digitalnih tahografa se prikupljaju preko mobilnog ključa za skidanje podataka. Posедуje na sebi TFT ekran koji prikazuje poslednje preuzimanje, status preuzetih podataka kao i kapacitet baterije i stanje memorije koja je dovoljna za 6.000 preuzimanja podataka. Digitalni tahograf se povezuje sa softverom (laptopom) i mobilnim ključem za skidanje podataka gde se mogu očitati odnosno skinuti podaci sa digitalnog tahografa [4].

6.2. Način komunikacije

Radi kvalitetnog i efikasnog obavljanja transportnog zadatka, mora postojati određena komunikacija. Komunikacija je veoma bitna između vozača i menadžera transporta jer na taj način menadžer transporta upućuje vozača, i daje mu potrebne informacije o transportu. Preduzeće „Jugoprevoz“ Kruševac koristi usluge mobil-

nog operatera Telekom u nacionalnom saobraćaju. U te usluge spadaju:

- razgovor između svih učesnika u transportnom procesu,
- SMS prenos kratkih tekstualnih poruka.

7. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA MEĐU-MESNE LINIJE KRUŠEVAC – ĐUNIS – NIŠ

Visoka efikasnost autobusnog saobraćaja i visok nivo kvaliteta prevoznih usluga moguće je obezbediti samo pri postojanju potpunih podataka o intenzitetu tokova putnika i smerova kretanja.

Međumesečna linija Kruševac-Đunis-Niš se održava svakodnevno, tokom cele godine. Prodaja karata za ovu liniju obavlja se u svim biletarnicama na stanicama na kojim vozilo pristaje, a i u samom vozilu od strane voznog osoblja.

7.1. Osnovni elementi strukture i funkcionisanja linije

Osnovni elementi strukture jedne linije čine statički i dinamički elementi linije. Statički elementi linije su oni elementi koji se ne menjaju u dužem vremenskom periodu kao što su: trasa linije, terminusi linije (početna i krajnja stanica na liniji), dužina linije, broj stajališta, međustanično rastojanje. Dinamički elementi linije su oni elementi linije čijom se promenom u skladu sa prevoznim zahtevima i definisanim kvalitetom postiže optimalno funkcionisanje linije, a to su: broj vozila, kapacitet transportnog vozila, vreme obrta vozila na liniji, brzina obrta, interval i frekvencija (intenzitet protoka vozila).

7.2. Analiza izmeritelja rada međumesečne autobuske linije Kruševac-Đunis-Niš

Potpuna analiza izmeritelja rada međumesečne autobuske linije podrazumeva relaciju iste za svaki dan u nedelji i to tokom cele godine.

Na osnovu prethodno izvršenih analiza ustanovljena su tri karakteristična dana za koja su pored izmeritelja rada međumesečne autobuske linije Kruševac-Đunis-Niš, utvrđeni i troškovi rada ove linije. Ti karakteristični dani su:

- 28.08.2018. godine (utorak)
- 31.08.2018. godine (petak)
- 02.09.2018. godine (nedelja)

Analiza izmeritelja rada autobusa u međumesečnom saobraćaju podrazumeva utvrđivanje sledećih pokazatelja [3]:

1. Broj prevezenih putnika (P)
2. Tokovi putnika na liniji-ukupan protok putnika po deonicama linije (Q)
3. Ostvareni transportni rad (U)
4. Prosečno međustanično rastojanje (I_{λ})
5. Prosečan protok putnika po deonicama linije za obim prevoza (q_Q)
6. Prosečan broj putnika po kilometru linije za ostvareni transportni rad (q_U)
7. Koeficijent statičkog iskorišćenja kapaciteta autobusa (γ)
8. Koeficijent dinamičkog iskorišćenja kapaciteta autobusa (ϵ)
9. Prosečna dužina vožnje na liniji za poluovert (KsP_{λ})
10. Srednje rastojanje prevoza jednog putnika (KsP_i)
11. Koeficijent izmene putnika u međumesečnom autobuskom saobraćaju (η_{sm})

12. Neravnomernost toka putnika na liniji za obim prevoza (Ψ_p)

13. Neravnomernost toka putnika na liniji za ostvareni transportni rad (Ψ_u)

14. Koeficijent iskorišćenja kapaciteta autobusa po deonicama linije (K_{ik})

8. ANALIZA PRIHODA I TROŠKOVA DOBIJENIH RADOM MEĐUMESNE AUTOBUSKE LINIJE

Analiza prihoda i troškova dobijenih radom međumesečne autobuske linije izvršeni su za tri dana u nedelji: utorak, petak i nedelju i na osnovu toga daće se ocena rada vozila na liniji, odnosno utvrdiće se da li je postojanje ove linije ekonomski opravdano.

8.1. Analiza prihoda

Ukupan godišnji prihod je dobijen radom međumesečne autobuske linije Kruševac-Đunis-Niš, tako što su za karakteristične dane (utorak, petak i nedelju) utvrđivani dnevni prihodi. Dobijeni ukupnogodišnji prihodi računaju se preko (1):

$$R_{ukupno} = \left(\frac{R_u + R_p}{2} \right) \cdot B_r + R_n \cdot B_v \quad (1)$$

gde je:

B_r - broj radnih dana u godini ($B_r=262$)

B_v - broj vikenda (subota i nedelja, $B_v=104$)

R_n - ukupan prihod od linije za nedelju

R_p - ukupan prihod od linije za petak

R_u - ukupan prihod od linije za utorak

Na osnovu obrasca (1) ukupni godišnji prihod iznosi $R_{ukupno} = 17\,998\,763$ [din/god]

8.2. Analiza troškova

U utvrđivanju troškova na liniji postoje troškovi radne snage i troškovi utrošenog materijala. Tu spadaju: troškovi bruto zarade vozača, drumarine, registracije, goriva, guma, ulja i maziva, održavanja, antifrizi, i amortizacije vozila. Zbir svih ovih troškova daje ukupne troškove na liniji koji iznose $T_u = 11\,166\,868$ [din/god].

8.3. Ukupna dobit

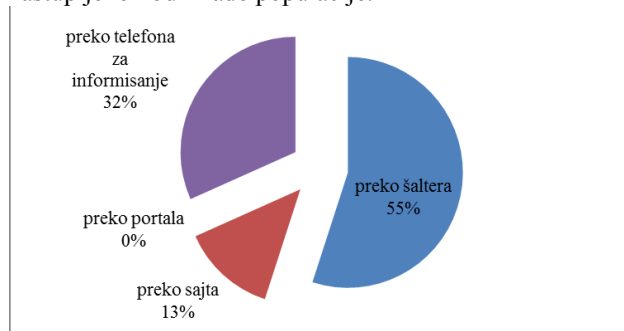
Ukupna dobit na liniji na nivou godine dobija se tako što se od ukupnih prihoda oduzmu ukupni troškovi, što iznosi $D = 6\,831\,895$ [din/god].

9. ANKETA PUTNIKA

Anketno istraživanje izvršeno je u preduzeću „Jugoprevoz Kruševac“ koje se temelji na neposrednom ispitivanju uzorka ispitanika izabranih iz ciljane populacije. Istraživanje je obavljeno na reprezentativnom uzorku od 60 ispitanika koji su birani metodom slučajnog uzorka na stanici preduzeća u cilju dobijanja povratnih informacija iz ciljane populacije.

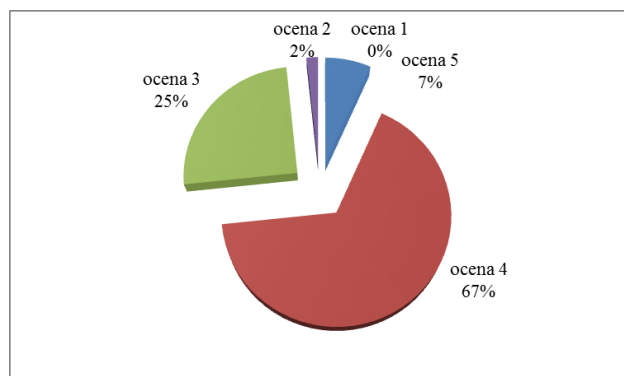
Na osnovu pitanja iz ankete gde se najčešće ispitanici informišu o uslugama AD „Jugoprevoz“ Kruševac, prikazani su rezultati na slici 9.1. Više od polovine ispitanika, njih 55% se informiše o uslugama preduzeća preko šaltera, što potvrđuje činjenicu da su korisnici najsigurniji na šalteru. Informisanje preko telefona izabralo je 32% anketiranih što je zastupljeno kod starije populacije, dok za

informacije preko sajta čini 13% anketiranih što je zastupljeno kod mlađe populacije.



Slika 9.1. Rezultati odgovora ispitanika na pitanje: Gde se najčešće informišete o uslugama AD "Jugoprevoz" Kruševac?

Na osnovu pitanja kako bi ste vi ocenili rad prevoznika AD "Jugoprevoz" Kruševac ocenom od 1 do 5 prikazani su rezultati na slici 9.2. Sa slike 9.2 se može zaključiti da skoro dve trećine (67%) anketiranih lica koji su putovali vozilima analiziranog preduzeća smatraju da je kvalitet rada ovog preduzeća vrlo dobar (ocena 4), što stvara pozitivan utisak. Međutim, jedna četvrtina, odnosno 25% anketiranih lica misle da je kvalitet rada ovog preduzeća na srednjem nivou. Iz ovoga se može zaključiti da je neophodno poboljšati kvalitet usluga.



Slika 9.2. Rezultati odgovora ispitanika na pitanje: Kako biste vi ocenili rad prevoznika AD "Jugoprevoz" Kruševac ocenom od 1 do 5

10. PREDLOG MERA ZA POBOLJŠANJE KVALITETA USLUGA

AD „Jugoprevoz Kruševac” zauzima najvažnije mesto u prevozu putnika u gradskom i prigradskom saobraćaju na nivou Rasinskog okruga.

Cilj svakog preduzeća je da posluje sa dobitkom, što se postiže primenom odgovarajućih mera. Najbolje rezultate u poboljšanju proizvodno-ekonomskih rezultata donosi kombinacija mera za smanjenje troškova i povećanje prihoda.

U cilju poboljšanja rezultata rada potrebno je preduzeti sledeće mere:

- edukovanje i usavršavanje zaposlenih;
- poboljšanja kvaliteta usluga prevoza;
- uvesti akcentiranje putnika;
- poboljšanja rada informacionog sistema i informisanosti putnika;
- uvođenje digitalnih tahografa;
- obuka vozača i konduktera o radu sa putnicima;
- potpuna automatizacija i kompjuterizacija dispečerske službe.

11. ZAKLJUČAK

Na osnovu izvršene analize poslovanja može se zaključiti da preduzeće AD „Jugoprevoz” Kruševac spada u veća i stabilna preduzeća na današnjem transportnom tržištu.

Sve navedene mere za poboljšanje poslovanja samog preduzeća u praksi je moguće ostvariti ukoliko se organizuje usavršavanje i edukovanje zaposlenih kadrova, kao i odgovornim ponašanjem svakog zaposlenog. Primenom svih ovih mera može se očekivati da „Jugoprevoz” Kruševac zauzme vodeće mesto na tržištu.

U cilju poboljšanja efikasnosti poslovanja preduzeća na tržištu, neophodno je poboljšati organizaciju rada, kvalifikacionu strukturu, po mogućstvu troškove svesti na minimum, povećati prihode, redovno održavati celokupnu opremu preduzeća, čime bi preduzeće dovelo do još rentabilnijeg poslovanja.

Radeći SWOT analizu preduzeća treba stalno imati na umu kako se i da li se određene slabosti preduzeća ili pretnje iz okoline mogu pretvoriti u snage ili prilike, koje ono može iskoristiti za postizanje konkurentske prednosti na tržištu.

12. LITERATURA

- [1] P. Gladović, „Organizacija drumskog saobraćaja”, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2014.
- [2] D. Golubović, „Istorija Jugoprevoza”
- [3] P. Gladović, „Tehnologija drumskog saobraćaja”, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2006.
- [4] P. Gladović, „Informacioni sistemi u drumskom transportu”, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2014.

Kratka biografija:



Predrag Nikolić rođen je u Kruševcu 1991. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja – Informacioni sistemi u drumskom saobraćaju odbranio je 2018. god.

OCENE KRITIČNOSTI TRANSPORTNE INFRASTRUKTURE**ASSESSMENT OF THE CRITICAL TRANSPORT INFRASTRUCTURE**Pavle Kasap, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast - SAOBRAĆAJ**

Kratak sadržaj – Transport je privredna delatnost sa velikim društvenim troškovima i obično je preduslov razvoja ili bitan factor za ubrzavanje razvoja. Istovremeno, transport i transportna infrastruktura su integrišući faktor u prostoru. Definisane okvira kritične infrastrukture u mnogim zemljama je različito i zavisi od raznih specifičnosti kao što su političke prilike ili geografske karakteristike. Objekti kritične infrastrukture predstavljaju objekte od vitalnog značaja za svaku državu, pa je zaštita njihove bezbednosti od izuzetne važnosti. Pod kritičnom infrastrukturom prvenstveno se misli na telekomunikacione objekte, objekte za proizvodnju i prenos električne energije, skladištenje i transport nafte, gasa i drugih derivata, vodosnabdevanje, saobraćaj, objekte vitalnih državnih institucija i slično. Zaštita objekata kritične infrastrukture, predstavlja kompleksan sistem bezbednosne opreme, ljudi i procedura koje se moraju poštovati kako bi bezbednost bila na odgovarajućem nivou.

Ključne reči: kritična infrastruktura, infrastruktura, kritična transportna infrastruktura, rezilijentnost kritične infrastrukture

Abstract – Transport is an economic activity with high social costs and is usually a precondition for development or important for accelerating development. At the same time, transport and transport infrastructure are an integral factor in space. Defining the framework of critical infrastructure in many countries is different and depends on various specifics, ranging from political opportunities to geographic locations. Critical infrastructure facilities are objects of vital importance for each country, so the protection of their security is of paramount importance. It primarily refers to telecommunication facilities, facilities for the production and transmission of electricity, storage and transport of oil, gas and other derivatives, water supply, traffic, facilities of vital state institutions, and the like. Protection of critical infrastructure facilities is a complex system of security equipment, people and procedures that must be respected in order to ensure security at the appropriate level.

Keywords: critical infrastructure, infrastructure, critical transport infrastructure, critical infrastructure stability

1. UVOD

Razvoj privrede i društva uslovio je promene u razvoju sistema tražnje transportnih usluga, što je pozitivno uticalo na razvoj transportne tehnike i tehnologije, zbog čega su i nastale promene u sistemu ponude transportnih usluga i stečeni uslovi za tehničko-tehnološke revolucije u transportu. Drumski transport, prvi je doživeo ekspanziju i bio dominantan, tako da je ugrozio železnički vid transporta, što je za posledicu imalo znatno smanjenje učešća železnice gotovo u svim segmentima tržišta. Pod dejstvom različitih okolnosti, železnica nije uspevala da iskoristi i razvije svoje komparativne prednosti u odnosu na druge vidove transporta (nezavisnost od vremenskih prilika, tačnost, redovnost, potrošnja energije, zaštita životne sredine, itd.). Nove tehnologije transporta, u ukupnom transportnom lancu u prevozu robe od proizvođača do potrošača, postavljaju nužnost racionalizacije u ukupnoj privredi i direktno utiču na konkurentnu sposobnost za uklapanje nacionalne privrede u međunarodnu podelu rada. To se nameće kao neminovnost i našoj zemlji. Postojeća tehnika i tehnologija ali i organizacija manipulisanja robom, transportom, skladištenjem i pretovarom robe, postale su prepreka dinamičnoj proizvodnji i uspešnom transportu, s odrazom na veliki rast transportnih troškova u prodajnoj ceni robe.

U poslednjoj dekadi načinjeni su značajni koraci da se elementi kritične infrastrukture analiziraju sa aspekta rizika i pripreme za događaje koji mogu ometati njihov rad kroz izradu planova zaštite, tako da se ublaži ugroženost sistema na svim nivoima (regionalni, nacionalni i lokalni). Ipak, strategije koje su usmerene ka uspešnoj prevenciji krajnje negativnih scenarija (terorističkih napada ili prirodnih katastrofa većih razmera), iako veoma efikasne, ne moraju da znače da je izvršena optimalna alokacija resursa koji su potrebni za zaštitu. Ovo veoma složeno pitanje nivoa ugroženosti predstavlja veliki izazov za pravilno planiranje odgovora na prirodne ili druge nepogode.

2. TRANSPORTNA INFRASTRUKTURA

Transport je privredna delatnost sa velikim društvenim troškovima i obično je preduslov razvoja ili bitan faktor za ubrzavanje razvoja. Istovremeno, transport i transportna infrastruktura su integrišući faktori u prostoru. Vrlo često se razvijenost neke regije ili države meri razvijenošću transportne infrastrukture. Na razvoj transporta i transportne infrastrukture utiču mnogobrojni faktori. Jedan od uticajnih faktora su i geopolitičke promene, u bližem i daljemo kruženju. U protekle dve decenije u Evropi su se desile velike promene: neke

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Marinko Maslarić, docent.

države su se spajale, druge države su se delile na više manjih država, jačala je koheziona snaga Evropske unije i povećavao se broj njenih članica. Najdramatičnije promene su bile u jugoistočnoj Evropi, gde je raspadom Jugoslavije nastalo 7 novih država: Slovenija, Hrvatska, Bosna i Hercegovina, Srbija, Crna Gora, Kosovo* i [Bivša Jugoslovenska Republika] Makedonija. Evropska unija je već u toku i odmah nakon okončanja geopolitičkih promena organizovala „paneuropejske konferencije o transportu“ koje su imale za cilj postavljanje novih osnova evropske transportne politike [1].

2.1. Saobraćajno-transportni sistem

Saobraćajni i transportni sistem je veoma složen, dinamičan sistem koji karakterišu sledeće komponente[1]: **Konceptualni okvir** – čine ih društveno – politički aranžmani zemalja(e), a predstavljaju ga zakoni, propisi i druga regulatorna akta u ovoj oblasti koje regulišu odnose, međusobne veze, dimenzionisanje, način rada itd. u jednom saobraćajnom i transportnom sistemu.

Funkcionalni okvir – to su državna, koordinaciona, izvršna i druga funkcionalna tela u okviru EU i UN. Ova tela omogućavaju funkcionalnu organizaciju, upravljanje, izvršavanje i kontrolu pojedinih podistema ili čitavog saobraćajnog i transportnog sistema.

Prirodni uslovi – to su geosaobraćajne i geografske (npr. klima, meteorološke situacije, godišnji period, dan-noć) i druge prirodne karakteristike. Ovi elementi stvaraju uslove za sigurnost i potpunu pouzdanost rada, u zavisnosti od štetnih uticaja itd.

Tehničko-tehnološki uslovi –su karakteristike infrastrukture i korišćenja saobraćajne infrastrukture, karakteristike transportnih sredstava u okviru industrije, karakteristike fabričkih jedinica i manipulatora itd. Ovi elementi obezbeđuju kapacitet, protok saobraćaja, propusnost, gustinu i druge elemente eksploatacije koji se odnose na saobraćaj i protok robe, infrastrukturu, prevozna sredstva, fabričke jedinice i manipulatore u osnovnim industrijskim transportima.

Biološki – predstavljaju naučne i stručne, kao i sve druge delatnosti koja se bave problemima efikasnog rada transportnog sistema. donošenje odluka, trening orijentacije za potrebe svih transportnih sektora.

Transportna politika EU je jedna od najzahtevnijih zajedničkih politika, Delimično je identifikovana u osnivačkim dogovorima EU i fokusirana je na uklanjanju granica između država članica i slobodno kretanje ljudi i roba. Glavni cilj je proširenje transportnih veza širom Evrope, maksimiziranje prednosti prostora, povećanje sigurnosti i međunarodna saradnja. Uspostavljanjem jedinstvenog unutrašnjeg tržišta u EU, izvršena je glavna prekretnica za zajedničku transportnu politiku.

2.2. Nacionalni saobraćajno-transportni sistem

U okviru nacionalnog saobraćajnog i transportnog sistema postoji više podistema [1]:

- drumski saobraćaj,
- železnički saobraćaj,
- vazdušni saobraćaj,
- pomorski saobraćaj.

- transport unutrašnjim plovnim putevima,
- poštanski saobraćaj,
- telekomunikacijski saobraćaj,
- kablovski saobraćaj,
- cevovodni saobraćaj;

Međunarodni saobraćajni i transportni sistem je viši sistem od različitih nacionalnih saobraćajnih i transportnih sistema. Moraju se posmatrati u određenoj interakciji, kako bi sistem mogao blagovremeno upravljati i odgovarati na bilo kakve probleme. Dakle, međunarodni saobraćajni i transportni sistem na nacionalnom nivou pomaže aktivnijem uključivanju nacionalne ekonomije u međunarodnu podelu rada, posebno uvođenju nacionalnih proizvođača na međunarodno tržište i povoljnijeg uvoza sirovina za potrebe nacionalne proizvodnje. Ni jedno ni drugo ne može funkcionisati bez organizacije multimodalnog i kombinovanog transporta.

3. KONCEPT KRITIČNE INFRASTRUKTURE

Potreba dinamičkog, proaktivnog i strateškog pristupa naročito je neophodna u procesu planiranja zaštite kritične infrastrukture u uslovima različitih tipova kriznih i vanrednih situacija.

Infrastruktura se posmatra kao logistička funkcija kojom se obezbeđuju povoljni uslovi za kvalitetno obavljanje drugih logističkih funkcija. Porastom opasnosti od asimetričnih pretnji, naročito terorizma, u savremenim teorijskim analizama, ali i u praksi, sve je prisutniji izraz „kritična infrastruktura”. Neposredno nakon terorističkih napada od septembra 2001. godine, kritična infrastruktura postala je bitan i suštinski deo nacionalne bezbednosti, a njena zaštita predstavlja jedan od prioriteta svake države. Postoji više definicija kritične infrastrukture, ali se sve one, u principu, odnose na sredstva i imovinu, koja je ključna za neometano funkcionisanje ekonomije i društva. Kritična infrastruktura obuhvata pojedine institucije javnog i privatnog sektora, kanale distribucije i “mreže” osoba i informacija koje garantuju nesmetani kontinuiran protok ljudi, roba, servisa, usluga što je ključno za stabilnost ekonomskog i bezbednosnog sistema zemlje[2]. U kategoriju “kritične infrastrukture” ubrajaju se telekomunikacije, elektroprivreda, skladištenje i prenos gasa i nafte, bankarstvo i finansije, transport, vodosnabdevanje, hitne službe, (uključujući medicinske, policijske, vatrogasne i spasilačke) i druge institucije.

3.1. Kritična infrastruktura u Evropskoj uniji

Građani EU očekuju da će ključna infrastruktura funkcionisati slobodno, bez obzira ko je njen neposredni menadžer. Od vlada se zahteva da koordinišu rad privatnih i javnih službi za upravljanje javnom infrastrukturu (Komunikacija Evropske Komisije sa Savetom i Evropskim parlamentom – Zaštita kritične infrastrukture u borbi protiv terorizma 2004. godine). Postoji veliki broj dokumenata koji regulišu otkrivanje opasnosti i određuje akciju u slučaju velikih nesreća u oblasti nuklearne energije. EU je počela da ubrzava razvoj drugih sektora ključne infrastrukture i od 2004. godini razvija zajednički evropski program zaštite kritične infrastrukture.

Trenutno se formuliše i usvaja kriterijum stepena gubitka infrastrukture na kojoj bi trebalo odrediti stepen kritičnosti infrastrukture EU. Trebalo bi da se zasnivaju na principu supsidijarnosti uspostavljanjem jedinstvenog okvira za utvrđivanje kritičnosti objekata i infrastrukturnih sektora na nivou EU istovremeno sa smernicama za države članice koje će takođe morati da definišu vlastitu nacionalnu kritičnu infrastrukturu.

3.2. Kritični sektori u EU

Kritična infrastruktura raste preko nekoliko npr. „servisnih sektora“ koji zahtevaju ne samo fizičke objekte koji obezbeđuju stvaranje, već i različite lance i mreže za isporuku. U svetlu napada usmerenih protiv društva u celini i protiv pojedinačnih industrijskih instalacija, država i organi moraju snositi troškove i odgovornost za pojačavanje određenih sigurnosnih mera od strane državnih organa. Stoga je jasno preneti odgovornost za održavanje i zavaravanje važne infrastrukture na stranu javnog sektora i stavljanja privatnog sektora u ulogu potencijalnog partnera za osiguranje nesolventnosti garantovanog od strane vlade. Moguće je navesti sledeće potencijalne kritične elemente za opasnost infrastrukture pomenutih u zvaničnim dokumentima EU dizajniranim za kreiranje jedinstvenog evropskog plana kriterijuma kritične infrastrukture a to su [1].

- materijalni elementi,
- nematerijalni elementi (senzori, menadžment, informacioni sistemi),
- ljudski elementi (donosioci odluka, stručnjaci),
- pristup informacijama (baze podataka, referentni sistemi),
- zavisnost od drugih sistema (energija, telekomunikacije),
- posebne procedure (organizacija, otklanjanje grešaka itd.).

4. KRITIČNA TRANSPORTNA INFRASTRUKTURA

Pitanje kritične transportne infrastrukture postaje veoma važno u čitavoj Evropi. Ostali sektori kritične infrastrukture, vodoprivreda, zdravstvena zaštita, prehrambena industrija, komunikacione i informacione tehnologije, moraju biti razvijene tako da budu zaštićeni od prirodnih, klimatskih, tehničkih i terorističkih rizika. Poslednje iskustvo krize prirodnog gasa i transport gasa iz Rusije pokazuje koliko lako ekonomija evropskih zemalja može pretrpeti štete uzrokovane krizom. Poremećaj ili uništenje kritične infrastrukture ili elemenata kritične infrastrukture može rezultirati smrtnim slučajevima, ozbiljnim oštećenjem ljudskog zdravlja, imovinskom štetom, degradacijom životne sredine i dugoročnim narušavanjem poverenja javnosti u vlasti i druga pravna lica. Transportni i komunikacioni sistemi predstavljaju, između ostalog, kritične infrastrukturne sisteme, čije je efikasno i efektivno funkcionisanje od suštinske važnosti za neometan rast i razvoj privrede i društva. Ovi sistemi predstavljaju „lifeline“ sisteme koji fizički povezuju gradove, ljudske zajednice i susedstva i na taj način omogućavaju rast lokalnih, regionalnih i nacionalnih ekonomija. Ovi međusobno povezani sistemi zajedno

omogućavaju suštinske usluge za moderno društvo: (1) mobilnost ljudi, materijala, dobara i usluga do i od radnih mesta, tržišta, škola, i ostalih destinacija; i (2) konektivnost u cilju komunikacije, javne bezbednosti, hitnih servisa, finansijskih transakcija, i za kontrolu i monitoring ostalih komponenta infrastrukture.

Kritični infrastrukturni sistemi se grade kako bi obezbedili usluge za nekoliko generacija i tokom nekoliko decenija. Ovi sistemi su postali vrlo integrisani u moderan život. Danas ljudi očekuju mogućnost nesmetanog putovanja, u bilo koje vreme, konektivnost da komuniciraju kad god pože. Za rad savremene privrede potrebno je da postoji raspoloživa infrastruktura koja treba da omogući transport sirovih materijala, finalnih proizvoda, isporuku hrane i trajnih dobara na tržišta i u luke, i omogući razmenu ideja i finansijskih transakcija elektronskim putem. Iako nema univerzalno dogovorene definicije ili kriterijuma za kritičnu transportnu infrastrukturu, većina autora se slaže da je *kritična transportna infrastruktura sastavljena od onih saobraćajnih i transportnih objekata čije bi uklanjanje iz funkcije značajno uticalo na javnu bezbednost, nacionalnu bezbednost, ekonomsku aktivnost ili kvalitet životne sredine*.

4.1. Rezilijentnost transportne infrastrukture

Rezilijentnost kritične infrastrukture (CIR) je sposobnost nacionalnog infrastrukturnog sistema da efikasno smanji trajanje i obim štete od katastrofa; njen koncept je sličan terminu „otpornost“ u „poslovnoj otpornosti“. Ova otpornost je sposobnost prevazilaženja promena spoljnog pritiska na određeni sistem i može se tumačiti kao odbojnost, rekuperativna snaga, snaga restitucije, a takođe i snaga sprečavanja katastrofa.

Otpornost je sposobnost sistema da efikasno smanji i veličinu i trajanje sistemskih uticaja i napore za oporavak, a mnoge studije slučaja o troškovima rezilijentnosti pokazuju da naponi za oporavak treba da budu uključeni u procenu fleksibilnosti. Prvo, sistemski uticaj je trošak štete koji je rezultat katastrofe. Na primer, mnogi putnici u blizini područja prirodne katastrofe dožive veoma dugo vreme putovanja i operativne troškove jer je sistem putne mreže paralizovan. U ovoj studiji pretpostavka je da sistemski uticaj šteti transportu.

Konkretno, kada se vrši ekonomska analiza, nedostaci su podeljeni u direktne nedostatke i indirektne nedostatke. Na primer, direktni nedostatak koji se generiše korisnicima koji direktno koriste prevozne kapacitete sadrže neprilagođenost, dodatno vreme putovanja, stopu saobraćajnih nezgoda i troškove rada vozila. Iskustva u transportu, na primer, poboljšanja neudobnosti, sigurnosti i efektivnosti, isključena su iz procedure procene uticaja investicija na transportnu sredinu, jer je teško kvantifikovati.

4.2. Ranjivost transportne infrastrukture

Transport predstavlja jednu od najvažnijih ljudskih aktivnosti širom sveta. To je suštinska komponenta ekonomije i igra važnu ulogu u održavanju prostornih odnosa između lokacija. S obzirom na ove tačke obavezan je efikasan i kontinuiran rad transportnog sistema.

Takođe, to će rezultirati infrastrukturnim, ekonomskim i socio-kulturnim gubicima. Da bi se minimizirali ovi negativni efekti, neophodan je efikasan sistem upravljanja rizicima. U ovom delu ukratko je prikazan način procene ranjivosti transportne infrastrukture na primeru preuzetom iz strane literature [3].

Obradena studija tretira pojavu katastrofe kao što je zemljotres i poplava. Model takođe pretpostavlja da se događaji poklapaju. Ova pretpostavka je napravljena da pojednostavi veličinu složenosti istovremenih pojava. Rizik povezan sa određenom katastrofom uglavnom zavisi od tri parametra koji predstavljaju opasnost, ranjivost i ozbiljnost. Opasnost je povezana sa verovatnoćom pojave katastrofe, a ranjivost je osetljivost sredstava koja se razmatraju zbog efekata katastrofe i ozbiljnost je intenzitet ili obim nesreće. Indeks ugroženosti puteva i železnice izračunava se zasebno. Ukupna dužina puteva i železničkih pruga izračunati su za svaki blok mreže i identifikovani su mrežni blokovi sa maksimalnom dužinom puteva i pruga. Ranjivost za puteve i pruge izračunava se kao [3]:

$$v_{rdi} = \frac{L_{rdi}}{L_{rdmax}} \quad v_{rli} = \frac{L_{rli}}{L_{rlmax}} \quad v_{sti} = \frac{N_{sti}}{N_{stmax}}$$

gde su:

L_{rdi} = ukupna dužina puteva u mreži (km);

L_{rdmax} = maksimalna dužina autoputeva identifikovana u svim mrežnim blokovima (km);

L_{rli} = ukupna dužina železničkih pruga u mreži (km);

L_{rlmax} = maksimalna dužina železnice identifikovana u svim mrežnim blokovima (km)

N_{sti} = Broj stanica u železničkoj infrastrukturi

N_{stmax} = maksimalan broj železničkih stanica identifikovanih u svim mrežnim blokovima

v_{rdi} = ranjivost mreže drumskih puteva

v_{rli} = ranjivost železničke mreže

v_{sti} = ranjivost železničkih stanica.

Ranjivost izračunata navedenim izrazom predstavlja obim transportne infrastrukture koja je podložna oštećenjima u datoj mreži. Predstavljena metodologija može vrlo jednostavno biti primenjena za realizaciju realne studije slučaja.

5. ZAKLJUČAK

Analiza postojećih mehanizama zaštite kritične infrastrukture u zemljama EU ukazala je na to da postoje razlike u pristupu i merilima koje različite države članice EU koriste za identifikovanje kritične nacionalne infrastrukture. Na primer, neke države članice započinju određivanjem koje su to osnovne usluge koje su društvu potrebne za funkcionisanje, te koji infrastrukturni objekti podržavaju te usluge. Drugi započinju identifikovanjem ključne infrastrukture u svakom sektoru, a zatim procenjuju uticaj na društvo koji bi se dogodio u slučaju njihovog pada. Treći započinju identifikovanjem ključnih operatora u svakome kritičnom sektoru, a zatim prepuštaju operatorima da odrede koji su infrastrukturni objekti kritični za stalnu isporuku njihovih usluga.

Kritična infrastruktura je od suštinskog značaja za dobrobit i pravilno funkcionisanje društva. U literaturi je razvijeno nekoliko pristupa u pogledu pouzdanosti i sigurnosti kritične infrastrukture. Takođe, analizirana literatura definiše nekoliko različitih okvira za definisanje karakteristika elastičnosti (rezilijentnosti) sistema i poboljšanje nivoa otpornosti sistema. Međutim, većina njih predstavlja nekoliko ograničenja. Neke od njih se fokusiraju samo na organizacione aspekte bez uzimanja u obzir drugih dimenzija fleksibilnosti. Drugi se koncentrišu samo na unutrašnje aspekte koji ne obraćaju pažnju na spoljne uključene entitete. Većini pristupa nedostaje detaljni recept o tome koje aktivnosti (primenjene u praksi) treba da budu implementirane u sistem kako bi se poboljšao nivo otpornosti sistema.

Okvir istraživanja za poboljšanje nivoa otpornosti kritične infrastrukture je razvijen uzimajući u obzir interne i eksterne zainteresovane strane koje su uključene u krizu i pokrivaju četiri dimenzije otpornosti definisane u literaturi (tehničke, organizacione, ekonomske i socijalne). Nepohodno je da svaka država vodi računa o svojoj kritičnoj infrastrukturi, sprovodi mere očuvanja kritične infrastrukture i preventivne mere kako ne bi došlo do krize koja bi uticala na kritičnu infrastrukturu.

6. LITERATURA

- [1] Pengal B. „Kritična transportna infrastruktura v Republiki Sloveniji“, Univerzitet društvenih nauka u Ljubljani, Ljubljana 2008.
- [2] Škero M., Atelevič V. „Zaštita kritične infrastrukture i osnovni elementi usklađivanja sa direktivom saveta Evrope 2008/114/ES“ Visoke studije bezbednosti i odbrane, Beograd.
- [3] Papnoi A., Surve A. „Vulnerability and risk assessment of Transport Infrastructure of Navi Mumbai for Disaster Risk management and planning“, Department of Civil Engineering, Mumbai, 2017

Kratka biografija:

Pavle Kasap rođen je u Kikindi 1992. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja – logistika odbranio je 2018.god.

kontakt: pavlekasap@gmail.com

UPOREDNA ANALIZA SISTEMA JAVNOG MASOVNOG PREVOZA PUTNIKA U ZRENJANINU I ŠAPCU**COMPARATIVE ANALYSIS OF PUBLIC MASS TRANSPORTATION SYSTEM OF PASSENGERS IN ZRENJANIN AND SABAC**

Milena Mirkanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

OBLAST – SAOBRAĆAJ I TRANSPORT

Kratak sadržaj – U ovom radu izvršena je uporedna analiza sistema javnog prevoza putnika u Zrenjaninu i Šapcu. Opisane su mreže linija u oba grada i ukazano je na određene nedostatke. Predložene su i sprovedene mere za poboljšanje i unapređenje sistema javnog prevoza putnika u oba grada.

Ključne reči: Mreža linija, prevoznici, statički elementi linija, dinamički elementi linija, tarifni sistem, sistem naplate, subvencije, dotacije

Abstract – Comparative analysis of public transportation system of passengers in Zrenjanin and Sabac was executed. There is description of line networks in both cities and it was pointed on some disadvantages of the same. Some measures were suggested and implemented for improvement of public transportation system of passengers in both cities.

Keywords: Line network, transporters, static elements of lines, dynamic elements of lines, tariff system, billing system, subsidies, grants

1. UVOD

Javni prevoz je zajednički prevoz putnika, odnosno usluga koja je dostupna za korišćenje svima, za razliku od privatnog transporta, kao što su taksi, minibus ili privatni autobusi.

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

S obzirom na probleme koji se javljaju kroz gradski transportni sistem, potrebno je sagledati različite strategije razvoja sistema javnog prevoza u zavisnosti od veličine gradova. Danas u svetu postoje dve osnovne strategije u pogledu razvoja gradova, i to “održivi razvoj” i “kvalitet života”. Strategija “održivog razvoja” predviđa razvoj gradova koji će biti usklađen sa društvenim, ekonomskim i drugim mogućnostima.

NAPOMENA:

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

Sa aspekta javnog prevoza, strategija “kvaliteta života” podrazumeva omogućavanje mobilnosti stanovnika uz kontrolu upotrebe vozila.

Cilj rada jeste uporedna analiza sistema javnog prevoza putnika u Zrenjaninu i Šapcu, kako bi se ukazalo na prednosti i nedostatke sistema javnog prevoza u tim gradovima, a zatim predložile i sprovele mere za unapređenje i poboljšanje tih sistema.

2. OSNOVNE PROSTORNE I SOCIO-EKONOMSKE KARAKTERISTIKE

Na teritoriji grada Zrenjanina živi 122.714 stanovnika, a u samom Zrenjaninu 75.743. Područje grada obuhvata 1.324 km² i izrazito je ravničarski kraj. Nadmorska visina Zrenjanina je 80 metara, a na teritoriji grada kreće se u rasponu od 77-97 metara, što ukazuje na to da je teritorija grada pogodna za razvoj saobraćajne infrastrukture.

Zrenjanin je od glavnog grada Srbije, Beograda, udaljen 75 kilometara, a od glavnog grada Vojvodine, Novog Sada, 50 kilometara, koliko su udaljene i sadašnje granice Evropske unije (Rumunija). Ovakav položaj čini Zrenjanin izuzetno važnim tranzitnim centrom. Što se tiče putne mreže na teritoriji grada Zrenjanina, čini je mreža magistralnih, regionalnih i lokalnih puteva.

Šabac predstavlja saobraćajni čvor regionalnog značaja, kao i administrativni, ekonomski i kulturni centar Mačvanskog okruga. Grad broji 55.000 stanovnika, dok celo područje Šapca ima 121.000 stanovnika. Šabac kao saobraćajni čvor ima velike potencijale za izgradnju saobraćajne infrastrukture, jer 98 % teritorije grada čine ravničarski i brežuljkasti tereni ispod 400 metara nadmorske visine sa malim ograničenjima za izgradnju saobraćajnica. Grad se nalazi u blizini granice sa Bosnom i Hercegovinom, a posebne povoljnosti leže u blizini autoputa Beograd-Zagreb. Magistralni putni pravci koji se ukrštaju na području Šapca su M19 (Beograd-Obrenovac-Šabac-Loznica - Mali Zvornik) i M21 (Novi Sad-Ruma-autoput-Šabac-Valjevo-Užice). Sadrži razvijenu mrežu regionalnih i lokalnih puteva.

3. ORGANIZACIJA I FUNKCIONISANJE TRANSPORTNIH SISTEMA

Upravljanje javnim prevozom podrazumeva definisanje odnosa glavnih učesnika u sistemu JGPP-a, kontrolu izvršenja planiranog reda vožnje, kao i definisanje odgovornosti i obaveza gradskih organa uprave odgovornih za javni prevoz i prevoznika. Gradovi

Zrenjanin i Šabac imaju organizovan i gradski i prigradski prevoz putnika. U gradu Zrenjaninu, na mreži linija bez izmena, prevoz je organizovan na devet gradskih i petnaest prigradskih linija, i ukupno 298 projektovanih polazaka. Glavni prevoznik na području grada Zrenjanina je NET bus DOO koji nema registrovan red vožnje. Na prigradskim linijama prevoznik koristi mini buseve kapaciteta 30 mesta i solo vozila kapaciteta 55 mesta, dok na gradskim linijama koristi solo vozila čiji je usvojeni kapacitet 80 mesta i zglobna vozila usvojenog kapaciteta 120 mesta.

Na području grada Šapca, na mreži linija bez izmena, prevoz se obavlja na pet gradskih i osamnaest prigradskih linija, sa 301 projektovanim polaskom, prema usvojenom zimskom redu vožnje. Na području grada Šapca saobraćaju tri prevoznika. Prevoznici za realizaciju prevoza na gradskim i prigradskim linijama koriste vozila čiji je usvojeni kapacitet 80 mesta po vozilu. Samo se na jednoj relaciji, na liniji broj 14 (Šabac-Duvanište-Prnjavor), koristi zglobno vozilo, u toku jednog obrta, kapaciteta 110 mesta po vozilu. Grad Šabac nema jasno definisanu strategiju razvoja javnog prevoza, kao ni način regulisanja subvencija i dotacija prevoznicima, pa je samim tim, sav profit prevoznika zasnovan na cenama naplate karata, te oni obavljaju samo prevoze koji su profitabilni.

4. UPOREDNA ANALIZA KARAKTERISTIKA TRANSPORTNE PONUDE

Linija javnog prevoza putnika je osnovni element sistema javnog prevoza putnika, na kojem se obavlja proces transporta putnika po unapred određenim i korisnicima poznatim statičkim i dinamičkim elementima linije.

Radijalne linije povezuju najkraćim putem centralnu gradsku zonu sa perifernim delovima grada, gde su tokovi putnika najintenzivniji.

Dijametralne linije povezuju dva periferna dela grada prolazeći kroz centralnu gradsku zonu.

Tangencijalne linije povezuju periferne delove grada "tangirajući" centralnu gradsku zonu, čime se izbegavaju zagušenja i skraćuje vreme putovanja za putnike kojima ciljna tačka putovanja nije u centralnoj gradskoj zoni.

Kružne linije omogućavaju unutar-zonska putovanja u centralnoj gradskoj zoni čime se rasterećuju ostale linije. Osnovna svrha ovih linija je lak transfer na mreži linija za korisnike koji za svoje putovanje realizuju uz presedanje sa linije na liniju.

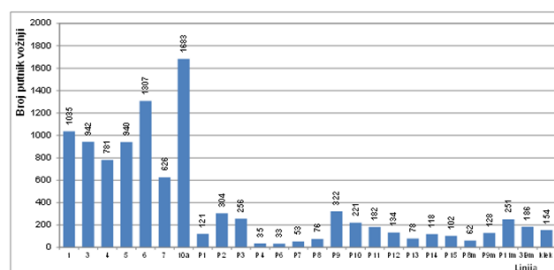
Perifernne linije povezuju periferne zone grada sa satelitskim naseljima.

Postojeću mrežu gradskih linija na području grada Zrenjanina čini 9 gradskih i 15 prigradskih linija. Na teritoriji grada Zrenjanina, izuzev linija 3 i 5 koje su kružne, sve gradske linije mogu se okarakterisati kao dijametralne, dok se prigradske linije mogu okarakterisati kao linije radijalnog tipa. Na području grada Šapca, prevoz je realizovan na 23 linije, od čega je pet gradskih linija. Sve gradske linije na teritoriji grada Šapca, mogu se okarakterisati kao dijametralne, a prigradske kao

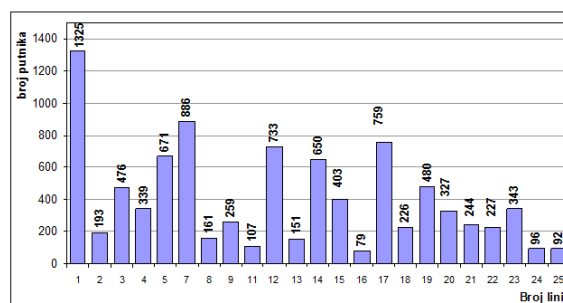
radijalne, ako izuzmemo pojedine kružne linije u užem gradskom području.

5. UPOREDNA ANALIZA KARAKTERISTIKA TRANSPORTNIH ZAHTEVA

Brojanjem putnika u sistemu javnog prevoza na području grada Zrenjanina i na području grada Šapca, u radnom danu, utvrđene su karakteristike rada sistema i putničkih tokova. Brojanjem je utvrđeno da se na gradskim linijama grada Zrenjanina realizuje 7314 vožnji putnika, dok se na gradskim linijama grada Šapca realizuju ukupno 3004 vožnje putnika. Što se tiče prigradskih linija, u gradu Zrenjaninu se realizuje ukupno 2816, dok se u gradu Šapcu realizuje ukupno 6224 vožnji putnika. Na osnovu prethodno navedenih podataka, može se zaključiti da se na nivou celog sistema u gradu Zrenjaninu realizuje ukupno 10130 vožnji putnika (Slika 1), a na nivou celog sistema grada Šapca, ukupno 9227 vožnji putnika (Slika 2). Na osnovu navedenog se može zaključiti da je broj putnik vožnji u ova dva grada približan, zbog činjenice da su veoma slični po veličini i načinu organizacije.



Slika 1. Broj vožnji putnika po linijama u toku dana za grad Zrenjanin



Slika 2. Broj vožnji putnika po linijama u toku dana za grad Šabac

Tarifni sistem je skup načela na osnovu kojih se formiraju cene u sistemu javnog gradskog transporta putnika.

Jedinstveni tarifni sistem je najjednostavniji za putnike, jer se plaća jedna cena bez obzira na kojoj se relaciji putnik prevozi. Isto tako ovaj tarifni sistem je jednostavan i za prevoznika s obzirom na činjenicu da se brzo i lako vrši naplata prevoza i kontrola putnika, a pojednostavljuje i prelazak na savremene sisteme naplate.

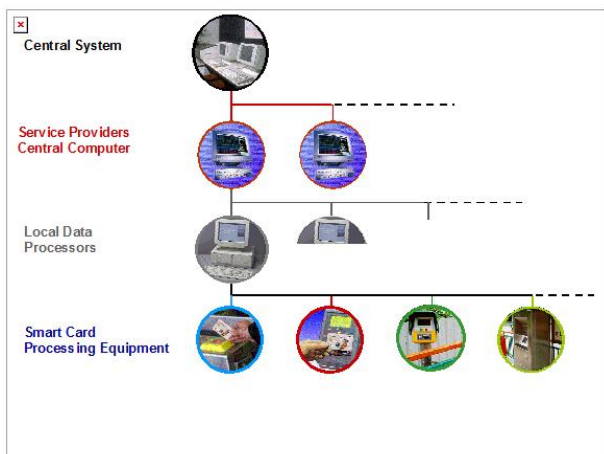
Zonski tarifni sistem predstavlja tip tarifnog sistema koji spada u grupu sistema gde se tarifa definiše prema dužini vožnje/vremena koju putnik ostvari koristeći sistem

(obračun prema učinku) i kod koga visina cena transportne usluge zavisi od broja korišćenja tarifnih zona na mreži linija. Ako je grad veći, onda se područje opsluge deli na jednu centralnu zonu i pojaseve – zone oko centralnog gradskog jezgra.

Relacijski tarifni sistem predstavlja tip tarifnog sistema koji spada u grupu sistema gde se tarifa definiše prema učinku slično kao u zonskom tarifnom sistemu, odnosno kod koga visina cena transportne usluge zavisi od dužine ostvarene vožnje definisane u formi relacija na mreži linija.

Interesi i grada Šapca i grada Zrenjanina trebaju biti usmereni ka korekciji postojećeg tarifnog sistema, a na osnovu dobijenih karakteristika kretanja putnika na mreži gradskih i prigradskih linija (ulasci i izlasci putnika, srednja dužina vožnje putnika, srednja dužina putovanja putnika, izmena putnika itd.). Zahvaljujući dosadašnjim iskustvima i istraživanjima, može se zaključiti da se povećanje atraktivnosti i efikasnosti sistema JGPP-a u ovim gradovima može postići kroz povećanje broja korisnika, tj. kroz uvođenje integrisanog (objedinjenog) tarifnog sistema na celoj mreži gradskih i prigradskih linija. Novi tarifni sistem treba da predstavlja neku vrstu kompromisa između zahteva i mogućnosti. Uvođenje novog tarifnog sistema otežavaju i činjenice da je stari tarifni sistem poznat i prevozniku, i putnicima, kao i ostvareni prihodi primene tog sistema.

Na mreži linija i grada Šapca i grada Zrenjanina, prevoznik je koristio elektronski sistem izdavanja papirnih pojedinačnih karata kod vozača, kao i klasične papirne mesečne marke, što je predstavljalo prelaz ka punom elektronskom sistemu naplate (Slika 3). Tokom nove organizacije sistema javnog prevoza, reformisani su i tarifni sistem i sistem karata.



Slika 3: Izgled elemenata od kojih se sastoji Elektronski tarifni sistem

6. UPOREDNA ANALIZA EKONOMSKIH PARAMETARA

Politika finansiranja i tarifna politika služe za stvaranje uslova za poboljšanje kvaliteta prevoza u JGPP-u, kao i optimalnih odnosa u formiranju prihoda. Tim prihodima treba da se obezbedi pokrivanje realnih troškova

fukncionisanja sistema JGPP-a, njegova modernizacija i razvoj.

Raspon cena karata na mreži linija grada Šapca, pre izmena na mreži linija, kretao se od 65 do 170 dinara. Nakon izmena na mreži linija grada Šapca, raspon cena karata kreće se od 70 do 140 dinara. Na osnovu istraživanja i analiza utvrđeno je da ukupni prihod od prodaje pojedinačnih karata za jedan radni dan na gradskim linijama iznosi 127 080 dinara, dok ta vrednost na prigradskim linijama iznosi 339 306 dinara.

U okviru postojećeg relacijskog tarifnog sistema raspon cena karata u gradu Zrenjaninu, kretao se od 50 dinara u gradu, dok se u prigradskom prevozu taj raspon kretao od 100 do 210 dinara. Nakon izmena, raspon cena karata za pojedinačne karte na mreži linija grada Zrenjanina, kreće se od 60 do 180 dinara.

Na osnovu istraživanja utvrđeno je da ukupni prihod od prodaje pojedinačnih karata za jedan radni dan na svim gradskim linijama iznosio 119 600 dinara, a da su prihodi od prodaje pojedinačnih karata na svim prigradskim linijama iznosili ukupno 73 030 dinara.

Ukupni troškovi rada sistema u Zrenjaninu i Šapcu, izračunati su na osnovu dužine linija, broja obrta po redu vožnje za svaku liniju, broja vozila na radu i izračunate jedinične cene (din/km). Za svaku od gradskih i prigradskih linija, ti elementi su poznati. Na osnovi tih elemenata može se utvrditi broj kola-kilometara za svaku liniju.

Poznavanje ukupnog broja kola-kilometara za svaku pojedinačnu liniju, moguće je utvrditi ukupnu cenu koštanja. Dobijena cena koštanja odnosi se na troškove vezane za realizaciju reda vožnje. Cena koštanja sistema ne obuhvata troškove vezane za investicije i razvoj sistema. U dobijenu cenu uključeni su svi troškovi vezani za operativno poslovanje prevoznika na realizaciji reda vožnje.

Ukupni troškovi sistema dobijeni su kalkulacijom planiranog broja kilometara prema redu vožnje i jedinične cene kola-kilometara. Ukupni očekivani troškovi rada za ceo sistem grada Zrenjanina iznose oko 60 miliona dinara. Troškovi su uvećani za visinu poreza od 10% i troškove prevoznika vezane za prđaju karata koji takođe iznose 10%.

Ukupni očekivani troškovi rada za ceo sistem grada Šapca iznose oko 235 miliona dinara. Dobijena cena koštanja odnosi se na troškove vezane za realizaciju reda vožnje, tj. na tekuće poslovanje.

7. ZAKLJUČAK

Upravljanje javnim prevozom jedan je od važnih segmenata koji utiče na efikasnost, pouzdanost, ali i na troškove javnog prevoza.

Rad je obuhvatio detaljnu analizu postojećeg stanja i saobraćajnih karakteristika grada Šapca i grada Zrenjanina. Predložen je model organizacije koji se bitno razlikuje od postojećeg. Novi sistem javnog prevoza mora biti postavljen tako da se omogući potpuna integracija kako bi se postigao maksimalni kvalitet usluge.

8. LITERATURA

- [1] Doc. dr Milan Simeunović “Studija javnog saobraćaja na teritoriji grada Zrenjanina“, Novi Sad 2014.
- [2] Doc. dr Milan Simeunović “Studija javnog gradskog i prigradskog prevoza putnika na teritoriji grada Šapca“, Novi Sad 2015.
- [3] R. Banković “Organizacija i tehnologija javnog gradskog putničkog prevoza” Saobraćajni fakultet Beograd 1994.

Kratka biografija:



Milena Mirkanović, rođena je 1993. godine u Bijeljini. Gimnaziju „Filip Višnjić“ završila je 2012. godine. Osnovne diplomske studije iz oblasti Saobraćaja i transporta završila je 2016. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu.

UTICAJ ZADOVOLJSTVA ZAPOSLENIH POSLOM NA ZADOVOLJSTVO KORISNIKA**IMPACT OF EMPLOYEE WORK SATISFACTION ON CUSTOMER SATISFACTION**

Nataša Žujić, Dragana Šarac, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – POŠTANSKI SAOBRAĆAJ I
TELEKOMUNIKACIJE**

Kratak sadržaj – U ovom radu izvršeno je istraživanje zadovoljstva zaposlenih u Pošti 21101 Novi Sad, kao i njihov uticaj na zadovoljstvo korisnika. Kako bi se ocenio nivo zadovoljstva, anketirane su obe strane. Dobijeni rezultati pokazuju u kojoj meri su ispitanici zadovoljni odnosno nezadovoljni određenim faktorima, što olakšava Pošti u daljem unapređenju svog rada, kao i na koji način da motiviše zaposlene. Na osnovu izvršenog istraživanja dati su predlozi za poboljšanje rada i motivaciju zaposlenih u vidu Postbenefit kartica i angažovanjem studenata.

Ključne reči: Pošta, zadovoljstvo zaposlenih poslom, zadovoljstvo korisnika, faktori

Abstract – This paper covers the study of how satisfied the employees of the Post Office 21101 Novi Sad are and how that affects their clients' satisfaction. In order to get a better understanding of the said effect, both employees and the clients were given a survey with questions regarding various factors that might influence their satisfaction with the service they provide or receive the results of which will enable the Post Office as a company to further improve its services and meet its clients' needs as well as to motivate its employees through positive changes in their work environment. Based on these results we have come up with several suggestions in order to accomplish this such as the introduction of the Postbenefit cards for employees and the volunteer work of students of the Faculty of Technical Sciences as part of their curriculum which will in turn give the students a better understanding of what the job entails.

Keywords: The Post Office, employee satisfaction work, customer satisfaction, factors

1. UVOD

Za uspešnu savremenu organizaciju veoma je bitno zadovoljstvo zaposlenih, koje je vremenom sve više zanemareno. Mnoga preduzeća danas žele da ostvare velike ciljeve sa što manje ulaganja i osvrtnja na svoje zaposlene, kako u državnom tako i u privatnom sektoru. Takvi problemi se javljaju i u Pošti, gde dugi niz godina takvog poslovanja, dovodi Poštu do toga da mora što pre da preduzme određene mere, kako bi se izborila sa sve većom i jačom konkurencijom na tržištu.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dragana Šarac, vanredni prof.

Današnje vreme je takvo da se uspeh savremenih organizacija ne meri samo ostvarenim profitom, već i ostvarenjem interesa internih i eksternih grupa organizacije. Što pokazuje i to da u svetu uspešne organizacije na zaposlene gledaju kao primarni razvojni resurs, što bi i Pošta trebala da primeni u svom poslovanju. Svesni situacije u kojoj se Pošta nalazi, kao i brojnih faktora koji utiču na zadovoljstvo zaposlenih, da bi se poboljšao rad Pošte, sprovedeno je istraživanje zadovoljstva zaposlenih u Pošti 21101 Novi Sad, kao i njihov uticaj na zadovoljstvo korisnika.

Cilj rada jeste da se na osnovu istraživanja oceni trenutni nivo zadovoljstva, koji će pomoći u daljem razvoju i ulaganju Pošte u svoj rad, a isto tako učiniti Poštu uspešnom organizacijom, sa boljom pozicijom na tržištu.

U prvom delu rada biće opisano merenje zadovoljstva zaposlenih, faktori koji utiču na zadovoljstvo, kao i na koji način utiču na korisnike. U drugom delu biće analizirani rezultati dobijeni anketiranjem zaposlenih i korisnika. U poslednjem koraku biće dati predlozi za motivaciju zaposlenih, kao i na koji način da se poboljša rad Pošte.

**2. MERENJE ZADOVOLJSTVA ZAPOSLENIH
POSLOM**

Merenje zadovoljstva zaposlenih predstavlja nezaobilazan deo procesa upravljanja organizacijom za pozicioniranje preduzeća u celini i njegovih organizacionih delova kako u delu strategijske analize tako i strategijskog izbora i promena [1].

Formiranjem adekvatnog modela za merenje zadovoljstva zaposlenih, stvaraju se uslovi za povećanje zadovoljstva zaposlenih i budućih odnosa sa zaposlenima. Ne postoji univerzalni model koji može da se primeni u svakom preduzeću, iz razloga što svako preduzeće ima različite uslove poslovanja, strategije, ciljeve, što zahteva od njih formiranje modela koji će najviše odgovarati njihovim potrebama.

2.1. Faktori koji utiču na zadovoljstvo zaposlenih

Na zadovoljstvo zaposlenih utiču brojni faktori koji su međusobno povezani, oni takođe variraju prema organizacijama. U opštem smislu pod zadovoljstvom zaposlenih smatramo subjektivnu ocenu koja proističe iz lične procene zadovoljstva. Odnosno svaki zaposleni ima određene zahteve, u zavisnosti od stepena u kom su zadovoljeni njihovi zahtevi, zavisi i njihovo zadovoljstvo. Kao neki od faktora koji utiču na zadovoljstvo zaposlenih, koji su obuhvaćeni u anketi su: uslovi rada, saradnja sa kolegama i pretpostavljenima, organizacija posla, mogućnost za

edukaciju, napredovanje, iznošenje svojih ideja predpostavljajući, visina plate, nagrada za ostvarene rezultate rada i drugi faktori.

Kao tri najznačajnije posledice zadovoljstva zaposlenih su produktivnost, zadovoljstvo životom i smanjenje apsenzizma, dok zaposleni svoje nezadovoljstvo ispoljavaju na različite načine i neki od osnovnih oblika su otkaz, protestovanje, pasivnost i nemar [2].

2.2. Uticaj zadovoljstva poslom na zadovoljstvo klijenata

Zadovoljstvo poslom ima snažan i jasan uticaj na zadovoljstvo klijenata. Marketinški stručnjaci su razvili lančani model zaposleni – klijent – profit koji pokazuje da povećanje zadovoljstva zaposlenog i lojalnost kompaniji kao rezultat daje višu ocenu vrednosti od strane klijenata, što povećava profitabilnost kompanije [3].

Na slici 1. prikazan je lančani model zadovoljstva.



Slika 1. Lančani model zaposleni – klijent – profit [3]

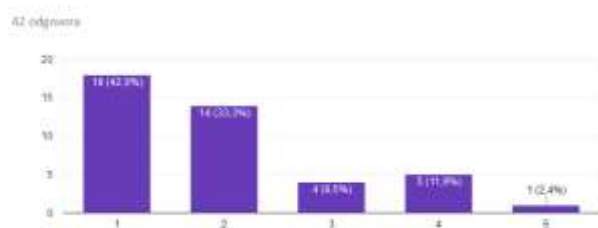
Dva razloga zašto zadovoljstvo poslom ima pozitivan uticaj na zadovoljstvo klijenata:

- Zadovoljstvo poslom utiče na sveukupno raspoloženje osobe,
- Zadovoljni radnici i ređe napuštaju posao.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

3.1. Zadovoljstvo zaposlenih

U Pošti 21101, Novi Sad, anketirano je 42 zaposlena od 101, zbog postojanja svesti o nezadovoljstvu svojih zaposlenih anketiranje poštara je izostavljeno, takođe su korigovana pitanja zajedno sa predpostavljajući, kako se zaposleni ne bi osećali isprovocirano i u samom startu odbili da popunjavaju anketu. U anketi su obuhvaćeni svi prethodno navedeni faktori koji su imali prosečne ocene oko 3, a faktor koji se odnosi na visinu plate pokazuje da su zaposleni najviše nezadovoljni ovim faktorom koji ima prosečnu ocenu 1,95. Na grafikonu 1. prikazani su rezultati na pitanje koliko su zadovoljni visinom plate u odnosu na uloženi rad.



Grafikon 1. Zadovoljstvo zaposlenih visinom plate

Da li će se zaposlenima povećati ili smanjiti plata u Pošti 21101 Novi Sad određuje neposredni rukovodilac, a osnovni kriterijumi su obim i kvalitet rada. Vrš se merenje produktivnosti radnika na osnovu broja izvršenih usluga koje se normiraju uz pomoć tzv. norma minuta koji su propisani za svaku uslugu, proces ili deo rada. Za šta se zaposlenima pružaju benefite u vidu novca ili pohvala, a anketiranjem zaposlenih, 69% ispitanih navodi da ne dobija benefite, dok 31% navodi da dobija prethodno navedene benefite. Kao neki od predloga šta bi oni voleli da dobijaju su u najvećoj meri novac i pohvale, dok neki navode bolje radno mesto, slobodne dane, veću podršku idejama i predlozima.

3.2. Zadovoljstvo korisnika

Merenje i analiza zadovoljstva korisnika jedan je od primarnih alata za postizanje kontinualnog unapređenja kvaliteta poslovanja preduzeća, zbog čega je za potrebe ovog rada izvršeno anketiranje zadovoljstva korisnika poštanskih usluga u šalter sali Pošte 21101 Novi Sad. Anketirano je 60 korisnika (fizičkih lica), sa ciljem da se proceni u kojoj meri zadovoljstvo zaposlenih poslom utiče na zadovoljstvo korisnika.

Na početku same ankete korisnicima su postavljena dva uvodna pitanja koja se odnose na to koliko često posećuju poštu, kao i kako bi generalno ocenili rad Pošte 21101 Novi Sad. Na pitanje koliko često posećuju poštu najveći broj anketiranih navodi da poštu posećuje jednom mesečno i to **45% (27 ispitanika)**, više puta godišnje ali ne svaki mesec **20% korisnika (12 ispitanika)**, više puta nedeljno navelo je njih **16,7% (10 ispitanika)**, jednom nedeljno **11,7% (7 ispitanika)** i svakodnevno **6,7% (4 ispitanika)**. Na drugo pitanje kako bi generalno ocenili rad pošte po skali od veoma efikasno do veoma neefikasno, rezultati anketiranja pokazuju da najveći broj ispitanika navodi da Pošta radi uglavnom efikasno **51,7% (31 ispitanik)**, ni efikasno ni neefikasno navodi **33,3% (20 ispitanika)**, veoma efikasno **10% (6 ispitanika)**, uglavnom neefikasno **3,3% (2 ispitanika)** i veoma neefikasno **(1 ispitanik)**. Na osnovu generalnog utiska korisnika poštanskih usluga, rezultati su koliko toliko zadovoljavajući, međutim da bi znali koji segmenti rada pošte ostavljaju na korisnike pozitivan utisak, a koji negativan, u nastavku ankete korisnici su trebali određene segmente rada pošte da ocene na skali od 1 do 5.

Na zadovoljstvo korisnika utiče skup parametara poštanskih usluga kao što su pouzdanost, brzina, asortiman usluga, cene usluga, način pružanja usluga (dostupnost usluga, enterijer pošte, ljubaznost i sposobnost zaposlenih), gde je većina ovih parametara obuhvaćeno u anketi. Prema metodologiji, zadovoljstva korisnika poštanskih usluga – fizičkih lica, koji ocenjuju određene parametre ili segmente ocenama od 1 do 5 smatraju se zadovoljavajućim, ako je prosečna ocena jednaka ili veća od 3.75.

Rezultati dobijeni anketiranjem korisnika koji se odnose na sledeće segmente: dostupnost informacija, profesionalnost zaposlenih, brzina izvršene usluge, ljubaznost zaposlenih, spremnost zaposlenih da posavetuju korisnike i pruže im adekvatnu uslugu, kao i urednost prostorija, prikazani su u tabeli 1.

Tabela 1. Rezultati istraživanja zadovoljstva korisnika određenim segmentima u Pošti 21101 Novi Sad

Ocenite koliko ste zadovoljni i kako se slažete sa sledećim segmentima i stavovima od 1 do 5:													
BK - broj korisnika P - procenat	1		2		3		4		5		Prosečna ocena	Zadovoljavajuća prosečna ocena	Razlika
	BK	P	BK	P	BK	P	BK	P	BK	P			
Dostupnost informacija	2	3,3%	3	5%	17	28,3%	29	48,3%	9	15%	3,76	3,75	0,01
Profesionalnost zaposlenih	0	0%	3	5%	8	13,3%	32	53,3%	17	28,3%	4,08	3,75	0,33
Brzina izvršene usluge	0	0%	4	6,7%	9	15%	32	53,3%	15	25%	4	3,75	0,25
Službenici pošte su ljubazni	0	0%	5	8,3%	6	10%	28	46,7%	21	35%	4,16	3,75	0,41
Spremni da posavetuju korisnike i pruže pomoć u izboru adekvatne usluge	2	3,3%	2	3,3	14	23,3%	22	36,7%	20	33,3%	4	3,75	0,25
Urednost prostorija je na zadovoljavajućem nivou	1	1,7%	3	5%	3	5%	29	48,3%	24	40%	4,32	3,75	0,57

Pored segmenata iz tabele, koji prelaze zadovoljavajući minimum, korisnici su odgovarali na nekoliko dodatnih pitanja, koji se odnose na cene usluga, čekanje u redovima, poređenje pošte sa ostalim kompanijama i druga pitanja, a ono što u najvećoj meri izaziva nezadovoljstvo kod korisnika jeste čekanje u redovima. Dobijeni rezultati pokazuju da preko 60% provede više od 10 minuta čekajući u redu, što se smatra nezadovoljavajućim s obzirom, na njihova očekivanja, gde navode da je zadovoljavajuće vreme čekanja do 10 minuta. Na kraju same ankete imali su mogućnost da iznesu svoje predloge i primedbe, gde veći deo ispitanika smatra da je potreban veći broj aktivnih šaltera u špicu, mlađe osoblje, veća ažurnost zaposlenih, pružanje više informacija, bolja reklama usluga, kao i da se više poštuje prednost starijih lica, roditelja sa decom i trudnica.

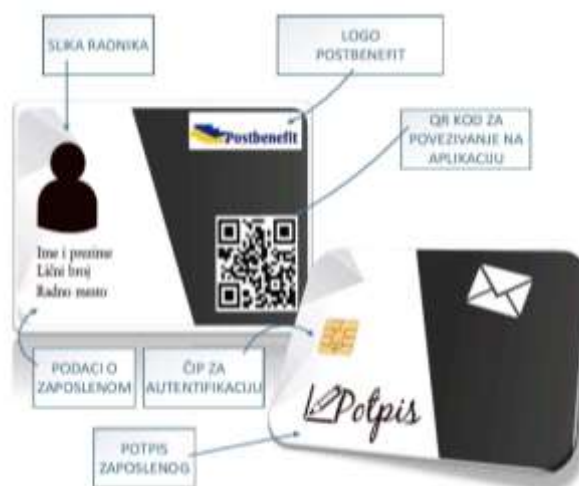
Na osnovu dobijenih podataka iz obe ankete, gde je obuhvaćeno dosta faktora, imamo sliku šta kod zaposlenih i korisnika u najvećoj meri izaziva nezadovoljstvo, što može pomoći pošti u daljem poslovanju, gde će znati u kom pravcu da se usmeri i kojim faktorima da pruži više pažnje, kako bi se povećalo zadovoljstvo sa obe strane.

4. PREDLOZI ZA MOTIVACIJU ZAPOSLENIH I UNAPREĐENJE RADA

4.1. Postbenefit kartica i aplikacija

Kao jedan od predloga koji bi Pošta mogla da pruži svojim zaposlenima, kako bi ih motivisala jeste Postbenefit kartica. U okviru ove kartice Pošta bi za svoje zaposlene u saradnji sa određenim firmama, zdravstvenim ustanovama, sportsko rekreativnim centrima, restoranima, turističkim agencijama, buticima i dr. omogućila svojim zaposlenim određene popuste, a sve u cilju unapređenja

zdravlja zaposlenih, kao i njihovog društvenog života i ostalih ličnih potreba. Na slici 2. prikazan je predlog izgleda Postbenefit kartice.



Slika 2. Postbenefit kartica

Pored kartice, zaposlenima bi bilo omogućeno da putem Postbenefit aplikacija na svojim mobilnim telefonima na koje se povezuju pomoću QR koda, prate raspoložive benefite, koji bi se povremeno menjali, kako bi zaposlenima bilo dinamičnije i zanimljivije. Za potrebe ovog rada izvršeno je programiranje početne strane aplikacije, kao predlog kako bi ona mogla da izgleda. Na slici 3. prikazana je početna strana aplikacije, gde su prikazani neki od benefita koje bi pošta mogla da pruži svojim zaposlenim.



Slika 3. *Postbenefit aplikacija*

U okviru svakog benefita treba da stoje nazivi marketa, teretana, restorana, benzinskih stanica i dr, za koje važe određeni popusti za zaposlene u Pošti.

4.2. Angažovanje studenata

Kao drugi predlog da se poboljša rad Pošte jeste angažovanje studenata. Pošta bi u saradnji sa fakultetom mogla da angažuje studente, koji bi poboljšali rad Pošte i ujedno stekli određeno radno iskustvo. Fakultet bi mogao omogućiti obuku studenata, koji bi do treće ili četvrte godine svojih studija stekli dovoljno znanja, kako bi bili angažovani za rad u pošti, što bi im omogućilo da po završetku studija pored teorijskog znanja, steknu i praktično znanje, a samim tim i radno iskustvo u toku studija.

Da bi se obuka realizovala, pošta bi trebalo da omogući instalaciju programa koji koriste šalterski radnici, na kojima bi studenti mogli da rade kao da su u pošti, gde bi se susreli sa svim uslugama i obrascima koje pošta koristi, i na taj način bi se smanjilo gubljenje vremena za obučavanje studenata za rad u samoj pošti, a isto tako bi studenti proširili svoje znanje i stručna praksa bi bila na višem nivou. Pošta bi mogla takođe angažovati studente i na drugim radnim mestima, a ne samo na mestu šalterskog radnika.

Primenom ovog predloga svakako bi se zadovoljstvo korisnika povećalo, bilo bi više aktivnih šaltera, a samim tim bi se smanjilo čekanje u redu na opsluživanje.

5. ZAKLJUČAK

Istraživanjem zadovoljstva zaposlenih i korisnika obuhvatajući brojne faktore koji utiču na njih, dobijeni su rezultati koji pokazuju čime su obe strane najviše nezadovoljne. Kao što je kroz rad opisano, možemo zaključiti da na zaposlene najviše utiče visina plate, na šta bi Pošta trebala da se usmeri i nađe način da motiviše zaposlene kroz različite materijalne i nematerijalne motivatore. Time bi se poboljšao njihov rad, što bi se pozitivno odrazilo i na klijente.

Sigurno bi tada zaposleni ostvarili veću produktivnost i ostavili bi bolji utisak na klijente, koji bi mnogo manje vremena proveli čekajući u redu, bili bi zadovoljni uslugom, a samim tim stekli poverenje prema zaposlenima zbog čega bi se uvek vraćali u Poštu.

Takođe možemo zaključiti da bi Pošta primenom predloga iz poglavlja četiri, mogla povećati zadovoljstvo zaposlenih, kao i poboljšati svoj rad. Iako se ovi predlozi ne primene, svakako da Pošta mora nešto preduzeti, kako bi svoje poslovanje poboljšala i sprečila ponovno ispoljavanje nezadovoljstva zaposlenih štrajkovima i drugim načinima koji će dodatno pogoršati situaciju.

6. LITERATURA

- [1] Z. Tanasijević, „Zadovoljstvo zaposlenih“, Kragujevac, 2006.
- [2] L. G. Nešić, „Istraživanje simptoma stresa i zadovoljstva poslom u organizaciji“, Novi Sad, 2013.
- [3] I. Bešlić, D. Bešlić, „Zadovoljstvo poslom“
- [4] Pošta 21101, Novi Sad

Kratka biografija:



Nataša Žujić rođena je u Beogradu 1993. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Poštanski saobraćaj i telekomunikacije – Nove tehnologije i usluge u poštanskom saobraćaju odbranila je 2018.god.
kontakt: natasazujic93@yahoo.com

ISTRAŽIVANJE ZADOVOLJSTVA KORISNIKA

RESEARCH THE SATISFACTION OF USERS

Milica Rajković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast –SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – U ovom radu izvršeno je istraživanje zadovoljstva korisnika Post Express usluga. Cilj istraživanja je bio da se anketiranjem korisnika proceni postojeći kvalitet usluge i da se dobiju odgovarajuće smernice za poboljšanje poslovanja Post Express-a. Na osnovu ovog istraživanja dati su predlozi za rešavanje problema prekoračenja vremenskih rokova prenosa ekspres pošiljaka i za smanjenje broja pokušaja dostave.

Ključne reči: post express, zadovoljstvo korisnika usluga, dostava

Abstract – In this study we're investigating how pleased users of Post Express services are. Users were given a set of questions related to the overall quality of services they received. Based on this feedback, we got suggestions for solving problems with late transportation of express shipment, as well as for reducing attempts to deliver items.

Keywords: post express, satisfaction of service users, delivery

1. UVOD

Fokus poslovanja Pošte je bio usmeren na neprekidnost funkcionisanja poštanskog saobraćaja i pružanje klasičnih poštanskih usluga. Brojne promene na poštanskom tržištu su uticale na način poslovanja Pošte i dovele do razvoja potpuno novog tržišta ekspres usluga.

Pošta Srbije predstavlja javnog operatora, koja putem sistema Post Express pruža usluge ekspres prenosa poštanskih pošiljaka. Cilj Post Express-a je stalan razvoj, unapređenje i održavanje kvaliteta usluge.

U svrhu postizanja uspeha na veoma konkurentnom tržištu, kao što je tržište ekspres usluga, Post Express treba da ispuni očekivanja korisnika, što se jedino može postići ponudom usluga visokog kvaliteta. Jedan od načina za procenu postojećeg kvaliteta usluge jeste analiza zadovoljstva korisnika.

U prvom delu rada biće prikazani rezultati istraživanja zadovoljstva korisnika Post Express usluge. Posebno se posmatraju odgovori korisnika koji se odnose na kvalitet usluge, cenu, korišćenje usluge konkurencije i na razlog podnošenja reklamacije. Na osnovu toga biće opisani problemi koji se najčešće javljaju, a to su prekoračenje rokova prenosa pošiljaka i povećanje broja pokušaja dostave.

NAPOMENA:

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

2. POST EXPRESS

Post Express kao kurirski servis "od vrata do vrata", koji omogućava korisnicima da pošiljke stižu u pravo vreme i na pravo mesto, započeo je svoje poslovanje 23. Septembra 2002. godine.

Post Express svojim korisnicima pruža:

- Sigurnost,
- Brzinu,
- Kvalitet i
- Pouzdanost [1].

Post Express usluge su dostupne u unutrašnjem i međunarodnom saobraćaju.

U unutrašnjem saobraćaju Post Express omogućava najbrži i najsigurniji prenos i uručenje pošiljaka u propisanim i garantovanim rokovima. Bezbedan prenos pošiljke je organizovan poštanskom mrežom, najsavremenijim vozilima i visoko profesionalnim kuririma. Korisnicima su na raspolaganju tri vrste Post Express usluga:

- Usluga „Danas za odmah“,
- Usluga „Danas za danas“ i
- Usluga „Danas za sutra“.

EMS (Express Mail Service) je usluga koja omogućava najbrži prenos pošiljaka u međunarodnom saobraćaju po pristupačnim cenama, uz poštovanje najkraćih rokova prenosa. Obavljanje ove usluge je omogućeno u 63 zemlje sveta [1].

3. ISTRAŽIVANJE ZADOVOLJSTVA KORISNIKA

Istraživanje zadovoljstva korisnika Post Express usluga sprovedeno je u Pošti 21101 Novi Sad, gde je izvršeno anonimno anketiranje 60 korisnika.

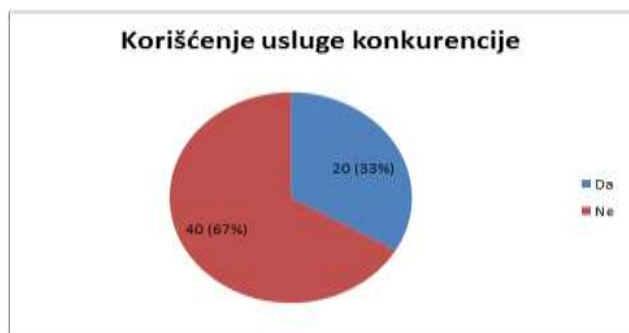
Na početku ankete korisnicima je bilo postavljeno pitanje koliko često koriste usluge Post Express-a. Odgovori na ovo pitanje su prikazani u tabeli 1.

Na osnovu prikazane tabele zaključujemo da najveći broj korisnika koristi jednom mesečno usluge Post Express-a.

Tabela 1. Učestalost korišćenja Post Express usluga

Učestalost korišćenja Post Express usluga		
	Broj	Procenat
Svakodnevno	1	1,6%
jednom nedeljno	9	15%
više puta nedeljno	15	25%
jednom mesečno	25	41,7%
jednom godišnje	10	16,7%
UKUPNO	60	100%

U svrhu ispitivanja lojalnosti korisnika usluga Post Express, korisnicima je postavljeno pitanje da li koriste usluge ekspres prenosa pošiljaka samo kod Pošte Srbije ili koriste i usluge konkurencije. Na to pitanje korisnici su odgovorili kao što je prikazano na grafikonu 1.



Grafikon 1. Korišćenje usluga konkurencije

Možemo zaključiti da 33% korisnika koristi usluge konkurencije. Ovaj podatak može da se tumači odgovarajućim stepenom nezadovoljstva ili nesigurnosti jer korisnik koji ima poverenje u jednog operatora i koji je zadovoljan uslugom, po pravilu, neće tražiti usluge drugih operatora.

Što se tiče načina na koji korisnici koriste usluge operatora, čak 82,7% korisnika to radi pozivanjem Call centra, dok se veoma mali procenat korisnika odlučuje za korišćenje Web express i Mobilne aplikacije, što je prikazano na grafikonu 2.

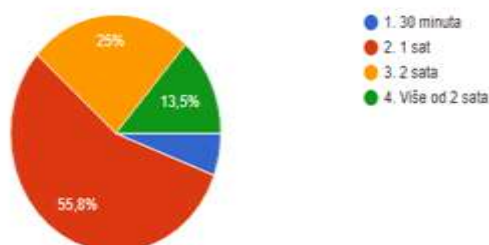
Na koji način upućujete zahtev za preuzimanje Post Express pošiljke?

12 odgovora



Grafikon 2. Načini za upućivanje zahteva za preuzimanje Post Express pošiljke

Pitanje koje je veoma važno za projektovanje tehnološkog procesa jeste pitanje za koje vreme je potrebno da kurir stigne na adresu korisnika od trenutka upućivanja zahteva za preuzimanje pošiljke, po mišljenju korisnika. Na to pitanje korisnici su odgovorili kao što je prikazano na grafikonu 3.



Grafikon 3. Očekivano vreme dolaska kurira nakon upućenog zahteva za preuzimanjem pošiljke

Na osnovu grafikona 3. uočavamo da 55,8% korisnika očekuje dolazak kurira po pošiljku u roku od 1 sata. To predstavlja zahtev koji je znatno strožiji u odnosu na postojeće stanje u službi Post Express. Ipak dobrom organizacijom kretanja kurira, uz prihvatljive troškove bi mogao biti ostvaren.

Odgovori korisnika na pitanje o sigurnosti i bezbednosti pošiljaka u prenosu prikazani su u tabeli 2.

Tabela 2. Sigurnost i bezbednost pošiljaka u prenosu

	ne, uopšte	jednom	два puta	tri i više
Primljene pošiljke namenjene drugom primaocu	58	2	/	/
Primljene oštećene pošiljke	53	7	/	/
Pošiljka koja je dostavljena, ostavljena je na nebezbednom mestu	59	1	/	/

Korisnici su bili upitani da odgovore na pitanje koje se odnosi na osobine pružanja usluga. Korisnici su dodelili ocene na skali od 1 do 5 (1 – nezadovoljavajuće, 2 – dovoljni, 3 – dobro, 4 – vrlo dobro, 5 – odlično) svakoj od osobina usluge.

U tabeli 3. prikazana je prosečna ocena zadovoljstva korisnika.

Tabela 3. Prosečna ocena zadovoljstva korisnika

	Prosečna ocena
Pogodnost slanja pošiljaka	3,93
Cena slanja pošiljaka	4,23
Rokovi prenosa	3,65
Sigurnost pošiljaka	3,95
Ponašanje zaposlenih na šalteru/kurira prilikom pružanja usluge	3,95

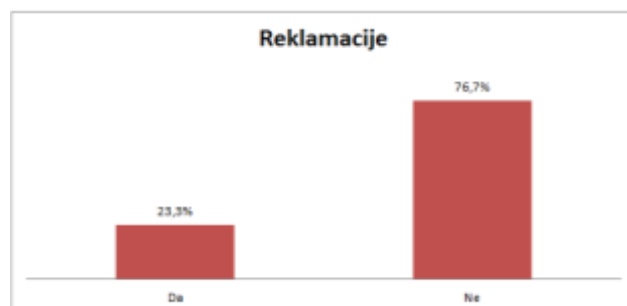
Korisnici su zadovoljni pogodnostima slanja pošiljaka.

Najveća prosečna ocena koja iznosi 4,23 je data za cenu slanja pošiljaka. Korisnici su zadovoljni cenama i po njima su cene povoljne za ovakvu vrstu usluge.

Rokovi prenosa su veoma važni kod ekspres prenosa pošiljaka. Na osnovu dobijenih odgovora prosečna ocena iznosi 3,65.

Prosečna ocena od 3,95 je ista i za sigurnost pošiljaka i za ponašanje zaposlenih prilikom pružanja Post Express usluge.

Na pitanje da li su ikada uputili reklamaciju na rad službe, 46 (76,7%) korisnika je navelo da nije, dok je 14 (23,3%) korisnika odgovorilo da jeste, rezultati su prikazani na grafikonu 4.



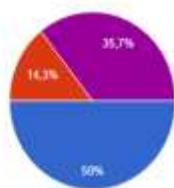
Grafikon 4. Upućivanje reklamacije na rad službe Post Express-a

Ovako veliki broj korisnika koji su podneli reklamaciju, ukazuje na potrebu da se istraže uzroci nezadovoljstva korisnika kvalitetom usluga.

Na grafikonu 5. prikazan je udeo razloga za pokretanje reklamacionog postupka.

Ukoliko jeste koji je razlog bio za to?

14 odgovora



- 1. Prekoračenje roka prenosa pošiljke
- 2. Oštećenje pošiljke
- 3. Ostali razlozi
- 4. Neuspešnost dostave
- 5. Nedostatak kurira ako je upućen zahtev za uslugu

Grafikon 5. Razlozi za podnošenja reklamacija

Na osnovu grafikona vidmo da je najviše korisnika imalo primedbu na prekoračenje rokova prenosa, čak 50% ispitanih.

Drugi razlozi su neodazivanje PostExpress-a na zahtev korisnika (35,7%) i oštećenje pošiljke (14,3%).

4. PREDLOZI ZA REŠAVANJE NEZADOVOLJSTVA KORISNIKA

Analiza zadovoljstva korisnika uslugama Post Express ukazala je na dva ključna problema u realizaciji ovih usluga. Problemi su vezani za rokove prenosa i neuspele dostave.

4.1. Rešavanje problema u rokovima prenosa

Zbog osobine stohastičnosti zahteva korisnika za ekspres prenosom pošiljaka dolazi do pojave većeg ili manjeg broja zahteva u kraćem vremenskom periodu. Veći broj zahteva izaziva problem koji dovodi do odstupanja definisanog vremena i prekoračenja rokova prenosa pošiljaka.

Kao rešenje predlaže se analiza pristiglih zahteva i prema potrebi uključivanje dodatnog kurira na reon.

Angažovanje dodatnih kurira se može postići angažovanjem:

- Sa punim radnim vremenom i
- Sa delom radnog vremena.

Vremenske ili sezonske oscilacije u obimu zahteva mogu se rešavati:

- Preraspodelom radnog vremena kurira i
- Ad hoc angažovanjem kurira po ugovoru o delu.

Potrebno je češće vršiti snimanja saobraćaja i broja pošiljaka na reonima i vršiti reonizaciju, kako bi se smanjilo opterećenje kurira i povećao kvalitet dostave Post Express pošiljaka.

4.2. Rešavanje problema neuspešnih dostava

Prilikom dostave pošiljaka postoje propusti i teškoće u dostavi koji dovode do povećanja troškova. Propusti i teškoće se svode na dve grupe:

- Neuspešni pokušaji dostave pošiljaka i
- Nedostatak informacija o korisnicima [2].

Istraživanja su pokazala da je uspešno dostavljeno svega 60-75% pošiljaka po danima, u prvoj dostavi.

Nedostatak informacija o korisnicima podrazumeva da kurir nema informaciju da li se primalac nalazi na adresi naznačenoj na pošiljci.

Kao moguće rešenje za smanjenje broja neuspešnih pokušaja dostave i nedostatka informacija o korisnicima

predlaže se uvođenje savremenih sredstava za isporuku pošiljaka, kao što su 7/24 paketski ormari ili korišćenje Web express i Mobilne aplikacije, gde bi korisnicima na mobilne telefone blagovremeno stizalo obaveštenje o pošiljkama koje su za njega prispele u poštu.

Putem tog obaveštenja korisnicima bi bila ponuđena dva odgovora, kao što je prikazano na slici 1.

POST EXPRESS
JAVNO PREDUZEĆE PTT SAOBRAĆAJA "SRBIJA"

Poštovani, molimo Vas da odgovorite da li ste u mogućnosti da preuzmete vašu pošiljku?

☐ Da, u mogućnosti sam da preuzmem pošiljku.

☐ Ne, nisam u mogućnosti, preuzeću pošiljku u prostoriji pošte.

PROSLEDI

Hvala Vam na odgovoru!

Slika 1. Prikaz obaveštenja

Ukoliko korisnik odgovori sa da je u mogućnosti da primi pošiljku, kurir priprema pošiljku za dostavu. U suprotnom, korisnik će dobiti informaciju u kojoj pošti može da preuzme pošiljku, što je prikazano na slici 2.

POST EXPRESS
JAVNO PREDUZEĆE PTT SAOBRAĆAJA "SRBIJA"

Vašu pošiljku možete preuzeti u Pošti 21101 radnim danima do 19h.

Rok za preuzimanje pošiljke je 5 radnih dana.

Hvala!

Slika 2. Informacija o preuzimanju pošiljke

Na ovaj način se smanjuje broj neuspešnih dostava i troškovi dostave, kao i broj kurira potreban za izvršenje poslova dostave.

5. ZAKLJUČAK

Stvaranjem Post Express-a Pošta Srbije je delimično uspešla da unapredi kvalitet i proširi asortiman ekspres usluga, ali nije uspešla u potpunosti da suzbije konkurenciju. Konkurencija je upravo najviše izražena na tržištu ekspres usluga i predstavlja veliki problem Post Express-u.

Istraživanje zadovoljstva korisnika Post Express usluga pomaže da se uvide i zadovolje potrebe korisnika i time se unapređuje kvalitet usluge. Post Express mora da bude

profitno orijentisan, maksimalno fleksibilan i informaciono-komunikaciono integrisan pružajući najbolji kvalitet, kako bi korisnicima obezbedio brzinu, sigurnost i jednostavnu uslugu.

Kao što je kroz rad opisano putem razvijenih online usluga, Post Express ima mogućnost da reši problem neuspešnih pokušaja dostave pošiljaka. Rešavanjem ovog problema kao i problema prekoračenja rokova prenosa Post Express može da unapredi kvalitet svog poslovanja i tako poveća svoj profit i broj zadovoljnih korisnika, i samim tim postane dominantan na tržištu ekspres usluga.

6. LITERATURA

[1] www.postexpress.rs

[2] M. Bukumirović, „Kurirska, ekspres i paketska služba i sledljivost pošiljaka u poštanskoj logistici“, Saobraćajni fakultet, Beograd.

Kratka biografija:



Milica Rajković rođena je u Kragujevcu 1993. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Poštanski saobraćaj i telekomunikacije – Nove tehnologije i usluge u poštanskom saobraćaju odbranila je 2018.god. kontakt: milcitza@gmail.com

КРИТИЧКИ ОСВРТ НА ЛИТЕРАТУРУ О ЧИТКОСТИ ТЕКСТА НА ЕКРАНУ**THE READABILITY OF ON-SCREEN TEXT: A CRITICAL REVIEW**Ката Коцић, Урош Недељковић, *Факултет техничких наука, Нови Сад***Област – ГРАФИЧКО ИНЖЕЊЕРСТВО И ДИЗАЈН**

Кратак садржај – Одговор на питање: „Да ли је читање са папира искључиво добро утемељена навика или заиста обезбеђује већу брзину и читалачки комфор него читање са екрана?” тражи се прегледом литературе и конкретних резултата емпијских истраживања.

Кључне речи: читкост, читљивост, папир, екран

Abstract – The purpose of this paper is to review recent research as an answer to the question: *Is reading on paper only well-grounded habit or it really provides better performance and readability as compared with reading on screen?*

Keywords: *legibility, readability, paper, screen*

1. УВОД

Појавом електронских књига и могућношћу читања са екрана уопште, објављене су бројне студије које истражују како наклоности читалаца, тако и трендове у производњи традиционалних и нових медија. Подаци Издавачке асоцијације Уједињеног Краљевства (енгл. *The Publishers Association*) говоре да је у 2016. години продаја електронских књига опала за 17%, док је истовремено продаја штампаних порасла за 8% [1]. Ова чињеница не треба да изненађује будући да аналитичари упућују на многе предности штампаних књига, пре свега истичући физичко задовољство које она приређује: (1) додир папира доприноси тактичном задовољству [2, 3, 4], (2) ангажује чуло мириса [4], (3) доприноси бољем визуелном задовољству.

Осим тога, мишљења се слажу да штампана књига „представља предмет жеље” – књига као објекат „мами” са полица, позива потенцијалне читаоце да је истраже, позајме, прочитају или купе [1, 3]; делови штампане књиге се лако означавају [3]; књига предстаља поклон који носи одређену симболику [3]; доприноси дубљем читалачком искуству [1]. У контексту читкости и читљивости фокусирамо се на питање: Да ли је читање са папира искључиво добро утемељена навика или заиста обезбеђује већу брзину и читалачки комфор него читање са екрана?

Зато су у раду најпре разјашњени појмови читкости и читљивости; набројани су фактори који на њих утичу; дефинисани су појмови који су битни за разумевање

процеса читања; дат је преглед емпијских истраживања која пореде читање са папира и са екрана.

2. ПРЕГЛЕД ИСТРАЖИВАЊА**2.1. Читкост и читљивост као појмови**

Како у свакодневној комуникацији, тако и у литератури која се макар узгредице дотиче типографије, наилазимо на поистовећивање или потпуно неразумевање појмова читкости и читљивости, као и на синтагме *читкост текста*, *читкост дисплеја* итд. Овај феномен заинтригирао је и понеке истраживаче, па су о трагању за појашњењем ових појмова објављени читави радови. Неуспех оваквих лингвистичких потрага треба приписати изостанку консултација са графичким стручњацима, који углавном праве јасну дистинкцију.

Месарош разликује читкост и читљивост на следећи начин: „Читкост је квалитет који се односи на брзину перцепције појединачне речи или писмовног реда, док је читљивост квалитет презентованог текста који омогућује лакоћу и комфор читаоцу кроз неки дужи период читања” [5].

Бејер у својој дисертацији између осталих дефинише појмове: (1) читљивост (енгл. *readability*) као ниво напрезања које искуси читалац док очима прати линију текста; (2) читкост (енгл. *legibility*) као јасноћу слова под утицајем фамилијарности писма; (3) видљивост (енгл. *visibility*) као јасноћу слова изоловану од утицаја фамилијарности писма; (4) фамилијарношћу (енгл. *familiarity*) означава колективни утицај претходног искуства и нивоа заједничких особина слова [6].

Кнежевић дефинише да се читкост „односи на форму слова и означава лакоћу препознавања појединачног карактера представљеног у одређеном окружењу”, а да читљивост поред форме слова подразумева и њихов распоред – одређује колико је лако читати текст [7]. Он додаје да се читкост налази у надлежности дизајнера писма, а читљивост у надлежности типографа – који брине о изгледу читавог текста; слично као Лаптон, која наводи да типографу предстоје одлуке које се тичу избора фонта и његове величине, поравнања, прореда, редоследа, облика и осталих манипулација, односно да он „претвара основни атом форме слова у организацију речи, затим у кохерентна тела и флексибилне системе” [8].

Недељковић потврђује да се у бројним истраживањима ова два појма поистовећују, као и да је недостатак интересовања дизајнера за праћење

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Урош Недељковић, ванр. проф.

истраживања у овој области један од разлога неусаглашених дефиниција [9]. Такође скреће пажњу да ни сви истраживачи, па чак ни типографи не дефинишу ове појмове јасно, наводећи искључиве дефиниције Трејсија (енгл. *Walter Tracy*) који „раздваја потенцијално утицајне факторе графемске природе на лакоћу или тешкоћу препознавања типографских знакова – читкост; односно комфор или неуодност при читању – читљивост.”

Бејер такође скреће пажњу на конфузију ова два појма, пре свега наводећи да Пајк (енгл. *Pyke*) користи само један појам – *legibility*, који затим ставља уз категорије (1) слова, (2) речи и (3) континуални текст, а Тинкер (енгл. *Tinker*) једном речју – *legibility* подразумева оба појма, што објашњава чињеницом да су експерименте у овој области често спроводили научници психолошке и научне позадине, без стварног знања о дизајнерском аспекту типографије [6].

2.2. Фактори утицаја читкости и читљивости

Консултујући типографске приручнике, на читкост и читљивост типографског писма утичу бројни чиниоци: (1) избор типографског писма [5, 7, 10]; (2) градација писма [5, 7, 10, 11]; (3) висина горњих и доњих продужетака [7]; (4) величина и отвореност контраформи [7]; (5) контраст потеза писма [7]; (6) дужина реда [5, 7, 11]; (7) проред [5, 7, 11]; (8) медијум презентације односно боја подлоге, квалитет површине папира, сјајност [5, 7, 10]; (9) елементи микротипографије [5] – (а) размаи између речи; (б) рубне белине, размак између стубаца, (ц) визуелна презентација, типографски стил; (д) рашчлањивање текста – одломци, пасуси, наслови и поднаслови. Фактори (3), (4) и (5) приказани су на слици 1.



Слика 1: Неки од фактора који утичу на читкост: (3) висина горњих и доњих продужетака; (4) отвореност контраформи; (5) контраст потеза писма.

Претраживањем студија у вези са читкошћу и читљивошћу, стичемо утисак да је највише пажње посвећено истраживању читкости између серифних и безсерифних писама [9], а затим факторима као што су утицај градације и утицај дужине реда. Међутим, сврсисходност таквих резултата доводи се у питање будући да су многе студије о читкости типографских писама спровели истраживачи из не-дизајнерске бранше [6, 9, 12].

2.3. Покрети очију при читању

На основу посматрања својих пацијената, француски офтамолог Луј Емил Жавал је 1878. објавио своја

запажања: поглед се кроз континуални текст не креће непрекидно, већ скоковитим покретима, тако да се процес читања састоји од брзих покрета очију, који су испрекидани кратким паузама између [7]. Ови мали покрети очију су потпуно несвесне радње, које су продукт прилагођавања захтевима пажње кроз визуелно искуство [13].

Разликују се четири основна покрета очију при читању: (1) секада (енгл. *saccade*), (2) фиксација (енгл. *fixation*), (3) регресија (енгл. *regression*) и (4) прелазак у следећи ред (енгл. *return sweep*) [7, 14]. Секадама се називају скоковити покрети очију, а фиксацијама паузе [7], што је графички приказано на слици 1. Регресија је покрет при којем се поглед враћа на неки део текста [7], односно „обрнута секада” (енгл. *backward saccade*) [14]. Када читамо, то заправо чинимо обухватајући групе знакова које око „хвата” између две фиксације [7, 14].



● фиксације — секаде

Слика 2: Графички приказ фиксација и секада

Број карактера који обухвата једна секада, број и дужина фиксација осим од тежине и разумевања текста зависе и од језика на којем је текст написан [7, 14], али и од угла под којим се текст чита, као и од начина читања – дужина фиксација није иста приликом читања „у себи”, наглас и приликом „визуелног претраживања” [15].

У просеку, очи праве три до четири фиксације у секунди, које трају у просеку између 200ms и 300ms [7, 16]. Фиксације имају удела од 90% у укупном времену читања, док остатак чине остали покрети [7].

2.4. Студије које пореде читање са папира и екрана

Истраживањима која пореде читање са екрана и папира, нису се бавили искључиво типографи, него и научници из области психологије, педагогије и наочунарства. Иако таква истраживања не дају прецизне податке о обликовању стимулуса, ипак пружају довољно резултата за извођење општих закључака.

Једну од најисцрпнијих студија која је поредила читање са папира и екрана у академском окружењу спровели су 2003. године Ноиз и Гарланд [17]. Резултати ове студије су показали да су разлике у

брзини читања минималне, док је у случају читања са папира памћење дуготрајније.

Студија Акермана и Лојтермана спроведена 2012, поред учинковитости читања, упоређивала је и самопроцену испитаника [18]. Метод је био такав да су испитаници након прочитаног текста, а пре решавања теста, давали процену колико добро ће урадити тест, док се цело испитивање одвијало у три различита временска услова. Показало се да су испитаници који су читали са папира свеукупно показали боље резултате теста, са изузеком услова где су имали неограничено време читања (све док оно не прелази седам минута), када су испитаници показали сличне резултате.

Крецишмар и сарадници спровели су 2013. године студију комбинујући методу праћења погледа (енгл. *eye tracking*) са технологијом електроенцефалографије – ЕЕГ¹ како би установили да ли читање са електронских медија захтева већу когнитивну активност у поређењу са читањем конвенционалних књига [19]. Узорак је био подељен у две групе – старију и млађу; сви испитаници су читали кратке текстове на три различита уређаја: папиру, електронском читачу и таблету и одговарали на питања о себи. Током целокупног трајања свих набројаних активности бележен је ЕЕГ и дужина фиксација праћењем погледа. Док су резултати анкете о личним наклоностима показали да учесници дају предност папиру пре него електронским уређајима, инструментална мерења дала су другачије резултате – у млађој групи између три различита медија није забележена разлика у дужини фиксација, док је у старијој групи читање на таблету резултовало краћом дужином фиксације у односу на папир и е-читач.

Студија Манген и сарадника из 2013. спроведена је на ученицима у Норвешкој, подељеним у 2 групе од којих је једна читала два текста на папиру, а друга исте текстове на екрану рачунара [18]. У разумевању текста знатно боље резултате показала је група која је читала са папира – испитаницима је било лакше да се сете онога шта су прочитали. Аутори студије приписали су овакав резултат додиривањем папира и окретањем страница, за разлику од „скроловања“ на рачунару, које отежава памћење.

Ступ и сарадници су такође 2013. експериментално доказали да при читању дугих и комплексних текстова папир пружа бољу учинковитост при учењу и памћењу информација [17]. Денијел и Вуди у истраживању 2013. наишли су на малу разлику крајњег резултата читања, али не и на значајну у брзини читања [17].

Још једна студија, Тансера и Бахадира, спроведена 2014. показала је да испитаници који су читали са екрана нису показали добре резултате знања као они који су читали са папира [17].

Гуданавичиус је 2016. спровео експеримент у којем је мерио разлике у пажњи приликом читања текста на

различитим медијима и утврдио да је мање концентрације потребно за читање на папиру него на екрану телефона, таблета и уређаја *Kindle* [20, 21].

Из резултата наведених студија можемо да изведемо следеће закључке: (1) разлика у брзини читања између екрана и папира није значајна; (2) читање са екрана изискује већи напор; (3) читање са папира пружа бољу меморију. Наведена истраживања пореде технологије, дају увид у могуће активности и наклоности читалаца, али не залазе у обликовање текста – стимулуса. Студије које у обзир узимају и ове параметре углавном пореде (1) серифна и безсерифна писма; (2) писма пројектована за екран и за штампу; (3) обојеност и контраст писма и позадине. Иако исцрпне, оне су малобројне и дају опречне закључке.

2.5. Студије које укључују параметре обликовања текста

Студија Ковачевића и сарадника из 2014, имала је за циљ да упореди утицај серифних и безсерифних писама на читкост у условима читања са екрана. У експерименту је коришћено 6 типографских писама: од којих су три била серифна – *Georgia*, *Times News Roman* и *Palatino*, а три безсерифна – *Tahoma*, *Arial* и *Verdana* [22]. Круцијална разлика међу овим писмима је и намена за коју су испројектована – *Georgia* и *Verdana* су специјално пројектоване за екран, док су остала писма углавном пројектована за штампу. Иако је усвојено мишљење да безсерифна писма обезбеђују бољу читкост на екрану, ова студија је показала да су разлике веома мале и да у просеку безсерифна писма захтевају краће време читања. У овом поређењу, број фиксација није имао важну улогу – био је мањи за серифна него за безсерифна писма. Из ових резултата, аутори закључују да број фиксација не утиче на време читања нити на тачност одговора.

Истраживање Франкена и сарадника из 2016. спроведено је на уређају за праћење погледа, уз помоћ два писма пројектована за употребу на екрану – *Georgia* и *Verdana* у градијацијама 12, 14, 16 и 18 px [23]. Од параметара су праћени дужина трајања читања и број фиксација. Приликом читања и једног и другог писма, забележен је раст брзине читања са повећањем градијације писма. Међутим, без обзира на градијацију писма, брже је читан текст сложен писмом *Verdana*. Такође, за *LCD* дисплеје, *Verdana* је показала већу брзину читања, што аутори објашњавају варијацијом потеза код писма *Georgia*, која код *Verdane* не постоји. Истовремено, шири лик и већа х-висина писма *Verdana* доприносе већој читкости на екрану. Примећено је да је број фиксација растао са градијацијом писма. Према томе, у овом експерименту резултати показују да брзина читања, а последично и читкост текста приказаног на екрану зависи од (1) избора писма и (2) његове градијације.

Черепинко и сарадници 2017. објавили су врло опсежно истраживање, у којем су поредили читљивост на папиру, екрану рачунара и *iPad*-у, на текстовима сложеним безсерифним *Gotham* и серифним *Minion Pro* писмом, у 4 различите градијације: 10, 12, 14 и 16pt, сложеним у једној и две колоне, на хрватском језику

¹ Електроенцефалограм (енгл. *electroencephalogram*) је тест који бележи електричну активност мозга.

[24]. Резултати су показали да је (1) читање са папира брже; (2) безсерифно писмо *Gotham* читкије и читљивије од серифног *Minion Pro*; (3) у већим градицијама – 14 и 16pt не постоји значајна разлика у избору писма.

3. ЗАКЉУЧАК

Преглед литературе у области истраживања оставља утисак да постоји велико интересовање како научне, тако и шире јавности проблему читања на папиру и екрану. Истраживачи различитих струка дотакли су се ове тематике у контексту који им је најсроднији, неретко ускраћујући радове за детаље око обликовања стимулуса и истовремено пружајући конклузије које могу послужити као полазне тачке при обликовању истраживања. Са друге стране, истраживања која не занемарују параметре при слагању текста-стимулуса, траже исцрпнији преглед и систематизацију резултата како би се извели општи закључци.

4. ЛИТЕРАТУРА

- [1] A. Preston, „How real books have trumped ebooks“, 2017. [На мрежи]. Доступно на: <https://www.theguardian.com/books/2017/may/14/how-real-books-trumped-ebooks-publishing-revival>. [Последњи приступ 30. 8. 2018.]
- [2] T. N. B. Review, „Drop That Kindle! 10 Reasons Print Books Are Better Than E-Books“, 2016. [На мрежи]. Доступно на: https://www.huffingtonpost.com/the-national-book-review/drop-that-kindle-10-reaso_b_8234890.html. [Последњи приступ 30. 8. 2018.]
- [3] G. Leibowitz, „7 Reasons Why Ebook Sales Are Falling--and Print Book Sales Are Rising Again“, 2017. [На мрежи]. Доступно на: <https://www.inc.com/glenn-leibowitz/heres-why-an-ebook-can-never-live-up-to-joy-of-reading-an-old-fashioned-hardcover.html>. [Последњи приступ 30. 8. 2018.]
- [4] A. Winn, „Printed Books vs. eBooks“, 2017. [На мрежи]. Доступно на: <https://medium.com/@AshleyWinn/printed-books-vs-ebooks-ba1d74a5a60c>. [Последњи приступ 30. 8. 2018.]
- [5] Ф. Месарош, Типографски приручник, Загреб: Графички образовни центар, 1985.
- [6] S. Beier, Typeface Legibility: Towards defining familiarity, London: The Royal College of Art, 2009.
- [7] И. Кнежевић, Мала типографска почетница за аматере и студенте типографије, Београд: Самостална типографска издања Илије Кнежевића, 2016.
- [8] E. Lupton, Thinking with type, 1st ed., New York: Princeton Architectural Press, 2004.
- [9] У. Недељковић, Универзално писмо: модернистичка утопија или савремена комуникацијска потреба, Нови Сад, 2016.
- [10] B. Warde, „On the Choice of the Typeface“, у *The Crystal Goblet: Sixteen Essays on Typography*, H. Jacob, Ур., Cleveland and New York, The World Publishing Company, 1956, pp. 1-3.
- [11] У. Недељковић, И. Пушкаревић / Б. Бањанин, Писмо и типографија, практикум, Нови Сад: Факултет техничких наука у Новом Саду, 2015.
- [12] S. Beier, „Legibility Investigation: Towards controlling typeface variables“, *Research Through Design*, pp. 92-95, 2013.
- [13] T. Buswell, How people look at pictures, Chicago: THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS, 1935.
- [14] L. Copeland / T. Gedeon, „What Are You Reading Most: Attention in eLearning“, *Procedia Computer Science*, pp. 67-74, 2014.
- [15] K. Rayner, „Eye Movements in Reading and Information Processing: 20 Years of Research“, *Psychological Bulletin*, т. 124, бр. 3, pp. 372-422, 1998.
- [16] И. Пушкаревић, Модел ефектности типографије у штампаним огласима, Нови Сад, 2018.
- [17] G. Walsh, „Screen and Paper Reading Research – A Literature“, *Australian Academic & Research Libraries*, т. 47, бр. 3, pp. 160-173, 2016.
- [18] C. Myrberg / N. Wiberg, „Screen vs. paper: what is the difference for reading and learning?“, *Insights*, т. 28, бр. 2, p. 49–54, 2015.
- [19] F. Kretzschmar, D. Pleimling, J. Hosemann, S. Füssel, B.-S. Ina / M. Schlesewsky, „Subjective Impressions Do Not Mirror Online Reading Effort: Concurrent EEG-Eyetracking Evidence from the Reading of Books and Digital Media“, *PLOS one*, т. 8, бр. 2, 2013.
- [20] A. Gudiniavičius, „Towards understanding the differences between reading on paper and screen: measuring attention changes in brain activity“, *Libellarium*, т. 9, бр. 1, pp. 175 - 184, 2016.
- [21] A. Dillon, „Reading from paper versus screens: A critical review of the empirical literature“, *Ergonomics*, т. 35, бр. 10, pp. 1297-1326, 2007.
- [22] D. Kovačević, N. Pušnik, M. Brozović / K. Možina, „On-screen text legibility among Croatian and Slovenian language groups“, Ljubljana, 2014.
- [23] G. Franken, A. Podlesek / K. Možina, „Testing Legibility on LCD Screen with Eye Tacker“, Novi Sad, 2016.
- [24] D. Čerepinko, D. Keček / M. Periša, „TEXT READABILITY AND LEGIBILITY ON iPad WITH COMPARISON TO PAPER AND COMPUTER SCREEN“, *Tehnički vjesnik*, т. 24, бр. 4, pp. 1197-1201, 2017.

Адреса аутора за контакт: kata.kocic@gmail.com

EKOLOŠKI UTICAJ MANGANA NA GRAFIČKO OKRUŽENJE**THE ECOLOGICAL IMPACT OF MANGANESE ON THE PRINTING ENVIRONMENT**Milica Bubnjević, Savka Adamović, Miljana Prica, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN**

Kratak sadržaj - Ekološki uticaj mangana na grafičko okruženje utvrđen je kroz određivanje sadržaja mangana u štampanim ofset uzorcima i migracije mangana iz uzoraka u deponijsko tlo, kiseo i neutralan rastvor. Takođe, izvršena je i procena rizika migracije mangana određivanjem doze koja je dospela u medij životne sredine.

Ključne reči: Grafičko okruženje, Ofset štampa, Mangan, Migracija, Procena rizika

Abstract - The ecological impact of manganese on the printing environment was determined by measuring of concentration levels of manganese in printed offset samples and migrations of manganese from printed samples into landfill, acidic and neutral solution. Also, the assessment of migration risk of manganese to the environment was evaluated.

Keywords: Printing environment, Offset printing, Manganese, Migration, Risk assesement

1. UVOD

U grafičkoj proizvodnji tokom procesa pripreme, štampe i obrade potroše se ogromne količine materijala, ali se i generišu relativno visoki nivoi otpada (čvrstog, tečnog i gasovitog) koji mogu sadržati zagađujuće materije. Pored toga što zagađujuće materije imaju potencijalno negativan uticaj na zaposlene u štampariji, one dospevaju i utiču na životnu sredinu.

Složenost tehnološkog grafičkog procesa dovodi do nepoštovanja prevencije, kao prvog pravila hijerarhije u zaštiti životne sredine, zbog čega je neophodno izvršiti adekvatnu reciklažu i odlaganje otpadnih produkata grafičke proizvodnje [1]. Zbog nedostatka adekvatnih reciklažnih pogona, štampani uzorci najčešće završavaju na komunalnom ili divljem deponijskom tlu, te je potrebno utvrditi kako njihovo razlaganje utiče na zemljište.

Mangan je prelazni hemijski element, oznake Mn i atomskog broja 25. Mn ima 15 izotopa, od kojih je postojan samo izotop čiji je maseni broj 55 i on čini gotovo 100% sastava izotopa Mn koji se javlja u prirodi [2]. Mn je široko rasprostranjen u stenama, zemljištu i vodu [3] i od vitalnog je značaja za metaboličke funkcije kako ljudi tako i drugih živih bića [4].

Mangan je i industrijska sirovina, pa se tako u grafičkoj proizvodnji upotrebljava kao konstituent ofset štamparskih

formi, ofset, tipo i sito grafičkih boja (kao crni pigment i najčešće sikativ) i lakova [5]. Sa aspekta zaštite životne sredine, Mn dugo nije bio predmet zabrinutosti, ali se to polako menja.

Mangan jeste esencijalni element, ali može da pokazuje ekotoksični efekat (štetan ili rizičan hemijski, biološki ili fizički uticaj) na ekosistem. Što se tiče kancerogenog efekta, ne postoji dokaz o kancerogenosti Mn po ljudski organizam, dok su izveštaji o kancerogenosti po životinjski organizam nepotpuni i neadekvatni. Bez obzira na vrstu efekta, procena rizika Mn je neophodna jer se njom mogu obuhvatiti: (1) procena efekta kroz identifikaciju negativnih efekata koje Mn može da izazove, i određivanje doze Mn, (2) procena izloženosti kroz određivanje doze Mn kojoj su bili izloženi ljudi ili doze koja je dospela u neki medij životne sredine (voda, vazduh ili zemljište) i karakterizaciju rizika [6].

Cilj rada je procena ekološkog uticaja Mn na grafičko okruženje na osnovu monitoringa migracije Mn iz štampanih ofset uzoraka (plakata i novina) u dve faze: tečnu (rastvori pH vrednosti 3,25 i 7) i čvrstu (komunalna i divlja deponijska zemlja) tokom 60 dana. Takođe, ekološki uticaj Mn definisan je kroz procenu rizika migracije Mn iz štampanih ofset uzoraka određivanjem doze koja je dospela u medij životne sredine.

2. EKSPERIMENTALNI DEO**2.1. Karakterizacija ofset štampanih uzoraka**

Prvi ispitivani uzorak je plakat štampan tabačnom tehnikom ofset štampe u Grafičkom centru Departmana za grafičko inženjerstvo i dizajn na Fakultetu tehničkih nauka, Univerziteta u Novom Sadu. Za dobijanje finalnog grafičkog proizvoda upotrebljeni su: procesne cijan, magenta, žuta i crna (CMYK) boje za tabačnu ofset štampu (proizvođač TOYO INK CO., LTD., Japan), premazni sjajni papir (gramature 120 g/m²) i mašina za tabačnu ofset štampu KBA Rapida 75 4/0 (proizvođač Koenig & Bauer Group, Nemačka).

Drugi ispitivani uzorak su novine novosadskog dnevnog lista, štampane rotacionom tehnikom ofset štampe. Za štampu novina upotrebljeni su: procesne CMYK boje za rotacionu štampu (proizvođač Schuite & Schuite Druckfarben, Nemačka), roto novinski papir (gramature 45 g/m²) i mašina za rotacionu ofset štampu Mediaman (proizvođač MAN Roland, Nemačka).

2.2. Određivanje sadržaja Mn u štampanim uzorcima

2,5 g usitnjenog plakata i 1 g usitnjenih novina odmereni su u lončićima za žarenje poznate mase. Prazni lončići za žarenje su prethodno izžareni 6 h na 500°C u peći za žarenje, ohlađeni u eksikatoru, a masa im je određena na tehničkoj

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Savka Adamović, docent.

vagi PS 2100/C2 (RADWAG, Poljska) sa tačnošću $\pm 0,01$ g. Po dodatku 5 ml $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ (p.a., Merck, Nemačka) u etanolu (p.a., Alkaloid, Skoplje), sadržaji lončića za žarenje su spaljivani na rešou do prestanka izdvajanja žutih para azotovih oksida, a potom žareni u peći za žarenje 4h na 450°C (prvo žarenje). Posle prvog žarenja uzorci su hlađeni u eksikatoru. Uzorcima je dodato 1 ml (2:1) HNO_3 (p.a., Merck, Nemačka) i 0,5 ml cc H_2O_2 (p.a., Centrohem, Srbija) i ponovljen je postupak rešo – peč za žarenje 1h na 450°C (drugo žarenje).

Posle drugog žarenja uzorci pepela su hlađeni u eksikatoru, rastvarani u 5 ml 10% HCl (p.a., Merck, Nemačka), kvantitativno filtrirani preko levka i filter papira (MACHEREY- NAGEL, Nemačka) u normalne sudove od 25 ml i dopunjeni dejonizovanom vodom. Koncentracije Mn u pripremljenim rastvorima određene su na atomskom absorpcionom spektrofotometru, AAS (Thermo Scientific - 75 SOLAAR S serije AA spectrometer), plamenom tehnikom u skladu sa USEPA 7000b metodom. Masene koncentracije Mn u jedinicama mg/kg u plakatu i novinama izračunate su prema formuli (1) [7]:

$$\gamma = \frac{C \cdot V}{m} \quad (1)$$

gde su: γ – masena koncentracija Mn u štampanom ofset uzorku (mg/kg), C – količinska koncentracija Mn u rastvoru (mg/l), V – zapremina rastvora (ml) i m – masa štampanog ofset uzorka (g).

2.3. Migracija Mn iz štampanih ofset uzoraka

U eksperimentu praćena je migracija Mn iz plakata i novina u dve faze: tečnu (rastvori pH vrednosti 3,25 i 7) i čvrstu (komunalna i divlja deponijska zemlja).

pH vrednost simulanta rastvora kiselih kiša (3,25) podešena je dodavanjem cc HCl (p.a., 36%, Merck, Nemačka) u dejonizovanu vodu. Za neutralan rastvor upotrebljena je dejonizovana voda. pH vrednosti neutralnog i rastvora kiselih kiša izmerena je digitalnim pH metrom (model PHD 21, DECODE, SR Jugoslavija).

Uzorak komunalne deponijske zemlje uzet je sa gradske deponije Novi Sad koja se nalazi u severnom delu građevinskog područja grada Novog Sada, severno od autoputa E-75. Uzorak zemlje sa divlje deponije uzet je u novosadskom prigradskom naselju Kač (koordinate $45^\circ 18' 09'' \text{N} / 19^\circ 56' 19'' \text{E}$). Uzorci komunalne i divlje deponijske zemlje sušeni su u sušnici na 105°C do konstantne mase.

Za test migraciju, u laboratorijske čaše od 200 ml prvo je odmereno na tehničkoj vagi 20 g deponijske zemlje (komunalne ili divlje), a potom 5 g usitnjenih ofset uzorka. Uzorci sa odgovarajućom deponijskom zemljom i štampanim ofset uzorcima potapani su u 100 ml neutralnog rastvora (pH = 7,0) i 100 ml rastvora simulanta kiselih kiša (pH = 3,25). Sprovedeno je 60. dnevno testiranje, a analize Mn u uzorcima komunalne i divlje deponijske zemlje sprovedene su 1., 2., 3., 4., 5., 10., 20., 30., 40., 50. i 60. dana na sobnoj temperaturi. U navedenim danima filtracijom preko kvantitativnog filter papira (MACHEREY- NAGEL, Nemačka) razdvojene su tečna i čvrsta faza (komunalna ili divlja deponijska zemlja). Potom je kiseo ili neutralan filtrat pripremljen za analizu sadržaja Mn: 20 ml

filtrata koncentrisano je do zapremine od 1 do 2 ml, a zatim razblaženo sa 10 ml 0,5 M HNO_3 .

Kiselom digestijom određen je sadržaj Mn u komunalnoj i divljoj deponijskoj zemlji pre kontakta (inicijalna koncentracija Mn) i nakon određenog dana kontakta deponijske zemlje, ofset uzorka i rastvora odgovarajuće pH vrednosti.

Koncentracije Mn u pripremljenim uzorcima određene su na atomskom absorpcionom spektrofotometru, AAS (Thermo Scientific - 75 SOLAAR S serije AA spectrometer), plamenom tehnikom u skladu sa USEPA 7000b metodom. Masene koncentracije Mn u deponijskim zemljama izračunate su primenom formule (1).

2.4. Procena rizika migracije Mn

Za izračunavanje indeksa rizika za nekancerogene supstance (NCHI) upotrebljena je formula (2) [6].

$$NCHI = \frac{C \cdot Cr \cdot Ef \cdot Ed}{Bw \cdot At \cdot RfD} \quad (2)$$

gde su: C – migrirane koncentracije Mn iz uzoraka, Cr – stepen izloženosti ($0,05 \text{ dm}^3/\text{dan}$), Ef – učestalost izlaganja (300 dana/god), Ed – trajanje izloženosti (30 god), Bw – telesna težina (70 kg, srednja težina za odrasle), At – srednje vreme izloženosti (70 god = 25550 dana) i RfD – referantna doza za oralnu ekspoziciju za Mn ($0,14 \text{ mg/kg/dan}$ za odraslog čoveka od 70 kg).

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Inicijalne masene koncentracije (γ_0) Mn u štampanim ofset uzorcima, kao i u komunalnoj i divljoj deponijskoj zemlji prikazane su u tabeli 1. Dobijeni rezultati pokazuju da divlja deponijska zemlja u odnosu na komunalnu ima 36% veći sadržaj Mn. Takođe, novine u odnosu na plakat imaju 23% veći sadržaj Mn (tabela 1).

Tabela 1. γ_0 Mn u štampanim ofset uzorcima, komunalnoj i deponijskoj zemlji

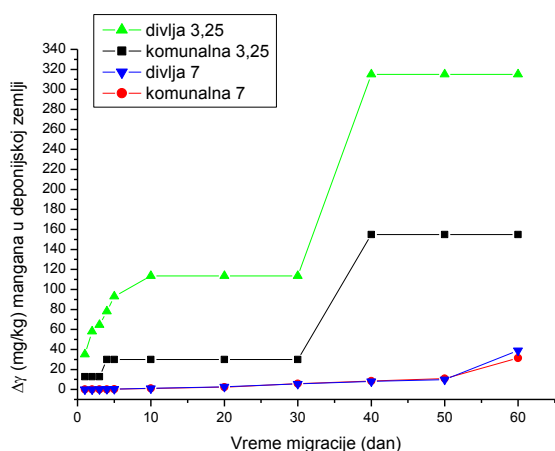
Uzorak	C_0 (mg/l)	m (g)	V (ml)	γ_0 (mg/kg)
Komunalna	6,538	1	50	326,9
Divlja	10,17	1	50	508,5
Plakat	8,13	2,5	25	81,3
Novine	4,2	1	25	105,0

3.1. Migracija Mn iz novina

Prištaži masenih koncentracija Mn iz novina u kiselu i neutralnu komunalnu deponijsku zemlju su u intervalima od 12,8 do 154,8 mg/kg i od 31,3 do 128,1 mg/kg, respektivno. Od 1. do 60. dana migracije, uočava se povećanje od 91,7% za kiselu i od 75,6% za neutralnu komunalnu deponijsku zemlju. Kada se uporede prištaži u komunalne deponijske zemlje različite pH vrednosti, uočava se da su prištaži Mn od 1. do 30. dana migracije viši od 59,1 do 76,6% u neutralnu komunalnu deponijsku zemlju, dok su od 40. do 60. dana migracije viši 17,2% u kiselu komunalnu deponijsku zemlju.

Prištaži masenih koncentracija Mn iz novina u kiselu i neutralnu divlju deponijsku zemlju su u intervalima od 35,0 do 315,0 mg/kg i od 39,0 do 294,5 mg/kg. Od 1. do 60. dana migracije, uočava se povećanje od 88,9% za kiselu i od

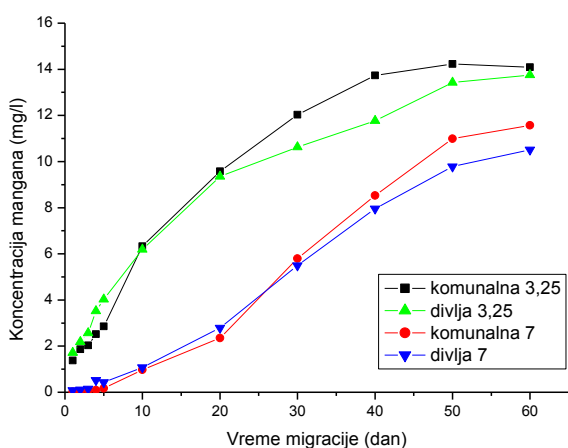
86,8% za neutralnu divlju deponijsku zemlju. Kada se uporede priraštaji Mn u divlje deponijske zemlje različite pH vrednosti, uočava se da su priraštaji Mn od 1. do 30. dana migracije viši od 10,3 do 25,3% u neutralnu divlju deponijsku zemlju, dok su od 40. do 60. dana migracije viši 6,5% u kiselu komunalnu deponijsku zemlju.



Slika 1. Priraštaji masenih koncentracija Mn iz novina u komunalnu i divlju deponijsku zemlju tokom 60 dana migracije

Analizirajući uticaj vrste deponijske zemlje i njenje pH vrednosti uočava se da priraštaji masenih koncentracija Mn tokom 60 dana kontakta novina i odgovarajućeg uzorka deponijske zemlje opadaju u nizu: kisela divlja > kisela komunalna > neutralna komunalna ~ neutralna divlja deponijska zemlja (slika 1).

Za migraciju Mn u rastvore različitih pH vrednosti iz novina na komunalnoj deponijskoj zemlji uočava se da su koncentracije Mn tokom 60 dana migracije u kiseo rastvor u intervalu od 1,374 do 14,090 mg/l, dok su za neutralni rastvor u intervalu od 0,016 do 11,570 mg/l i da su najveće i najmanje migrirane koncentracije Mn u kiseo rastvor u odnosu na neutralan rastvor veće 17,9 i 98,8%, respektivno.



Slika 2. Migracione koncentracije Mn iz štampanih novina na komunalnoj i divljoj deponijskoj zemlji u kiseo i neutralan rastvor tokom 60 dana

Koncentracije Mn tokom 60 dana migracije u kiseo rastvor iz novina na divljoj deponijskoj zemlji su u intervalu od 1,709 do 13,750 mg/l, dok su za neutralni rastvor u intervalu od 0,087 do 10,510 mg/l. Najveće i najmanje migrirane

koncentracije Mn u kiseo rastvor u odnosu na neutralan rastvor su veće 23,6 i 94,9%, respektivno.

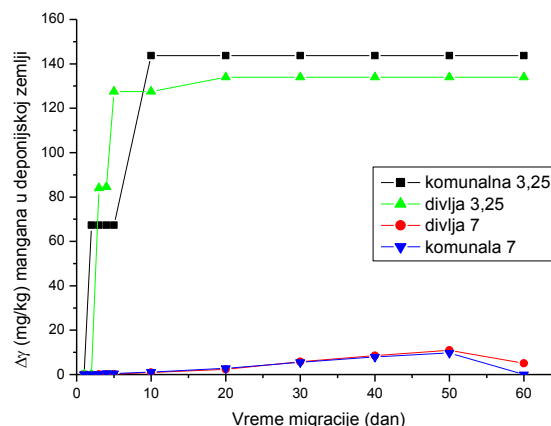
Dobijeni rezultati pokazuju da sa povećanjem vremena kontakta smanjuje se razlika između koncentracija migracije Mn u kiseo i neutralan rastvor iz novina na komunalnoj i divljoj deponijskoj zemlji.

Analizirajući uticaj pH vrednosti rastvora na migraciju Mn iz novina na komunalnoj i divljoj deponijskoj zemlji ne uočava se ista zavisnost tokom svih 60 dana (slika 2). Tek se od 30. do 60. dana uočava ista zavisnost, koja opada u nizu: kiseli rastvor komunalna > kiseli rastvor divlja > neutralni rastvor komunalna > neutralni rastvor divlja deponijska zemlja.

3.2. Migracija Mn iz plakata

Za migraciju Mn iz plakata priraštaji masenih koncentracija u kiselu i neutralnu komunalnu deponijsku zemlju su u intervalima od 67,3 (2. dan) do 143,7 mg/kg i od 5,1 do 124,8 mg/kg, respektivno. Od 1. do 60. dana migracije, uočava se povećanje od 53,2% za kiselu i od 95,9% za neutralnu komunalnu deponijsku zemlju. Uočava se da 1. dana dolazi do migracije Mn iz plakata samo u neutralnu komunalnu deponijsku zemlju. Od 2. do 4. dana migracije, priraštaji Mn u kiseloj viši su u intervalu od 45,3 do 26,4%, dok su 5. dana migracije 27,0% viši u neutralnoj u odnosu na priraštaj u kiseloj deponijskoj zemlji. Nakon toga, od 10. do 60. dana migracije priraštaji Mn iz plakata su konstantni i viši 13,1% u kiseloj u odnosu na neutralnu komunalnu deponijsku zemlju.

Priraštaji masenih koncentracija Mn iz plakata u kiselu i neutralnu divlju deponijsku zemlju su u intervalima od 84,0 (3. dan) do 134,0 mg/kg i od 25,5 do 125,5 mg/kg. Od 3. do 60. dana migracije, uočava se povećanje od 37,3% za kiselu i od 79,7% za neutralnu divlju deponijsku zemlju. Dobijeni rezultati pokazuju da od 3. do 60. dana migracije priraštaji Mn u kiselu u odnosu na neutralnu divlju deponijsku zemlju su viši u intervalu od 26,2 do 6,3%. Kao i kod novina i kod plakata uočava se da sa povećanjem vremena kontakta plakata i divlje deponijske zemlje različitih pH vrednosti razlika između priraštaja se smanjuje.



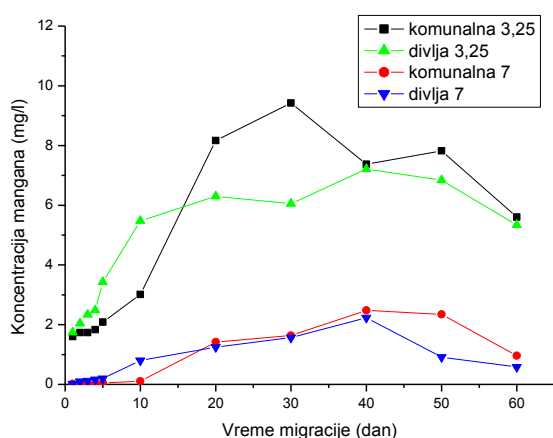
Slika 3. Priraštaj masenih koncentracija Mn iz plakata u komunalnu i divlju deponijsku zemlju tokom 60 dana migracije

Analizirajući uticaj vrste deponijske zemlje i njene pH vrednosti uočava se da priraštaji masenih koncentracija Mn od 1. do 5. dana kontakta plakata i odgovarajućeg uzorka deponijske zemlje opadaju u nizu: kisela divlja > kisela

komunalna > neutralna divlja ~ neutralna komunalna deponijska zemlja. Od 10. do 60. dana uočava se pad priraštaja masenih koncentracija mangana u nizu: kisela komunalna > kisela divlja > neutralna komunalna ~ neutralna divlja deponijska zemlja (slika 3).

Za migraciju Mn u rastvore različitih pH vrednosti iz plakata na komunalnoj deponijskoj zemlji uočava se da koncentracije migracije u kiseo i neutralni rastvor prvo rastu, a potom opadaju. Najveće i najmanje migrirane koncentracije Mn u kiseo rastvor u odnosu na neutralan rastvor veće su 73,7% i 98,6%, respektivno.

Za migraciju Mn u rastvore različitih pH vrednosti iz plakata na divljoj deponijskoj zemlji uočava se da koncentracije migracije u kiseo i neutralni rastvor prvo rastu (do 50. dana), a potom opadaju, i da su najveće i najmanje migrirane koncentracije Mn u kiseo rastvor u odnosu na neutralan rastvor veće 69,0% i 99,4%, respektivno.



Slika 4. Migracione koncentracije Mn iz štampanog plakata na komunalnoj i divljoj deponijskoj zemlji u kiseo i neutralan rastvor tokom 60 dana

Analizirajući uticaj pH vrednosti rastvora na migraciju Mn iz plakata na komunalnoj i divljoj deponijskoj zemlji u kiseo i neutralan rastvor ne uočava se ista zavisnost tokom svih 60 dana. Tek od 20. do 60. dana uočava se ista zavisnost koja opada u nizu: kiseli rastvor komunalna > kiseli rastvor divlja > neutralni rastvor komunalna > neutralni rastvor divlja deponijska zemlja (slika 4).

3.3. Procena rizika migracije mangana iz štampanih ofset uzoraka

Uz pretpostavku da je došlo do kontakta deponijskih, podzemnih i pijaćih voda određen je nekancerogeni rizik unosa Mn iz pijaće vode. Dobijeni rezultati pokazuju da su nekancerogeni hazardni indeksi unosa mangana, NCHI (Mn) u neutralnoj u odnosu na kiselu sredinu niži: od 1,2 do 68,9 puta (novine na komunalnoj deponijskoj zemlji), od 1,3 do 19,1 puta (novine na divljoj deponijskoj zemlji), od 15,7 do 75,8 puta (plakat na komunalnoj deponijskoj zemlji) i od 1,4 do 151,5 puta (plakat na divljoj deponijskoj zemlji). Takođe, izračunati NCHI (Mn) su manji od 0,1 i ne predstavljaju rizik po zdravlje čoveka.

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu kvantifikovanih priraštaja masenih koncentracija Mn iz novina zaključuje se da vrsta i pH vrednost deponijske zemlje utiču na migraciju Mn iz novina. Veći su

priraštaji migracije Mn u divlju u odnosu na komunalnu deponijsku zemlju iste pH vrednosti. Takođe, niža pH vrednost povećava priraštaj migracije za istu vrstu deponijske zemlje.

I kod plakata se uočava da niža pH vrednost povećava priraštaj migracije za istu vrstu deponijske zemlje. Veći su priraštaji migracije Mn iz plakata u kiselu komunalnu u odnosu na kiselu divlju deponijsku zemlju. Priraštaji migracije Mn iz plakata u neutralnu divlju veći su u odnosu na neutralnu komunalnu deponijsku zemlju.

Analiza uticaja pH vrednosti rastvora na migraciju Mn iz novina i plakata na komunalnoj i divljoj deponijskoj zemlji, pokazuje da su vrednosti migracije Mn u kiseo rastvor veće u odnosu na iste u neutralni rastvor.

Najveće vrednosti priraštaja masenih koncentracija Mn, pokazuju da uticaj vrste štampanog ofset uzorka opada u nizu: novine kisela (154,8 mg/kg) > plakat kisela (143,7 mg/kg) > novine neutralna (128,1 mg/kg) > plakat neutralna (124,8 mg/kg) komunalna deponijska zemlja. Takođe, pH vrednost komunalne deponijske zemlje ima dominantan uticaj.

Kada se uporede najveće vrednosti priraštaja migracije Mn, uticaj vrste štampanog ofset uzorka opada u nizu: novine kisela (315,0 mg/kg) > novine bazna (294,5 mg/kg) > plakat kisela (134,0 mg/kg) > plakat bazna (125,5 mg/kg) divlja deponijska zemlja. Dakle, u slučaju divlje deponijske zemlje veći su priraštaji masenih koncentracija Mn iz novina.

S' obzirom da procedne deponijske vode dolaze u kontak sa podzemnim vodama, moguća je kontaminacija pijaćih voda sa Mn. Dobijeni rezultati pokazuju da su NCHI (Mn) niži u neutralnoj u odnosu na kiselu sredinu i da Mn u pijaćoj vodi dospeo i štampanih ofset uzoraka ne predstavlja rizik po zdravlje čoveka jer su NCHI (Mn) niži od 0,1.

5. LITERATURA

- [1] S. Adamović, "Elektrokoagulacioni i adsorpcioni tretmani efluenta u grafičkim procesima ofset štampe", doktorska disertacija, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2016.
- [2] http://www.pse.pbf.hr/hrvatski/elementi/mn/minerali_i_proizvodnja.html (pristupljeno u avgustu 2018.)
- [3] http://www.who.int/ipcs/publications/cicad/cicad63_rev_1.pdf (pristupljeno u avgustu 2018.)
- [4] <https://www.livescience.com/29247-manganese.html> (pristupljeno u avgustu 2018.)
- [5] M. Prica, S. Adamović, S. "Grafički materijali", FTN Izdavaštvo, Novi Sad, 2017.
- [6] <http://helix.chem.bg.ac.rs/~grzetic/predavanja/Hemija%20zivotne%20sredine%20II/UPRAVLJANJE%20RIZIKOM%20I%20NJE%20GOVA%20PROCENA.pdf> (pristupljeno u septembru 2018.)
- [7] W.J. Price, "Spectrochemical Analysis by Atomic Absorption", Heyden & Son, London, pp. 252-253, 1979.

Adrese autora za kontakt:

Milica Bubnjević - zoe.milica@gmail.com
 Doc. dr Savka Adamović - adamovicsavka@uns.ac.rs
 Van. prof. dr Miljana Prica - miljana@uns.ac.rs
 Grafičko inženjerstvo i dizajn, FTN, UNS.

**ISPITIVANJE PONOVLJIVOSTI ŠTAMPE NA GRAFIČKOM SISTEMU
XEROX DOCUCOLOR 250****ANALYSIS OF PRINT REPEATABILITY ON PRINTING SYSTEM
XEROX DOCUCOLOR 250**

Miloš Krstić, Nemanja Kašiković, Ivana Jurić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – U ovom radu prikazano je istraživanje vezano za ponovljivost digitalne tehnike štampe – elektrofotografije sa suvim tonerom. Za otiskivanje je korišćen grafički sistem Xerox DocuColor 250. Za potrebe ispitivanja ponovljivosti kreirana je test karta, koja je štampana na tri različite podloge, a zatim su izvršena objektivna merenja Lab vrednosti i optičkih gustina polja na test karti, sa ciljem izračunavanja razlika u boji, čijom analizom je kasnije utvrđen kvalitet ponovljivosti štampe. Vršena je analiza vremenske i prostorne ponovljivosti.

Ključne reči: Digitalna štampa, elektrofotografija, ponovljivosti štampe

Abstract – This paper presents the research related to print repeatability of digital printing technique, dry-toner electrophotography. All sheets were printed on the printing system Xerox DocuColor 250. For the needs of repeatability analysis, the test form was created, and later printed, on three different printing substrates. Measuring of Lab coordinates and optical density values was performed in order to calculate color differences. By analyzing those color differences, conclusions are made concerning print repeatability, both temporal and spatial.

Keywords: Digital printing, electrophotography, print repeatability

1. UVOD

Kada se govori o kvalitetu štampe uglavnom se misli na preciznost (dobijanje otiska koji je najpribližniji nekom referentnom otisku ili referentnim vrednostima). Međutim, ponovljivost štampe je podjednako bitan parametar, koji određuje koliko je štamparski sistem konzistentan, i kolika su odstupanja između otisaka istog tiraža. Zahtevi za ponovljivom štampom postoje od njenog nastanka, iako je potreba za dobijanjem vernih reprodukcija originala postojala i pre njenog otkrića.

Kada je reč o štampi u boji, preciznost boje i njena ponovljivost su od ključnog značaja za sve tehnike štampe, i može se reći da ponovljivost u smislu reprodukcije boja predstavlja jedan od glavnih zadataka štampe danas.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Nemanja Kašiković, vanr prof.

Što se tiče digitalne štampe, iako postoji veliki broj prednosti u odnosu na konvencionalne tehnike štampe, upravo ponovljivost i održanje kvaliteta tokom celog tiraža predstavlja jedan od najtežih zahteva koje digitala štampa mora da ispuni. Razlog za to je prvenstveno nepostojanje fizičke štamparske forme, kao nosioca slike. Kako se ta slika stvara iznova za svaki otisak, jasno je da je dobijanje identičnih kopija na ovaj način dosta teže i problematičnije [1].

2. PONOVLJIVOST ŠTAMPE

Kada se govori o ponovljivosti u štampi, najčešće se pod tim podrazumeva konzistentna štampa celog tiraža, ili više tiraža istog proizvoda, pri čemu su odstupanja u boji u određenim granicama tolerancije. Ovo predstavlja vremensku ponovljivost (*temporal repeatability*). Pored vremenske ponovljivosti, postoji i prostorna ponovljivost (*spatial repeatability*), koja se odnosi na ujednačenost elemenata koji se nalaze na različitim pozicijama na tabaku.

Vremenska i prostorna ponovljivost nisu zavisne, i na njih utiču različiti faktori, u zavisnosti od toga o kojoj se tehnici štampe radi. Može se reći da prostorna ponovljivost oslikava mehaničku kalibraciju mašine za štampu, dok vremenska prikazuje varijacije u zavisnosti od vremena, tj. stabilnost procesa štampe [2].

Kao i kod ostalih tehnika štampe, i kod elektrofotografije postoje faktori koji su svojstveni samo ovoj tehnici štampe, a koji imaju uticaj na njen kvalitet, kao i na ponovljivost.

Kod elektrofotografske štampe, za postizanje ponovljivosti neophodno je:

- generisanje ujednačenog naelektrisanja fotoprovodnog cilindra pre oslikavanja,
- generisanje istih elektrostatičkih sila za prihvatanje tonera u fazi razvijanja,
- generisanje istih elektrostatičkih sila za prenos tonera sa fotoprovodnog cilindra na podlogu ili međuprenosač,
- konzistentno čišćenje preostalih čestica tonera sa fotoprovodnog cilindra [3].

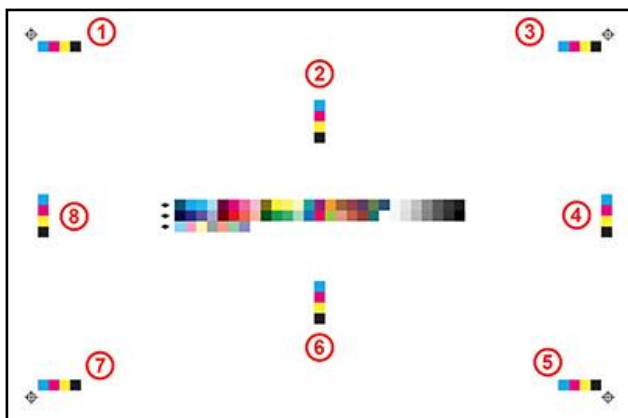
Međutim, teško je ispuniti sve navedene uslove jer su čak i najbolje dizajnirani elektrofotografski sistemi podložni nekontrolisanim promenama materijala (tonera, fotoreceptora i podloge za štampu) i faktora okoline

(ambijentalna temperatura, relativna vlažnost vazduha, nadmorska visina itd.) [3].

Na ponovljivost štampe kod elektrofotografije utiču štamparski sistem, toner i podloga za štampu. Jedan od najvažnijih faktora štamparskog sistema je kvalitet i uniformnost fotoreceptora. Što se tiče tonera, važna je uniformnost veličine i oblika čestica, ujednačenost naboja, hemijska i fizička struktura itd. Varijacije pomenutih parametara svakako mogu dovesti do neuniformnosti otiska. Ipak, ovo varijacije su jako male, pa se pre svega odnose na mikro neuniformnosti i pojavu šara. Neravnomeran prenos tonera je jedan od glavnih razloga za lošu ponovljivost štampe. Pored elektrofotografskog sistema i tonera, za održanje konzistentnog kvaliteta i ponovljivu štampu veoma su bitna i svojstva podloge koja se koristi. Neuniformnost boje na otisku, kao i veće prostorne varijacije, prouzrokovane su neizbežnom činjenicom da se količina boje koja se prenese na podlogu tokom štampanja uvek razlikuje u određenoj meri, odnosno da prenos tonera nije uniforman, na šta ukazuju različita istraživanja vezana za ovaj problem [4].

3. EKSPERIMENTALNI DEO

Za potrebe ovog master rada, u svrhu ispitivanja ponovljivosti štampe bilo je potrebno kreirati test kartu (Slika 1). Test karta je projektovana tako da se može analizirati prostorna i vremenska ponovljivost štampe. Na sredini test karte nalazi se klin koji je preuzet sa test karte Idealliance digital press form, za merenje kratkoročne ponovljivosti. Ovaj klin sadrži primarne i sekundarne boje u punim i srednjim tonovima. Pored toga, za ispitivanje ponovljivosti raspoređeni su klinovi sa poljima punog tona za četiri procesne boje, na 8 pozicija na tabaku (označene brojevima 1-8 na slici 1). Veličina polja na svim klinovima je 8x8 mm, imajući u vidu sposobnosti mernog uređaja.



Slika 1. Izgled test karte kreirane za potrebe istraživanja

Test karta je odštampana na tri tipa podloge – kunstdruk, ofsetni papir i tripleks karton, pri čemu je za sva tri slučaja test karta štampana u intervalu od 1 sat i 24 sata od prve štampe, radi ispitivanja vremenske ponovljivosti, u skladu sa Idealliance programom sertifikacije za digitalne štamparske mašine (Idealliance Digital Press Certification Program, verzija 2.3.6). Za format test karte izabran je prošireni A3 format, ujedno i maksimalni format mašine.

Kako bi se okarakterisala podloga za štampu izmerena je njena hrapavost, belina i žutoća, a zatim su vršena spektrofotometrijska merenja, kao i analiza preciznosti registra uz pomoć digitalnog mikroskopa.

3.1 Korišćeni uređaji i materijali

Za objektivno merenje spektrofotometrijskih vrednosti korišćen je spektrofotometar Techkon SpectroDens. Ovaj uređaj ima mogućnost izračunavanja spektralnih, kolorimetrijskih i denzitometrijskih veličina. U ovom radu mernim uređajem SpectroDens merene su Lab koordinate i vrednosti optičkih gustina mernih polja sa test karte, kao i belina i žutoća podloge. Za analizu preciznosti registra korišćen je USB mikroskop Veho VMS-004D, dok je za merenje površinske hrapavosti podloge korišćen stilusni profilometar TR-200.

Što se tiče same štamparske mašine, korišćen je sistem Xerox DocuColor 250. Ovo je srednje produktivna mašina, sa Single-pass sistemom gradnje, i brzinom štampe od 50 tabaka u minutu. Podržava velik broj različitih podloga, sa gramaturama u opsegu od 64 do 300 g/m², i koristi hemijski dobijen EA toner (visoko sjajni). Prenos tonera na podlogu vrši se indirektno, putem prenosnog medijuma (transfernog remena). Ova mašina za oslikavanje koristi VCSEL ROS sistem, pa je maksimalna rezolucija 2400x2400 dpi.

Štampanje test karte vršeno je na tri tipa podloge – ofsetnom papiru, kunstdruk papiru i tripleks kartonu, pri čemu su sve podloge različitog sastava, gramatura i karakteristika. Ofsetni papir spada u jeftiniju klasu papira i namenjen je jednostavnijoj štampi. Loša strana ofsetnog papira je njegova upojnost, pa štampa u boji deluje nezasićeno, te zbog toga nije pogodan za štampanje velikih obojenih površina. Gramatura korišćenog ofsetnog papira je 80 g/m². Kunstdruk papir spada u grupu papira za umetničku štampu. Ovo je premazni papir, pa štampa na ovoj vrsti papira deluje luksuzno, boje deluju zasićenije, a manje je podložan gužvanju i upijanju štamparske boje. Postoje u mat i sjajnoj varijanti, a gramature kunstdruk papira kreću se od 90 do 350 g/m². U ovom radu korišćen je mat papir gramature 170 g/m². Tripleks karton spada u višeslojne kartone. Njihovi nazivi su najčešće vezani za broj slojeva, pa se tako tripleks karton sastoji od tri sloja, čiji je svaki sloj različitog sastava, boje ili gramature. U ovom radu korišćen je tripleks karton gramature 350 g/m². Kako bi se okarakterisale podloge za štampu korišćene u ovom eksperimentu, vršena su merenja beline, žutoće i površinske hrapavosti. Merena su za sva tri parametra vršena po 5 puta na različitim delovima tabaka, a zatim je izračunata srednja vrednosti. Srednje vrednosti izmerenih parametara za sve tri podloge prikazane su u tabeli 1.

Tabela 1. Belina, žutoća i hrapavost korišćenih podloga

Podloga	Belina (Wcie)	Žutoća (Y1925)	Hrapavost (Ra)
Ofsetni papir	109.40	-11.36	3.825 μm
Kunstdruk papir	107.56	-9.02	0.427 μm
Tripleks karton	76.68	0.12	1.340 μm

3.2 Ispitivanje vremenske ponovljivosti

Kao osnova za ispitivanje vremenske ponovljivosti štamparskog sistema korišćen je program za sertifikaciju mašina za digitalnu štampu organizacije IDEAlliance (Idealliance Digital Press Certification).

Po ovom programu, potrebno je ispitati tri tabaka, pri čemu se drugi tabak štampa jedan sat, a treći 24 sata nakon prvog tabaka. Vremenska ponovljivost štampe procenjuje se na osnovu polja primarnih i sekundarnih boja, sa nanosom od 40 % i 100 %, koja se nalaze na klinu za testiranje ponovljivosti.

Razlike u boji za CMYK i RGB polja mere se za sve kombinacije odštampanih tabaka, odnosno mere se razlike između prvog i drugog, drugog i trećeg, kao i prvog i trećeg tabaka. Da bi štamparski sistem prošao test, potrebno je da razlike u boji ispunjavaju uslov $\Delta E_{00} \leq 3$ [5].

Vrednosti vremenskih razlika u boji za podlogu 1 – ofsetni papir date su u tabelama 2 i 3. Postavljena je pretpostavka da će se na ovom papiru, usled hrapavosti i neujednačenosti sastava papira, odsustva premaza i slično, javiti veće varijacije u boji.

Tabela 2. Razlike u boji primarnih i sekundarnih boja za polja punog tona na ofsetnom papiru

Tabak	1 i 2	2 i 3	1 i 3
Cijan	0.81	1.09	0.90
Magenta	0.96	1.18	0.45
Žuta	1.63	0.92	1.05
Crna	0.64	1.26	1.02
Crvena	1.03	2.36	1.57
Zelena	1.48	1.81	2.20
Plava	0.88	0.92	0.51

Tabela 3. Razlike u boji srednjih tonova primarnih i sekundarnih boja na ofsetnom papiru

Tabak	1 i 2	2 i 3	1 i 3
Cijan	1.24	1.47	0.29
Magenta	0.55	0.27	0.45
Žuta	0.89	1.62	0.97
Crna	1.42	3.91	2.67
Crvena	0.55	0.57	0.17
Zelena	1.44	1.97	2.10
Plava	0.94	0.91	1.50

U tabeli 3 primećuje se da jedna vrednost premašuje maksimalnu dozvoljenu vrednost programa za sertifikaciju. Kako je za uspešan test potrebno da vrednosti razlike u boji za sva polja budu manja od 3, zaključuje se da je vremenska ponovljivost sistema za podlogu 1 (ofsetni papir) neadekvatna.

Vrednosti vremenskih razlika u boji za podlogu 2 – kunstdruk papir date su u tabelama 4 i 5. Pretpostavka u vezi sa ovom podlogom je da će se, s obzirom na to da je reč o premaznom papiru za umetničku štampu, kvalitetnijeg sastava i karakteristika, javiti manje razlike u boji u odnosu na ofsetni papir.

Tabela 4. Razlike u boji primarnih i sekundarnih boja za polja punog tona na kunstdruk papiru

Tabak	1 i 2	2 i 3	1 i 3
Cijan	1.04	1.09	0.21
Magenta	0.28	1.59	1.83
Žuta	0.06	0.32	0.37
Crna	0.44	0.67	0.43
Crvena	0.25	1.37	1.50
Zelena	0.27	0.77	0.62
Plava	0.60	0.53	0.52

Tabela 5. Razlike u boji srednjih tonova primarnih i sekundarnih boja na kunstdruk papiru

Tabak	1 i 2	2 i 3	1 i 3
Cijan	1.11	1.64	0.58
Magenta	1.37	0.53	0.92
Žuta	0.34	1.38	1.04
Crna	1.48	1.26	0.23
Crvena	0.57	2.36	1.90
Zelena	0.55	0.62	0.97
Plava	1.45	0.32	1.62

Analizom tabela 4 i 5, zaključuje se da su sve vrednosti ΔE razlike u boji u granicama tolerancija, pa je samim tim ponovljivost sistema za ovu podlogu adekvatna. Primećuje se da su na kunstdruk papiru vremenske varijacije u boji znatno manje u odnosu na ofsetni papir. Kada je reč o tripleks kartonu, njegova izrada, kao i sastav, nižeg su kvaliteta u odnosu na kunstdruk papir, pa se pretpostavlja da će se javiti razlike u boji nešto veće od onih na kunstdruk papiru. Vrednosti vremenskih razlika u boji za tripleks karton date su u tabelama 6 i 7.

Tabela 6. Razlike u boji primarnih i sekundarnih boja za polja punog tona na tripleks kartonu

Tabak	1 i 2	2 i 3	1 i 3
Cijan	0.64	0.79	1.12
Magenta	0.92	1.84	1.23
Žuta	0.83	1.96	2.09
Crna	1.43	1.82	0.52
Crvena	0.69	1.09	1.26
Zelena	1.24	2.50	1.57
Plava	0.69	0.90	1.48

Tabela 7. Razlike u boji srednjih tonova primarnih i sekundarnih boja na tripleks kartonu

Tabak	1 i 2	2 i 3	1 i 3
Cijan	1.49	1.18	2.30
Magenta	1.67	1.94	3.36
Žuta	0.62	1.57	1.67
Crna	1.07	3.48	3.29
Crvena	1.03	3.51	3.14
Zelena	0.75	1.57	1.33
Plava	1.16	1.14	1.74

Kao što se može zaključiti iz tabele 7, čak pet vrednosti prelazi maksimalnu dozvoljenu granicu razlike u boji. Ovo definitivno ne ispunjava uslove IDEAlliance programa za sertifikaciju, pa se ponovljivost štamparskog sistema sa ovom podlogom 3 smatra se neadekvatnom.

3.3 Ispitivanje prostorne ponovljivosti

U nastavku rada (tabele 8-10) prikazani su rezultati merenja za prostorne varijacije boja na tabaku. Mada se u Idealliance programu sertifikacije ne pominje prostorna ponovljivost, ona je podjednako značajna kao i vremenska. S obzirom na to da maksimalna vrednost prostornih razlika u boji nije definisana, koristiće se vrednost maksimalnih vremenskih varijacija, $\Delta E_{00} = 3$. Razlike u boji merene su po horizontalnoj i vertikalnoj osi, tj. po osi kretanja tabaka (obimu fotocilindra), i po osi rotacije cilindra (širini fotocilindra).

Tabela 8. *Prostorne razlike u boji za procesne boje tabaku ofsetnog papira*

Pozicije	Cijan	Magenta	Žuta	Crna
1-3	1.35	0.97	0.54	1.29
3-5	0.17	0.44	0.47	4.89
5-7	1.03	0.95	0.58	0.52
1-7	0.46	0.45	0.40	6.27
4-8	0.43	0.74	0.71	0.84
2-6	0.20	0.27	0.19	2.03

Tabela 9. *Prostorne razlike u boji za procesne boje tabaku kunstbruk papira*

Pozicije	Cijan	Magenta	Žuta	Crna
1-3	0.82	0.38	0.05	1.14
3-5	0.57	0.80	0.43	6.44
5-7	0.96	0.75	0.28	1.47
1-7	0.64	0.74	0.36	5.44
4-8	0.44	0.66	0.70	0.61
2-6	0.19	0.30	0.40	2.53

Tabela 10. *Prostorne razlike u boji za procesne boje tabaku tripleks kartona*

Pozicije	Cijan	Magenta	Žuta	Crna
1-3	0.25	0.35	0.07	0.34
3-5	0.59	0.36	0.66	3.82
5-7	0.39	0.37	0.67	3.09
1-7	0.51	0.57	0.45	6.76
4-8	0.27	0.35	0.49	0.62
2-6	0.14	0.67	0.38	0.25

Uočava se da su u sva tri slučaja prostorne varijacije crne boje jako velike, i prelaze maksimalnu dozvoljenu vrednost $\Delta E_{00} = 3$.

Kako se za sve tri podloge uočava sličan trend, varijacije u boji ukazuju na neuniformnost fotoreceptora. Može se zaključiti da se najveće varijacije u boji za sve tri podloge javljaju kod crne boje, dok je žuta boja najujednačenija. Što se tiče prostorne ponovljivosti, ona nije adekvatna ni za jednu od korišćenih podloga.

4. ZAKLJUČAK

Analizom razlika u boji, kada je reč o vremenskoj ponovljivosti, utvrđeno je da se najmanje razlike javljaju kod kunstbruk papira. To je takođe i jedina podloga koja ispunjava zahteve postavljene u Idealliance programu za sertifikaciju. Vremenska ponovljivost štampe za ostale dve podloge nije zadovoljavajuća.

Što se tiče prostorne ponovljivosti, donet je zaključak da je uniformnost fotoprovodnika od najvećeg značaja. Uočeno je da se u sva tri slučaja javljaju velike varijacije u crnoj boji, najčešće po širini fotocilindra, koje prelaze maksimalnu dozvoljenu vrednost, pa prostorna ponovljivost ove boje nije adekvatna. Za ostale tri boje nema odstupanja koje prelaze graničnu vrednost razlika u boji, a žuta boja pokazala se kao najujednačenija.

Ovaj rad predstavlja osnovu za ispitivanje ponovljivosti kod sistema na principu elektrofotografije sa suvim tonerom. Za dalja istraživanja neophodno je dodatno ispitati određene parametre, i obezbediti nepromenljive uslove za sprovođenje eksperimenta. Parametri koji su od značaja, i na koje posebno treba obratiti pažnju su vezani za mašinu za štampu i njene komponente, toner i podlogu za štampu, a kada je reč o kontrolisanom radnom okruženju prvenstveno se misli na konstantnu vlažnost vazduha, ambijentalnu temperaturu i slično.

Zbog razlike u količini prenetog tonera posebno treba obratiti pažnju na uniformno naelektrisanje fotoprovodnika, ujednačenost snage lasera, homogenost i uniformnost podloge za štampu, u smislu debljine, količine punioca, dielektričnih svojstva podloge, kao i na temperaturu pri fiksiranju tonera

LITERATURA

- [1] H. Kipphan, "Handbook of Printmedia". 1st Ed. Berlin, Springer, 2001.
- [2] R. Chung, "Color Repeatability of Spot Color Printing". Rochester Institute of Technology, Rochester, NY, 2005.
- [3] T.P. Sim, "Sensing and Control for Color Consistency of the Xerographic Printing Process". University of Minnesota, 2009.
- [4] I. Jurić, "Model za kontrolu površinske uniformnosti digitalnih otisaka". Departman za grafičko inženjerstvo i dizajn. Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2018.
- [5] Idealliance, "Idealliance Digital Press Certification Program". [Online] Dostupno na: <http://connect.idealliance.org/HigherLogic/System/DownloadDocumentFile.ashx?DocumentFileKey=ef430ae7-2fcc-cd3a-2ff3-eab28265eaa1>

Adresa za kontakt:

MsC Miloš Krstić, krle.grid@gmail.com

Dr Nemanja Kašiković, knemanja@uns.ac.rs

Dr Ivana Jurić, rilovska@uns.ac.rs

**ISPITIVANJE KVALITETA OTISAKA DOBIJENIH GRAFIČKIM SISTEMOM
XEROX VERSANT 80****EXAMINATION OF PRINT QUALITY OBTAINED
XEROX VERSANT 80 GRAPHIC SYSTEM**

Momčilo Ninković, Nemanja Kašiković, Rastko Milošević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – Konstantnim porastom i razvojem grafičke tehnologije, omogućeno je štampanje kvalitetnih otisaka. Da bi se dobijeni kvalitet konstantno održavao, potrebno je kontrolisati i ispitivati kvalitet grafičkih proizvoda. U ovom radu ispitan je kvalitet otisaka koji je odštampan na četiri procesne boje (CMYK) i tri RGB boje dobijen tehnikom digitalne štampe.

Ključne reči: Digitalna štampa, ispitivanje kvaliteta, otisak

Abstract – By constant growth and development of graphic technology, we are enable to print quality obtained continuously, it is necessary to control and examine the quality of prints printed on four process colors (CMYK) and three RGB colors obtained by the digital printing technique.

Keywords: Digital printing, print quality, proof

1. UVOD

Digitalna štampa je jedna od najmlađih tehnika štampanja koja je nastala 1991. godine. Za razliku od štamparskog postupka, pojam "digitalna štampa", podrazumeva štamparsku sliku koja do ulaska u štamparsku mašinu ostaje u digitalnoj formi i tek u mašini ponovo bude sastavljena u analognu štamparsku sliku. Štamparski postupci se dele na dve vrste, gde se boja nanosi direktno na štamparsku formu i bez štamparske forme odnosno NIP (Non – Impact Printing) postupci koji se baziraju na digitalno-elektronskom upravljanju sistemom štampe. Najrasprostranjeniji NIP štamparski postupak je elektrofotografija, kod ovog procesa štampe pri svakom ciklusu štampanja štamparska slika se prenosi iznova na štamparsku formu, što znači da elektrofotografija ima dinamičku štamparsku formu [1].

Ponovljivost štampe je veoma bitna u svim vrstama štamparskih postupaka, pa tako i u digitalnoj štampi. Kod digitalne štampe ponovljivost štampe ne dovodi do značajne promenljivosti odštampanog uzorka, razlike u kvalitetu su veoma male, skoro neprimetne. Upravo zbog toga je postavljen cilj rada, a to je da se preko merenih vrednosti odredi kvalitet otisaka digitalne štamparske mašine.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Nemanja Kašiković, vanr. prof.

2. EKSPERIMENTALNI DEO

Za potrebe eksperimenta, pripremljena je odgovarajuća test karta koje se odštamala na mašini Xerox Versant 80 (slika 1.) koji radi na principu elektrofotografije. Xerox Versant 80 Press obezbeđuje efikasni i brz prenos energije i koegzistentno fiksira otisak brzinom štampe od 80 otisaka u boji po minuti, takođe nudi najviši mogući kvalitet, bez ograničenja u vrstama medija i papira na kojima može da radi. Uređaj uzima u obzir težinu papira, količinu tonera i način štampe, te na osnovu tih parametara ispravlja papir i omogućava izradu ujednačenih i nedeformisanih otisaka. Ovako odštampani tabaci značajno olakšavaju poslove dorade [1].



Slika 2. Xerox Versant 80

Kompanija Xerox je napravila četiri boje koje idu uz ovu mašinu za štampanje kako bi mogli snabdevati njihove korisnike [3].

Kao podloge za štampu korišćene su četiri vrste papira, koje su se razlikovale prema površinskoj masi i tipu premaza. Tako se test karta štampala na nepremaznim papirima od 80 g/m² (uzorak 1) i 120 g/m² (uzorak 2), kao i na premaznim papirima od 150 g/m² (uzorak 3) i 300 g/m² (uzorak 4).

U cilju određivanja optičkih osobina papira merene su belina, odnosno žutoća uzoraka papira koji zavise od načina izrade papira, kao i prisustvo različitih izbeljivača. Merenje beline i žutoće, kao i određivanje L*a*b vrednosti vršeno je uz pomoć uređaja SpektroDens Premium (merna geometrija 0/45°; standardni posmatrač 2°; standardno osvetljenje D50; tolerancija greške 0,3) [4].

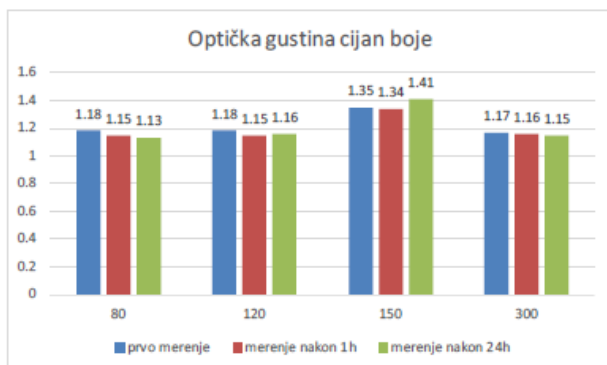
Na svim pomenutim vrstama papira štampana je ista test karta na formatu A4 (210 x 297 mm). Za potrebe eksperimentalnog dela generisana su polja cijana, magente, žute i crne, a takođe su generisana polja crvene, plave i zelene i na njima su izvršena merenja CIE L*a*b vrednosti.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Nakon izvršenog štampanja uzoraka pristupilo se procesu merenja vrednosti. Od svih izmerenih vrednosti, u nastavku su predstavljena merenja za optičku gustinu, CIE Lab i vrednosti za razliku boje.

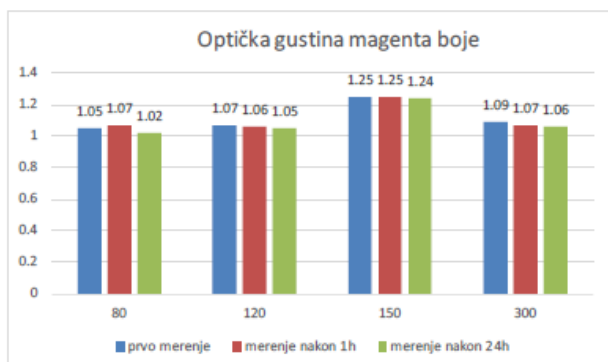
3.1. Optička gustina

Na slici 2. prikazani su rezultati optičke gustine cijan boje.



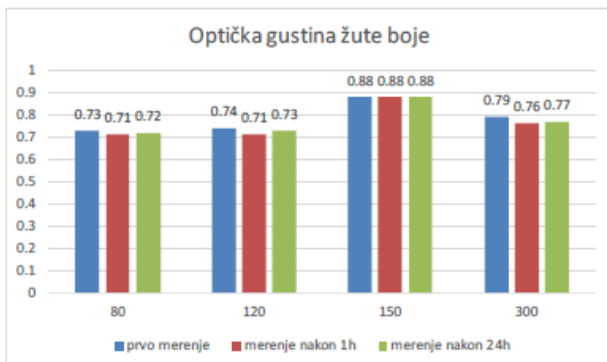
Slika 2. Grafički prikaz optičke gustine za cijan boju

Merenja pokazuju da je kvalitet odštampanih test karti cijan bojom u različitim vremenskim intervalima približno isti, tj. nema značajnog odstupanja. Uočavaju se i različite vrednosti između papira što se može opravdati različitim površinskom masom i tipom premaza.



Slika 3. Grafički prikaz optičke gustine za magenta boju

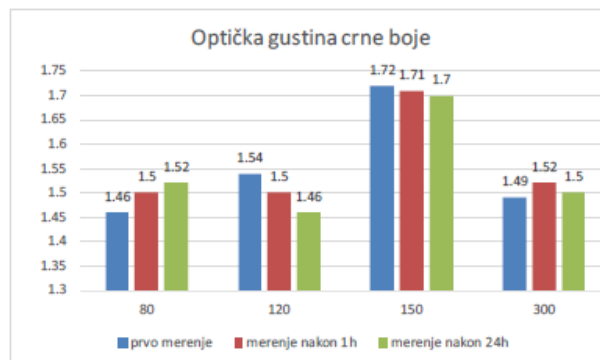
Isti odnos se zapaža kod polja odštampanih magenta bojom. Optičke gustine tokom celokupnog procesa štampe su ujednačene, a kao i u prethodnom slučaju, uočava se da su najveće vrednosti izmerene kod uzorka broj 3.



Slika 4. Grafički prikaz optičke gustine za žutu boju

Prema merenjima optičke gustine žute boje (slika 4), uočava se da je kvalitet otiska tog 24 časovnog procesa dobar i da nema značajnog odstupanja.

I ovde se uočavaju značajne razlike u vrednostima između odštampanih uzoraka, ako se gleda vrsta papira. Opet je uzorak 3, tj. premazni papir od 150 g/m², značajno odskočio.

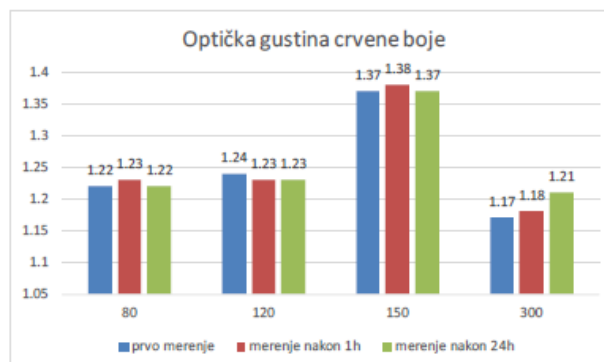


Slika 5. Grafički prikaz optičke gustine za crnu boju

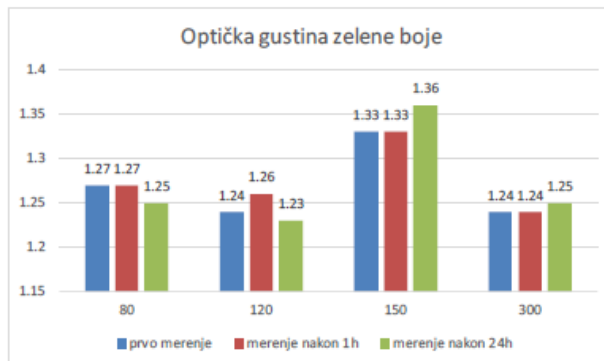
Ukoliko se posmatraju polja na uzorcima odštampanim crnom (slika 5), crvenom (slika 6) i zelenom bojom (slika 7), može se primetiti isti trend kao i u prethodno analiziranim uzorcima.

Naime, optička gustina duž celokupnog procesa za sve uzorke je ujednačena, pri čemu se jedina odstupanja javljaju ukoliko poredimo pojedinačno papire.

Kao i u svim prethodno zabeleženim merenjima, uzorak 3 je značajno odskočio sa vrednostima optičke gustine.



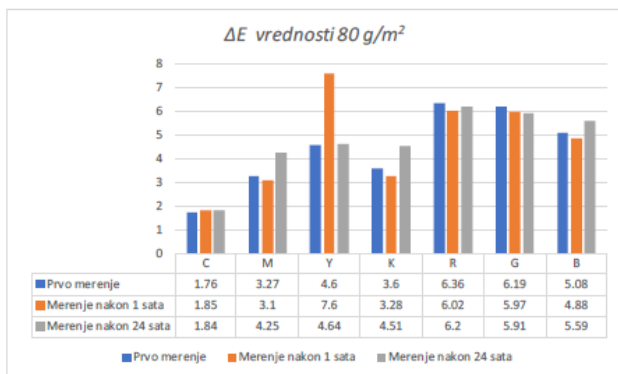
Slika 6. Grafički prikaz optičke gustine za crvenu boju



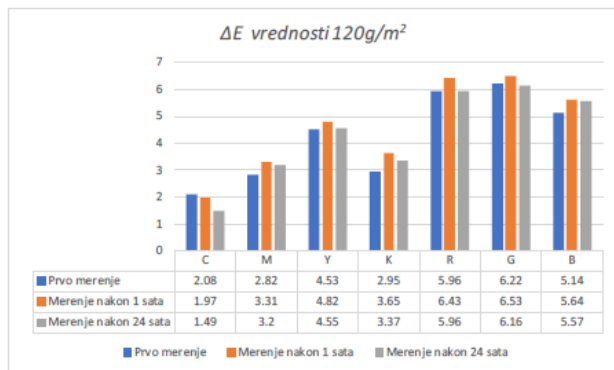
Slika 7. Grafički prikaz optičke gustine za zelenu boju

3.2. CIE L*a*b vrednosti

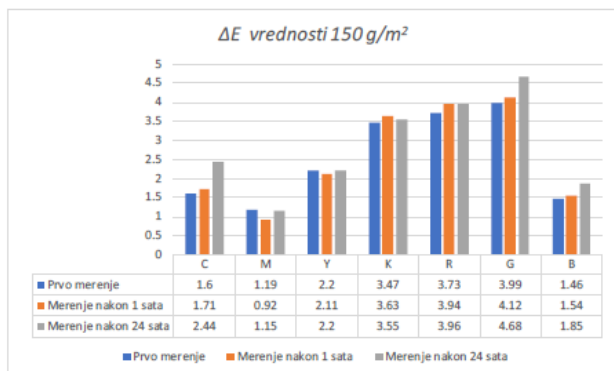
Izmerene vrednosti razlike boje ΔE između standardizovanih i izmerenih vrednosti dobijene su pomoću metode CIEDE2000 i predstavljene su na slikama 8 - 11. Na slici 8. predstavljene su izmerene vrednosti razlike boje ΔE kod 80 g/m² papira. Najveća odstupanja se javljaju RGB boja, a najmanja su kod cijan boje. Isti trend je zabeležen i kod 120 g/m² papira, tj najveća odstupanja su kod RGB boja, a kod CMYK boja i dalje najviše odstupa žuta, a najmanje crna boja. Kod uzorka 3, uočava se da su najveće vrednosti za razliku boje u odnosu na standard zabeleženi kod zelene i crvene boje. Kod procesnih boja, vrednosti su manje, ali ovaj put se uočava da je najmanja razlika u odnosu na standard zabeležena kod test polja odštampanih magenta bojom, a najveća kod test polja odštampanih crnom bojom.



Slika 8. Grafički prikaz izmerene vrednosti razlike boje ΔE u odnosu na standard (80 g/m² papir)

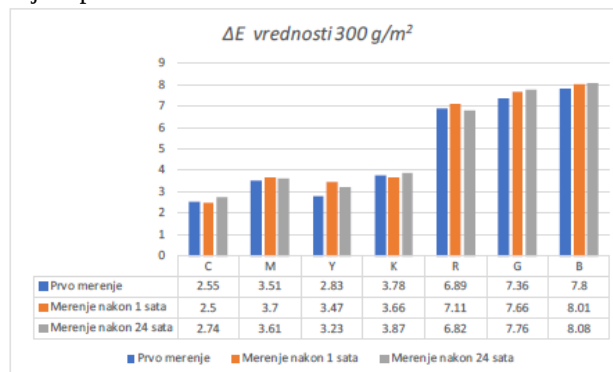


Slika 9. Grafički prikaz izmerene vrednosti razlike boje ΔE u odnosu na standard (120 g/m² papir)



Slika 10. Grafički prikaz izmerene vrednosti razlike boje ΔE u odnosu na standard (150 g/m² papir)

Na slici 11. predstavljene su izmerene vrednosti razlike boje ΔE u odnosu na standard kada se kao podloga koristio 300 g/m² papir. Opet se uočavaju veća odstupanja kod test polja odštampanih RGB bojama, a najmanje vrednosti su izmerene kada su se polja odštampala cijan bojom poredila sa standardima.



Slika 11. Grafički prikaz izmerene vrednosti razlike boje ΔE kod 300 g/m² papira

Mnogo precizniji rezultati se dobiju, ukoliko se odštampani uzorci porede međusobno i to je ono što je suštinski najbitnije, a to je da u procesu štampe imamo ujednačen kvalitet.

Tako su u tabelama 1-4 prikazane razlike boje između uzoraka odštampanih u različitim vremenskim intervalima.

Tabela 1. Međusobno poređenje odštampanih tabaka (80 g/m² papir)

Uz. 1	$\Delta E(C)$	$\Delta E(M)$	$\Delta E(Y)$	$\Delta E(K)$	$\Delta E(R)$	$\Delta E(G)$	$\Delta E(B)$
0 - 1 h	1.17	1.29	6.43	0.46	1.46	0.75	1.14
0-24 h	1.49	1.41	0.57	1.02	1.8	1.37	1.78
1-24 h	2.58	1.62	6.15	1.49	0.62	0.75	1.48

U tabeli 1. vidi se da najveće razlike boje postoje između otisaka odštampanih cijan pojom nakon 1 i 24 sata kod cijana, magente, žute i crne, dok kod crvene, zelene i plave međusobno poređenje ima najveće vrednosti kod prvog merenja i merenja nakon 24 sata.

Tabela 2. Međusobno poređenje odštampanih tabaka (120 g/m² papir)

Uz. 1	$\Delta E(C)$	$\Delta E(M)$	$\Delta E(Y)$	$\Delta E(K)$	$\Delta E(R)$	$\Delta E(G)$	$\Delta E(B)$
0 - 1 h	1.63	0.7	1.58	0.96	0.99	0.98	0.93
0-24 h	2.63	0.58	0.37	0.75	0.29	0.24	0.98
1-24 h	1.31	1.02	1.78	0.38	1.03	0.92	0.52

U tabeli 2. može se utvrditi da je najveće vrednosti za razliku boje ima međusobno poređenje kod cijana i plave nakon prvog merenja i merenja nakon 24 sata, kod magente, žute, crvene ima merenje nakon 1 i 24 sata, dok kod crne i zelene ima prvo merenje i merenje nakon 1 sata.

Tabela 3. Međusobno poređenje odštampanih tabaka (150 g/m² papir)

Uz. 1	$\Delta E(C)$	$\Delta E(M)$	$\Delta E(Y)$	$\Delta E(K)$	$\Delta E(R)$	$\Delta E(G)$	$\Delta E(B)$
0 - 1 h	0.19	1.39	0.78	0.19	0.47	0.95	1.05
0-24 h	1.4	1.16	1.10	0.44	0.69	1.22	1.91
1-24 h	1.43	0.71	0.87	0.43	0.59	1.81	1.04

U tabeli 3. vidi se da je najveće međusobno poređenje za razliku boja kod cijana i zelene ima merenje nakon 1 i 24 sata, kod magente ima prvo merenje i merenje nakon 1 sata, a kod žute, crne, crvene i plave ima prvo merenje i merenje nakon 24 sata.

Tabela 4. Međusobno poređenje odštampanih tabaka (300 g/m² papir)

Uz. 1	$\Delta E(C)$	$\Delta E(M)$	$\Delta E(Y)$	$\Delta E(K)$	$\Delta E(R)$	$\Delta E(G)$	$\Delta E(B)$
0 - 1 h	0.08	0.87	2.65	0.15	0.49	0.63	0.41
0-24 h	1.18	0.65	1.88	0.27	0.54	1.11	0.97
1-24 h	1.2	0.57	0.99	0.39	0.8	0.7	0.65

U tabeli 4. može se utvrditi da se najveće razlike boje beleže nakon poređenje kod cijana, crne i crvene merenje nakon 1 i 24 sata, kod magente i žute ima prvo merenje i merenje nakon 1 sata, a kod zelene i plave ima prvo merenje i merenje nakon 24 sata.

4. ZAKLJUČAK

Osobine papira su veoma bitne kod štampe kao i kontrola kvaliteta štampe, jer se mora podesiti mašina prema osobinama papira kao što su premazni, nepremazni, gramatura papira, format. Prilikom štampanja uzoraka koji su se koristili za ovaj zadatak vršeno je prethodno podešavanje mašine (prvo se podesilo na mašini o specifikacijama papira, a zatim na računaru koji je povezan sa štamarskom mašinom odakle je učitani fajl koji se štampao). Nakon štampe je vršeno merenje radi ispitivanja kontrole kvaliteta odštampanog uzorka.

Kontrolom kvaliteta odštampanog uzorka dolazi se do zaključka da uzorci koji su odštampani u različitim vremenskim intervalima ne gube na kvalitetu i postojanosti otiska. Razlika između otiska koji su štampani u različitim vremenskim intervalima i na različitim vrstama papira je minimalna, odnosno međusobna odstupanja nisu velika.

5. LITERATURA

- [1] Kašiković, N., (2013) Materijal sa predavanja – Tehnike štampe.
- [2] Alfadigital.rs (2015) [Online] Dostupno na: <http://www.alfadigital.rs/Novosti/izdvojite-se-od-ostalih-jednostavno-najbolje:-xerox-versant-80-digital-press>.
- [3] Xerox.com (2018) [Online] Dostupno na: <https://www.xerox.com/digital-printing/digital-printing-press/color-printing/xerox-versant-80/enus.html>.
- [4] Colormanagement.com (2018) [Online] Dostupno na: <https://www.colormanagement.com/store/CID25/PID892>.
- [5] Canon (2018) [Online] Dostupno na: https://www.canon.rs/scanners/flatbed-scanners/canoscan_5600f/

Adresa za kontakt:

MsC Momčilo Ninković, ninkovicmomcilo@yahoo.com

Dr Nemanja Kašiković, knemanja@uns.ac.rs

MsC Rastko Milošević, rastko.m@uns.ac.rs

**ANALIZA POVRŠINSKE UNIFORMNOSTI OTISAKA DOBIJENIH GRAFIČKIM
SISTEMOM EPSON STYLUS PRO 7800****MOTTILING INDEX ANALYSIS OF PRINTED IMAGE OBTAINED BY PRINTING
MACHINE EPSON STYLUS PRO 7800**

Sara Babić, Nemanja Kašiković, Ivana Jurič, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – U radu je predstavljena primena M-Score metode merenja površinske uniformnosti, na dva seta uzoraka. Uzorci su štampani na istom štamarskom sistemu (Epson Stylus Pro 7800) koji pripada Ink Jet tehnici štampe, i istoj podlozi za štampu. Nakon procesa štampe, uzoci su mereni spektrofotometrom, a preko dobijenih vrednosti dobijene su M-Score vrednosti uzoraka.

Ključne reči: Tehnike štampe, digitalna štampa, površinska uniformnost, ink jet, M-Score

Abstract – In this paper is presented M-Score method for measuring mottling index, on two sets of specimens. Samples were printed on printing unit Epson Stylus Pro 7800. Printing technique was Ink Jet. Samples were printed on identical type of printing paper. After printing process was completed, samples were measured by a spectrophotometer, and obtained values were used in the calculation through M-Score method.

Keywords: Printing techniques, Digital printing, Mottling index, Ink jet, M-Score

1. UVOD

Područje grafičke industrije, koje se bavi kontrolom kvaliteta, do danas je dosta prošireno. Shvaćeno je da boja nije jedini atribut koji utiče na kvalitet otiska, već da je potrebno analizirati i ostale elemente na njemu, kao što su linije, tačke, površine, slovni karakteri i slično.

Površinska uniformnost predstavlja neravnomeran otisak dobijen na podlozi, prilikom procesa štampe. Može se pojaviti na otisku u raznim oblicima i formama, i označava razne mrlje, ili neželjene oblike na otisku, gde se očekuje uniformna površina. Odnosno, površinska uniformnost predstavlja neželjenu varijaciju optičke gustine na otisku.

Površinsku uniformnost, prema obliku greške, možemo podeliti na nasumične i sistematske varijacije [2]. Nasumične varijacije su mrlje na otisku koje mogu biti sitnije i brojnije i nazivaju se zrnčavost, ili krupnije definisane kao motling. U prošlosti je zaključeno [1] da je površinska neuniformnost jedna od grešaka koja najviše ometa kvalitet štampe, stoga se u ovom radu ona ispituje.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Nemanja Kašiković, van. prof.

2. METODE MERENJA MAKRO UNIFORMNOSTI

Za merenje makro uniformnosti koriste se tri metode, a to su [4]:

- Mottling index (Non Uniformity number)
- GLCM (Gray Level Co-Occurance Matrix)
- M-Score metoda.

U ovom eksperimentu korišćena je M-Score metoda merenja površinske uniformnost.

2.1. M-Score metoda

M-Score metoda se zasniva na spektrofotometrijskom merenju uzoraka, i analizi Lab vrednosti svakog polja, i računanju ΔE razlike boja. Meri se ΔE razlika svakog polja sa najbližim susednim. Na taj način dobijaju se vrednosti u rasponu od 100, sto predstavlja uniformno, do 0, odnosno neuniformno [5]. Koristi se test karta koja sadrži 46 kolona i 59 redova, sa poljima dimenzija 6 x 6 mm, i za svako polje se meri Lab vrednost. Nakon toga se za svaki red i kolonu računa srednja vrednost Lab koordinata, a potom razlika boja između redova i kolona [5].

Jednačine (1,2) za računanje preko M-Score metode [4]:

$$\Delta E_n = 10 * \sum_{i=1}^{n-1} \Delta E_i (Lab_1, Lab_{i+1}) \quad (1)$$

$$\Delta E_m = 10 * \sum_{i=1}^{m-1} \Delta E_i (Lab_1, Lab_{i+1}) \quad (2)$$

Gde je ΔE_i razlika boja svakog i-tog reda ili kolone i njihovih suseda (i+1), n je broj kolona a m broj redova.

Sve izračunate vrednosti razlika boja ΔE između redova i kolona se sumiraju i vrši se normalizacija vrednosti prema jednačini [4]:

$$\Delta E_{suma} = \frac{\Delta E_m}{m-1} + \frac{\Delta E_n}{n-1} \quad (3)$$

M-Score vrednost (4) se na kraju računa na osnovu sume svih vrednosti razlika boja [4]:

$$M - Score = 100 * 1/2^{2*\Delta E_{suma}/15} \quad (4)$$

U Ink Jet štampi referentne vrednosti i kategorije kvaliteta za M-Score metodu, mogu se podeliti u sledeće grupe:

- M-Score ≥ 95 – odlično;
- M-Score ≥ 80 – veoma dobro;
- M-Score ≥ 70 – dobro;
- M-Score ≥ 60 – zadovoljavajuće;
- M-Score ≥ 50 – dovoljno;
- M-Score < 50 – slabo [5].

3. EKSPERIMENTALNI DEO

U eksperimentu su korišćena dva seta otisaka, koji su simulirani uz pomoć dodatka za Matlab, Macro Uniformity Toolbox, koji je predviđen za simuliranje površinske neuniformnosti u štampi. Kod prvog seta uzoraka varirana je amplituda mrlja, a kod drugog setu, veličina mrlja na otisku. Oba seta se sastoje od po sedam uzoraka. Na svim uzorcima osnovna (pozadinska) boja je neutralno siva (0,5, 50% siva), a veličina uzoraka je 2048 px.

Procesa štampe je izvršen na Ink Jet štamparskom uređaju, Epson Stylus Pro 7800 (slika 1), na papiru IQ selection white board, gramature 250 g/m².



Slika 1. Epson Stylus Pro 7800

Uzorci su zatim mereni i1 Pro 2 spektrofotometrom (slika 2), a podaci su dalje obrađivani u Excel-u. Dobijene informacije su obrađivane preko M-Score metode za analizu površinske uniformnosti, koja koristi $L^*a^*b^*$ koordinate otiska za procenu kvaliteta štampe.



Slika 2. i1 Pro 2 spektrofotometar

3.1. Test mapa – uzorak

U ovom eksperimentu su korišćena dva seta otisaka, nazvani Grupa A i Grupa B. Otisci su formirani pomoću dodatka za softver Matlab, Macro Uniformity Toolbox, koji je predviđen za simuliranje površinske neuniformnosti u štampi.

U prvom setu (Grupa A), varirana je amplituda mrlja, a u drugom setu (Grupa B) varirana je veličina mrlja na otisku. Na svim uzorcima osnovna (pozadinska) boja je neutralno siva (0,5, 50% siva), a veličina uzoraka je 2048 px.

Grupu A čini sedam uzoraka kojima je variran intenzitet mrlja. Promenljiva veličina u u ovom slučaju je amplituda A , koja je uzeta kao srednja vrednost svih uzoraka unutar jednog praga iz pilot eksperimenta. Za simulaciju ovog oblika greške, korišćena je funkcija RN.m (Random noise):

uzorak = $0,5 + RN(pmin, pmax, A, (25,4 * N/300), N, M(400))$;
 $N = 2048$;

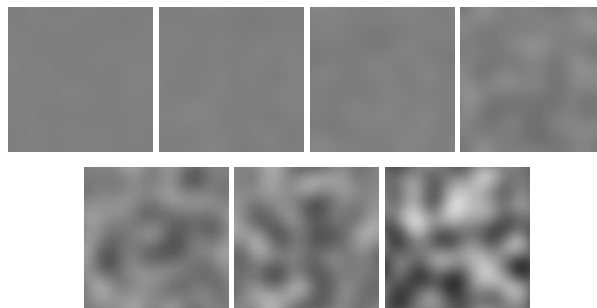
Veličina mrlja se definiše preko veličina $pmin$ i $pmax$, koje predstavljaju maksimalnu i minimalnu frekvenciju. Obe vrednosti su bile nepromenjene i imale su vrednosti:

$pmin = 20$

$pmax = 100$

Različit nivo greške postignut je variranjem amplitude A i dobijene su sledeće vrednosti:

0; 0,003; 0,00975; 0,026; 0,059; 0,074; 0,13



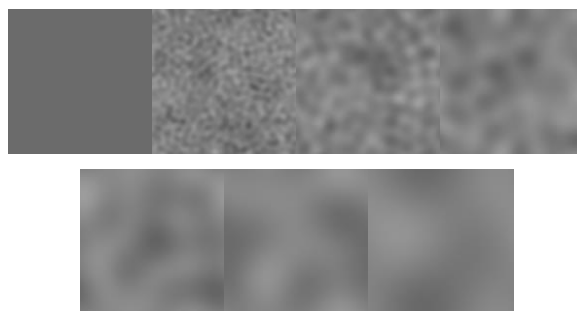
Slika 3. Grupa A uzoraka

Uzorci iz Grupe B dobijeni su variranjem veličine mrlje. U ovom slučaju amplituda je imala konstantnu vrednost i iznosila je 0,04. Ovaj set se takođe sastoji iz sedam uzoraka. Za njihovo generisanje takođe je korišćena funkcija RN.m.

uzorak = $0,5 + RN(pmin, pmax, A, (25,4 * N/300), N, M(400))$;
 $N = 2048$;

Da bi se dobila sve sitnija mrlja, čija veličina raste, promenljiva je bila samo minimalna veličina $pmin$, dok je maksimalna veličina iznosila $pmax = 100$. Različite vrednosti za pm bile su:

0; 4,5; 9; 15,5; 25,5; 38; 48



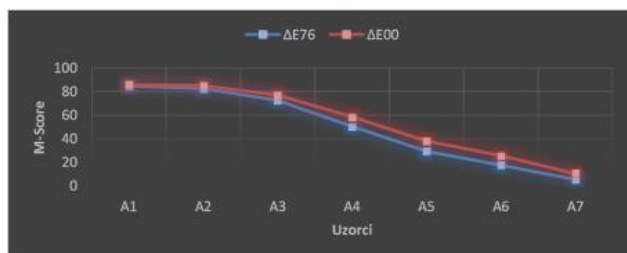
Slika 4. Grupa B uzoraka

3.2. Primena M-Score metode u ovom eksperimentu

U ovom istraživanju M-Score metoda primenjena je na uzorke iz eksperimenta. Test polje je veličine 160 x 160 mm i podeljeno je na dvadeset redova i dvadeset kolona. Merno polje je veličine 8 x 8 mm. Pri računanju M-Score vrednosti, korišćene su obe formule za računanje razlike boja, ΔE_{00} i ΔE_{76} , da bi se videlo da li postoji razlika između njih. M-Score vrednosti su veće kod svih uzoraka, kada se koristi ΔE_{00} formula.

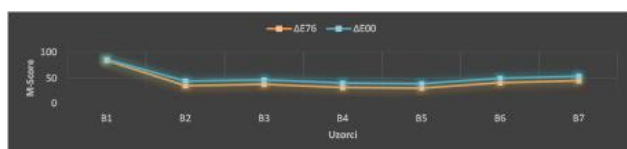
Na slici 5, prikazane su vrednosti M-Score metode za prvi set uzoraka. Promenom amplitude mrlje, menja se i M-Score vrednost uzoraka. Uzorak A1, koji je uniforman, ima najveću M-Score vrednost, 84,81 za ΔE_{76} i 85,95 za ΔE_{00} .

Vrednosti za uzorak A2 su približne vrednostima prvog uzorka, A1, ali su ipak manje. Dalje, sa povećanjem vrednosti amplitude A, povećava se greška, odnosno opada M-Score vrednost. Na taj način, poslednji uzorak u setu, A7, ima najmanju M-Score vrednost od 5,58 za ΔE_{76} i 10,55 za ΔE_{00} .



Slika 5. M-Score vrednosti prvog seta uzoraka (Grupa A)

Na slici 6, prikazane su M-Score vrednosti drugog seta uzoraka. U ovom slučaju se vidi da najvišu M-Score vrednost od 83,93 za ΔE_{76} i 85,67 za ΔE_{00} , ima prvi uzorak iz seta, B1, koji je uniforman, bez mrlja. Drugi uzorak B2, ima dosta nižu M-Score vrednost od 35,10 za ΔE_{76} i 43,85 za ΔE_{00} , usled uvođenja sitnih mrlja. Mrlje su na daljim uzorcima postepeno povećavane i M-Score vrednost ostalih uzoraka varira, do poslednjeg uzorka u setu, B7. Kod ovog uzorka veličine mrlja su najveće, i posle prvog uzorka, ima navišu M-Score vrednost od 44,91 za ΔE_{76} i 53,12 za ΔE_{00} .



Slika 6. M-Score vrednosti drugog seta uzoraka (Grupa B)

4. ZAKLJUČAK

Proces štampe je kompleksan postupak koji se sastoji od brojnih elemenata i faza, kao što su podloga za štampu, boja, štamparska mašina, i uređaji za završnu grafičku obradu. Svaki od njih, usled neispravnosti, ili nepravilnog rukovanja može nepogodno uticati na kvalitet krajnjeg otiska.

Digitalna štampa generalno, postala je najrasprostranjeniji tip štampe. Iz tog razloga je u ovom eksperimentu korišćena najzastupljenija tehnika digitalne štampe, Ink Jet.

Kako se tehnike štampe svakodnevno razvijaju i napreduju, javlja se potreba za razvijanjem metoda za kontrolu dobijenih otisaka, i njihovim unapređivanjem. Pod pojmom površinske neuniformnosti može se smatrati neželjena varijacija refleksije sa otiska koja utiče na percipiran kvalitet štampe, kada se otisak posmatra pod homogenim osvetljenjem. Teško ju je u potpunosti izbeći, ali je treba kontrolisati i držati unutar granica koje nisu vidljive krajnjem korisniku.

Mogućnost merenja površinske uniformnosti može na mnogo načina da doprinese dobijanju kvalitetnog otiska, poboljšanju tehnika štampe, i kontrole kvaliteta. Usled utvrđivanja parametara koji najviše utiču na kvalitet otiska, može se na njih uticati radi obezbeđivanja uslova za dobijanje otisaka najboljeg mogućeg kvaliteta.

5. LITERATURA

- [1] Engström, G., Rigdahl, M. (1992) Binder migration - effect on printability and print quality. Nordic Pulp and Paper Res. J. 2, 56, DOI: 10.3183/NPPRJ-1992-07-02-p055-076, pp. 55-76
- [2] Christoffersson, J. (2004), „Evaluation of Systematic & Colour Print Mottle. Master Thesis“, Department in Science and Technology, Linkopings Universitet, Sweden.
- [3] Jurič (Rilovski) I., Karlović I., Tomić I. (2013) Influence of surface properties of ink jet papers on print sharpness, 11. Seminar in Graphic Arts, Pardubice: University of Pardubice, Department of Graphic Arts and Photophysics, 2013, 17-18 Jun, 2013, pp. 121-126, ISBN 978-80-7395-660-8
- [4] Kašiković, N., (2015) Digitalna štampa, materijal sa predavanja. Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu. [Online] Dostupno na: <http://www.grid.uns.ac.rs/predmet2.html?predmet=92> [Pristupljeno:15.05.2015.]
- [5] Kraushaar, A. (2010) Evaluation of within sheet uniformity by means of M-Score. Fogra, pp. 1–2. [Online] Dostupno na: <http://www.fogra.org/index.php?menuid=263&downloadid=138&reporeid=206>

Adresa za kontakt:

MsC Sara Babić, saraisdesigner@gmail.com

Dr Nemanja Kašiković, knemanja@uns.ac.rs

Dr Ivana Jurič, rilovska@uns.ac.rs

UPOTREBA MATERIAL DIZAJNA PRI IZRADI APLIKACIJE ZA UČENJE**LEARNING APPLICATION DESIGN WITH MATERIAL**Dragana Motl, Ivan Pinčjer, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN**

Kratak sadržaj – Material dizajn je razvijen od strane kompanije Google sa ciljem da stvori vizuelni jezik koji spaja klasične principe dobrog dizajna sa inovacijom i mogućnostima tehnologije i nauke. Redizajn aplikacije za učenje podrazumeva dobro razumevanje interakcije između čoveka i računara na način da se stvori korisnički interfejs koji je intuitivan i funkcionalan. Cilj rada je da se redizajnira već postojeća aplikacija za učenje praćenjem smernica Material dizajna, ali da se ostane dosledno već razvijenom konceptu. Rad obuhvata upoznavanje sa principima dobro dizajniranog korisničkog interfejsa, analizu interaktivnih aplikacija za učenje kao i kreiranje kompletnog korisničkog interfejsa aplikacije za učenje.

Ključne reči: *Korisnički interfejs, Material dizajn, interaktivno učenje, dizajn interfejsa.*

Abstract – Material design was developed by Google in order to create a visual language that combines classic principles of good design with innovation, technology and science capabilities. Redesigning the learning application implies a good understanding of the human computer interaction in a way that creates a user interface that is intuitive and functional. The aim of this paper is to redesign already existing learning application by following the Material Design guidelines and already existing concept. The paper includes familiarization with the principles of a well-designed user interface, analysis of interactive learning applications, and the creation of a complete user interface for learning application.

Key words: *User interface, Material design, interactive learning, interface design.*

1. UVOD

Naučni pristup interdisciplinarnog dizajna interakcije između ljudi i računara započet je kombinovanjem metoda za prikupljanje podataka i intelektualnih okvira eksperimentalne psihologije sa moćnim i rasprostranjenim alatima koje je razvila računarska nauka.

Nakon toga svoj doprinos ovoj oblasti dali su univerzitetski i industrijski psiholozi, grafički dizajneri, ljudi koji se bave tehničkim pisanjem, eksperti iz oblasti ergonomije, informacione arhitekture. Od korisničkog interfejsa u budućnosti očekuje se usavršavanje svih njegovih elemenata.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Ivan Pinčjer, docent.

1.1 Sažeta istorija android dizajna

Android je želeo da napravi platformu koju mogu da podrže različiti uređaji i na kojoj će moći da funkcionišu različite aplikacije. Taj početni cilj je dozvolio Androidu da upravlja sa mnogo tipova hardverskog ulaza. Takođe je držalo Android fokusiranim na skalabilan dizajn, blisko povezan sa fluidnim veb dizajnom više nego sa mobilnim dizajnom. Na žalost to je značilo da su boje bile blage i često nedosledne, a većina ulaznih i vizuelnih karakteristika se zasnivala na onom što je stvoreno u prošlosti pre nego da pomeraju granice. Beta verzija Androida je puštena 2007- e godine i pred dizajnere je postavljen izazovan zadatak da od veoma funkcionalnog, ali vizuelno bledega korisničkog interfejsa naprave jedan koji povećava tu funkcionalnost poboljšanjem dizajna i korisničkog iskustva. Oko godinu dana kasnije, prvi Android tablet Honeycomb (Android 3.x) je pušten. Ovi tableti su dozvoljavali dizajnerima neograničenu mogućnost eksperimentisanja sa UI zato što nije bilo prethodne verzije Androida dizajnirane za tablete i iz tog razloga korisnici nisu imali tako velika očekivanja. Sa novom Holo temom znatno su se izdvajali od prethodnih Android stilova. Do kraja 2011- e, Google je pustio Android 4.0, Ice Cream Sandwich, koji je pokazao kako su unapredili Honeycomb stilizovanje tako što su smanjili neke od “techieness” pružajući na taj način korisnicima ugodnije iskustvo. Podela na tablet i telefon je eliminisana i dvije platforme su postale jedna mnogo koherentnija, naglašavajući interakciju, vizuale i jednostavnost. Font je promenjen u Roboto što je značajno poboljšanje u odnosu na do tada korištene Droid fontove [1].

1.2 Material dizajn

Google je najavio dolazak Material dizajna na svojoj I/O konferenciji u leto 2014- e godine i od tada je nastavio da stvara popriličnu oluju među programerima i dizajnerima. Nastao je kao formalizacija i proširenje Google Now korisničkog interfejsa, Material dizajn je narastao u sveobuhvatan i sistematičan skup dizajnerskih filozofija. Material se može smatrati kao pametan papir. Kao i papir ima površinu i ivice koje održavaju svetlost i sjajne senke, ali za razliku od papira, Material poseduje neke osobine koje on nema kao što su mogućnost promene oblika i veličine i spajanje sa drugim Materialom. Uprkos ovom naizgled magičnom ponašanju, Material treba da se tretira kao fizički objekat sa fizičkim karakteristikama. Može posmatrati kao postojeći u trodimenzionalnom prostoru i to je ono što njegovom interfejsu daje neizbežan osećaj dubine i strukture. Hijerarhija postaje očigledna kada je jasno razjašnjeno da li je objekat iznad ili ispod drugog objekta. Material se bazira na večnim principima preuzetim od terije boja, animacije, tradicionalnog dizajna štampe i fizike.

Pružaju virtualni prostor u kojem programeri mogu da koriste površinu i svetlost kako bi kreirali interfejs i kreiranje da bi dizajnirali intuitivne korisničke interakcije [1]. U fizičkom svetu, objekti mogu biti složeni ili prikazani jedni drugima, ali ne mogu proći jedan kroz drugi. Oni bacaju senke i reflektuju svetlost. Material dizajn odražava ove osobine prikazivanjem površine i njenim pomeranjem kroz Material UI. Površine i način na koji se kreću u tri dimenzije liče na način na koji se kreću u fizičkom svetu. Ovaj prostorni model se može dosledno primenjivati kroz aplikacije [6].

Material propisuje smernice za

- Stil (boja, piktogrami, tipografija, slike, pisanje),
- Raspored elemenata (principi, jedinice i mere, metrika i osnovne linije, struktura, responzivni UI, podeljeni ekran),
- Komponente (donja navigacija, donji listovi, dugmad, kartice, čipovi, tabele sa podacima, dijalози, paneli za ekspanziju...),
- Paterne (format datoteke, greške, otisak prsta, dozvole, pretraživanje...),
- Upotrebljivost (pristupačnost i dvosmernost),
- Platforme (adaptacija i Android).

2. KREIRANJE KORISNIČKOG INTERFEJSA

2.1. Važnost dobrog dizajna

Prvi utisak koji ostavlja određena veb stranica ili aplikacija je veoma važan. Nekoliko inicijalnih sekundi i minuta razgledanja značajno oblikuju odnos između korisnika i kompanije. Većina preduzeća ulažu dosta vremena i sredstava na brendiranje i definisanje identiteta. Vremenom, dobar brend postaje privlačan i pravi razliku u odnosu na konkurenciju. Iako su vodilje za vizuelno brendiranje često značajno udaljene od samog biznisa, neophodno je da budu razmatrane u odnosu na celokupno iskustvo [2].

Dobro dizajniran interfejs daje ideju kako nešto treba da funkcioniše (naš mentalni model). Analiziranjem korisnika, grupa osoba i korisničkih testova dizajner je u mogućnosti da definiše interfejs. Cilj je da se što preciznije definiše mentalni model korisnika aplikacije ili veb stranice, koliko god je to moguće. Ne samo da će korisnički doživljaj biti efektivniji, već će i interfejs biti nevidljiv, zato što se izvršava upravo onako kako to želi sam korisnik [3].

Dizajn, izgled ekrana i sistemska navigacija utiču na osobu na različite načine. Ako su zbunjujuće i neefikasne, ljudi će imati veće poteškoće u svakodnevnim poslovima i praviti veće greške, siromašan dizajn takođe može oterati ljude iz sistema zauvek, može da izazove frustracije i povećanje stresa [4].

2.2 Standardizacija dizajna

Pod pojmom standardizacije podrazumeva se uobičajeni skup funkcija korisničkih interfejsa raznih aplikacija. Kompanija Apple Computers razvila je prvi standard koji su potom usvojile hiljade programera, što je korisnicima omogućilo da veoma brzo savladaju veći broj aplikacija. Nakon standardizacije interfejsa Microsoft Windows, ovaj operativni sistem je prilično dobio na značaju. Slično tome, standardi koje je obezbedio Konzorcijum Veba ubrzali su

njegovu ekspanziju. Međunarodna organizacija za standarde (ISO) obezbedila je nekoliko desetina standarda o upotrebljivosti, među kojima i dobro poznat i obiman standard 9241 „Ergonomics Requirements for Office Work with Visual Display Terminals” u kome su obrađeni ekrani, meniji, tastature, radna okruženja i slično [5].

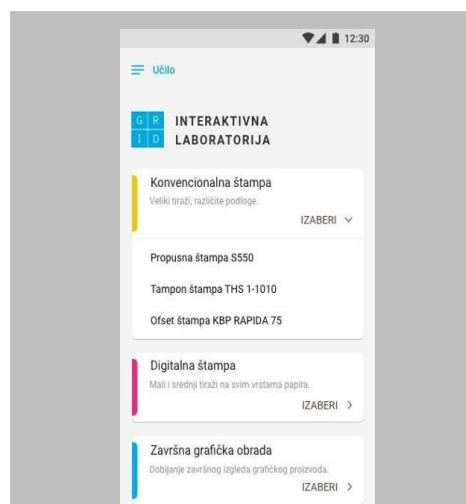
2.3. Principi dizajniranja korisničkog interfejsa

Interfejs mora biti produžetak osobe, što znači da sistem i njegov softver moraju reflektovati ljudske mogućnosti i odgovarati specifičnim potrebama. Treba da je koristan, da brže i efikasnije, od prethodno korištenog metoda ili alata, ostvaruje poslovne ciljeve, mora da se može lako naučiti, zato što ljudi žele da rade, a ne da uče kako da urade. Konačno, sistem mora da je zabavan za korišćenje i izaziva osećaj zadovoljstva i postignuća bez tenzija i frustracije. Interfejs bi trebalo da služi i kao konektor i kao separator. Konektor zato što povezuje korisnika sa snagom računara, a separator što smanjuje mogućnost učesnika da naštetu jedan drugom. Iako šteta koju korisnik nanosi računaru ima tendenciju fizičkog (frustrirano udaranje po tastaturi), šteta koju izazva računar je psihološka (pretnja za nečije samopoštovanje). Različiti istraživači su pokušali da definišu skup opštih principa dizajna interfejsa. Mnogi od ovih principa su zasnovani na istraživanju, drugi na kolektivnom mišljenju ljudi koji rade sa korisničkim interfejsom. Ovi principi će nastavljati da se razvijaju, šire i poboljšavaju kako se iskustvo sa GUI i Vebom povećava, predstavljaju generalnu karakteristiku interfejsa i primenjuju se na sve aspekte. Neki od principa su sledeći: pristupačnost, estetska privlačnost, dostupnost, jasnost, kompatibilnost, konfiguracija, konzistentnost, kontrola, direktnost, efikasnost, fleksibilnost, očiglednost, operativnost, preceptibilnost, predvidljivost, reverzibilnost [4].

3. UPOTREBA MATERIAL DIZAJNA NA PRIMERU PRAKTIČNOG RADA

3.1. Usmeravanje korisnika i navigacija

Sadržaj GRID interaktivne laboratorije je podeljen u tri glavne kategorije predstavljene karticama: konvencionalna štampa, digitalna štampa i završna grafička obrada. Svaka kartica može da se proširi otvarajući odgovarajući tip mašina koje pripadaju kategoriji koju nosi. Prikazano na slici 1.



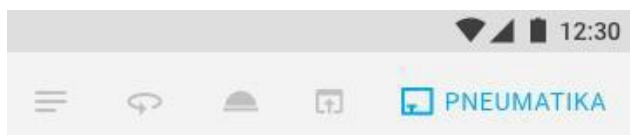
Slika 1. Kartice

Material definiše kartice kao površine koje prikazuju sadržaj i akcije kao jedinstvenu temu. Treba da su lake za skeniranje važnih informacija i akcija. Mogu da sadrže slike i tekst na način da jasno prikazuju hijerarhiju.

Kako korisnicima uvek treba pružati konzistentne znake u vezi sa putokazima i navigacijom, prilikom redizajniranja aplikacije vođeno je računa o orijentaciji korisnika na način da mu u svakom trenutku bude jasno gde se nalazi i čemu može da pristupi. U skladu sa tim, GRID interaktivna laboratorija je redizajnirana da nakon selekcije tipa mašine korisnik kao navigaciju koristi tabove kojima su prikazane osnovne opcije, prikazano na slici 2.

Tabovi omogućavaju organizaciju i dozvoljavaju navigaciju između grupisanih sadržaja koji su povezani na istom nivou hijerarhije. Svaki tab iz grupe treba da ima sadržaj različit od drugih tabova u istoj grupi. Do momenta odabira tipa mašine tabovi nisu vidljivi i podložni su promenama u zavisnosti od izabranog tipa mašine (kategorije).

Svaki tab je prikazan odgovarajućim piktogramom i zauzima što je moguće manje mesta na ekranu kako bi se izbegla potreba za skrolovanjem. U aktivnom stanju pored piktograma se ispisuje tekst opcije koju predstavlja i dobija plavu boju, dok se ostali tabovi automatski prilagođavaju novonastalom stanju.



Slika 2: Tabovi

Pritisak na tab pokreće animaciju koja korespondira sa odabranom opcijom. Da bi novo rešenje ostalo dosledno već postojećem, nakon završetka animacije pojavljuju se interaktivne tačke, kao što je prikazano na slici 3. Svaka od opcija može imati neograničen broj interaktivnih tački. Pritiskom na neku od njih korisnik dobija dodatne informacije o odabranom delu mašine.

Kako bi se postigla uniformnost i preostale opcije funkcionišu na isti način. Pozivanjem opcije pokreće se animacija da bi nakon završetka korisnik mogao da vrši interakciju pritiskom na interaktivne tačke. Na slici 4 prikazan je ekran na koji vodi interaktivna tačka.

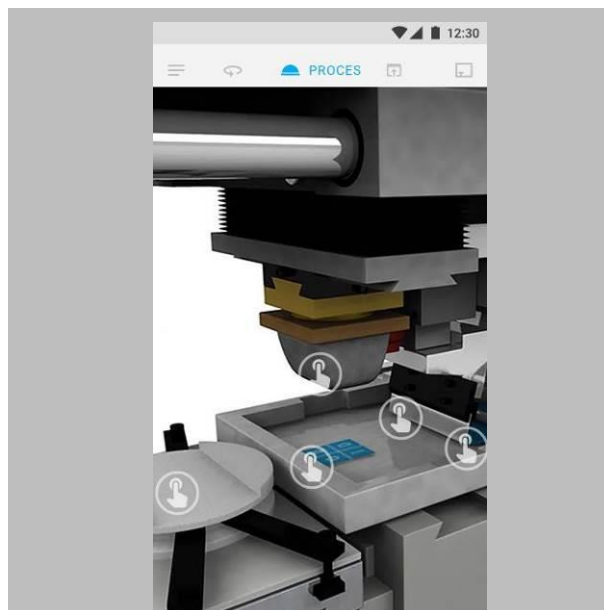
3.2 Elevacija

GRID interaktivna laboratorija pored senki, koristi kombinaciju opaciteta i boja kako bi prikazala elevaciju između UI elemenata. Elevacija u Material dizajnu predstavlja udaljenost između dve površine duž z ose i meri se u pikselima koji ne zavise od gustine (dp). Sve Material površine i komponente imaju elevaciju. Elevacija dozvoljava pomeranje ispred ili iza druge površine, kao na praktičnom primeru - skrolovanje sadržaja ispod tab bara. Na slici 5 prikazana je elevacija. Broj jedan je najviše udaljen od korisnika dok mu je element broj četiri najbliži.

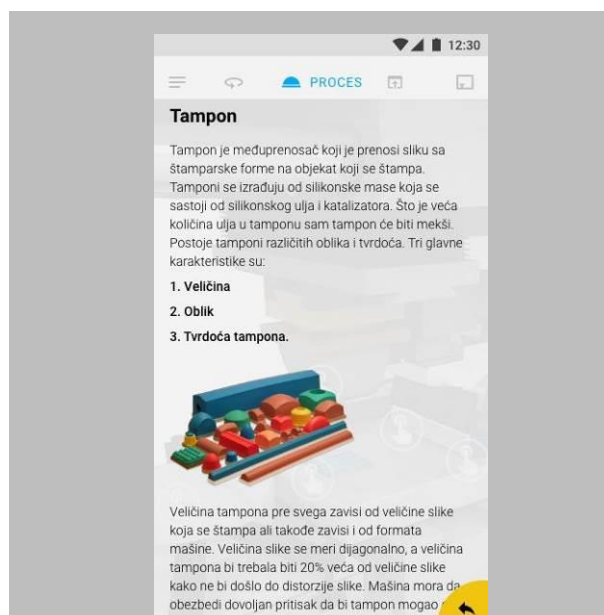
3.3. Boja

Boja treba da ukazuje na to koji su elementi interaktivni, kako su povezani sa drugim elementima i koliko su važni. Hijerarhija se odnosi na organizaciju sadržaja prema različitim nivoima značaja, može da odredi koliko je bitan

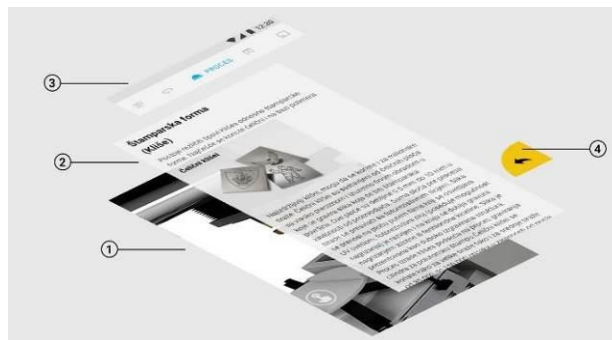
jedan sadržaj u odnosu na drugi kao i da komunicira značenje različitih elemenata na ekranu.



Slika 3. Proces



Slika 4. Proces- interaktivna tačka



Slika 5. Elevacija

Koristi se za pružanje informacija o trenutnom statusu elemenata, da li je dugme aktivno ili neaktivno ili je promenjeno stanje elementa. Primarna i sekundarna boja treba da osiguraju jak kontrast između elemenata tako da

svi korisnici mogu da vide i koriste aplikaciju. Najvažniji elementi treba najviše da se ističu. Primarna boja koju koristi GRID interaktivna laboratorija je plava. Pored nje koriste se i dve boje magenta i žuta.

Za označavanje konvencionalne štampe koristi se žuta, za digitalnu magenta i za završnu grafičku obradu plava boja. Boje koje koristi aplikacija, zajedno sa heksadecimalnim kodom boje su prikazane na slici 6.

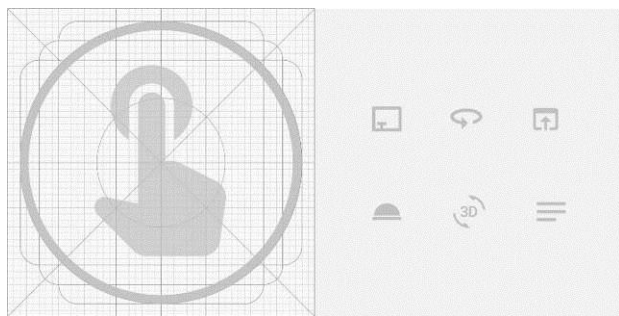


Slika 6. Boje

3.4. Piktogrami

Korišćenje piktograma za opisivanja apstraktne funkcije tastera predstavlja dobro rešenje za pristupanje korisničkom mentalnom radnom okviru. Mogu se podeliti na proizvodne i sistemske. Proizvodni piktogrami inspirisani su taktilnim i fizičkim kvalitetom materijala. Svaki piktogram je isečen, preklapljen i osvetljen kao što bi izgledao papir, ali predstavljen jednostavnim grafičkim elementima.

Kvalitet materijala je čvrst sa čistim preklapima i jasnim ivicama. U cilju izražavanja zajedničkog vizuelnog jezika, grafički elementi koji čine piktogram trebaju biti konzistentni kroz sve piktograme brenda. Piktogram mora što je moguće jasnije da upućuje na funkciju tastera. Naziv uz taster je uvek dobro rešenje. GRID interaktivna laboratorija koristi suptilne piktograme za opisivanje operacija koje mašina izvodi i pristup glavnom meniju koji su prikazani na slici 7.



Slika 7. Piktogrami

4. ZAKLJUČAK

Računari su preuzeli veliku ulogu u promeni načina života u poslednjih nekoliko decenija. Nisu više dostupni samo za privilegovane i postaju svakodnevna potreba. Najnovije HCI inovacije proizvele su mnoge tehnologije kao što je virtuelna realnost, lični digitalni asistent, biometrijsku autentifikaciju (otisak prsta), prepoznavanje gestova, itd. U sadašnjosti možemo da pratimo zdravstveno stanje,

merimo otkucaje srca, koristimo navigaciju kako bi došli s jednog mesta na drugo i koristimo mnoge druge pogodnosti.

Kako se ljudi i društvo menjaju neverovatnom brzinom, HCI treba da se menja sa njima i usavrši metode i pristup tako da je više fokusiran na ljudske vrednosti. To od njega zahteva da pomeri svoja saznanja, mogućnosti i krajnje domete iz psiholoških prema drugim pristupima. Baš kao i HCI, od njegovog nastanka, Material dizajn konstantno pokušava da unapredi ne samo izgled pametnog telefona ili tableta, već i način na koji korisnik softver treba da oseća. Gledajući unazad najveći problem s Material dizajnom je bio što nije dovoljno fleksibilan.

Kompanije koje bi se odlučile da prate stroga pravila Google- ovog dizajna završile bi sa aplikacijom koja je izgledala previše generički i kao rezultat toga većina velikih korporacija bi se odlučila za druge solucije. Zaključeno je da bi aplikacije i softver bilo lakše koristiti ako dugmad i meni imaju sličan oblik i funkciju, a ne da izgledaju potpuno slično. Osnovna ideja je izmenjena i odlučeno je da se konzistentnost bazira na tome što će aplikacije raditi na sličan način dok zadržavaju svoju individualnost u pogledu UI dizajna. Tu i nastaje Material tema, produkt sa najnovije Google konferencije, što pokazuje da se Material dizajn iz godine u godinu menja u cilju zadovoljenja rastućih potreba.

Pre tri godine Google- ov glavni dizajner M. Durate je sebi postavio cilja da u deset godina u potpunosti promeni način na koji korisnici ostvaruju interakciju sa tehnologijom. Sat otkucava. Ponekad dobra rešenja proizilaze iz višegodišnjeg iskustva i rada, a ponekad sasvim slučajno isprobavanjem ili dodavanjem nečeg novog.

5. LITERATURA

- [1] A. Clifton (2013) User Interface Design: Turning Ideas and Sketches into Beautifully Designed Apps, SAD, Addison Wesley Professional
- [2] Alan Cooper, Robert Reimann, David Cronin (2007) About Face 3: The Essentials of Interaction Design, Indianapolis, Wiley Publishing
- [3] Don Norman (2007) Simplicity is Highly Overrated, [Online] Dostupno na: http://www.jnd.org/dn.mss/simplicity_is_highly.html Pristupljeno: 16.10.2018
- [4] Wilbert O. Galitz (2007) The Essential Guide to User Interface Design- an introduction to GUI design principles and techniques 3th edition, Canada, John Wiley & Sons
- [5] B. Shneiderman, C. Plaisan (2004) Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction (4th Edition), SAD, Addison Wesley Longman
- [6] Material design, [Online] Dostupno na: www.material.io/design/ Pristupljeno: 16.10.2018

Kontakt autora:

Dragana Motl draganamotl92@gmail.com

Dr Ivan Pinčjer pintier@uns.ac.rs

ИСПИТИВАЊЕ ПОСТОЈАНОСТИ НА ТРЉАЊЕ ОТИСАКА ДОБИЈЕНИХ СУБЛИМАЦИОНОМ ШТАМПОМ**EXAMINATION OF THE RESISTANCE TO RUBBING OF PRINTS OBTAINED BY SUBLIMATION PRINTING**

Јован Ђулибрк, Немања Кашиковић, Растко Милошевић *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Област – ГРАФИЧКО ИНЖЕЊЕРСТВО И ДИЗАЈН

Кратак садржај – У оквиру рада представљена су истраживања из области дигиталне штампе. Штампање је вршено на три различите подлоге за штампу. Отисак је штампан на трансфер папир помоћу “Ricoh SG 3110 DNw” сублимационог штампача, док се пренос отиска са трансфер папира на подлогу за штампу вршио помоћу термо пресе “Hobby Cut”. Истраживања су заснована на скенирању узорака, мерењу спектрофотометријских вредности, трљању узорака, а затим анализи добијених резултата на основу којих је установљена отпорност отиска на трљање у зависности од подлоге. У раду је вршена и визуелна анализа узорака.

Кључне речи: Дигитална штампа, Сублимација, Трљање, Контрола квалитета, Анализа.

Abstract – The research has been presented in the field of digital printing. Printing was done on three different printing media. The color proof has been printed on transfer paper by Ricoh SG 3110 DNw sublimation printer, while the transfer of the printed proof from transfer paper to the print media was done using a Hobby Cut thermal press. The research is based on sample scanning, measurement of spectrophotometric values, processing (rubbing) of samples, and finally the analysis of the obtained results which shows the resistance of the print to rubbing, depending on the substrate. Furthermore, the thesis also included a visual analysis of the samples.

Keywords: Digital printing, Sublimation printing, Rubbing, Quality control, Analysis.

1. УВОД

За разлику од штампарског поступка појам дигитална штампа, подразумева штампарску слику која до уласка у штампарску машину остане у дигиталној форми и тек у машини поново буде састављена у аналогну штампарску слику.

Није постигнута коначна сагласност о дефиницији дигиталне штампе и у публикацијама се различито многи штампарски поступци подразумевају као дигитализовани.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др. Немања Кашиковић, ван. проф.

Само ако се материјал одштампава елементима за наношење, дакле без штампарске форме односно са виртуелном имагинарном штампарском формом, онда се и овај процес одвија дигитално [1].

Сублимациона штампа је врста дигиталне штампе у којој боја (под дејством топлоте и притиска) прелази из чврстог у гасовито стање, те пријања на жељену површину која је намењена штампању [2]. За наведену технику штампе неопходан је сублимациони штампач са сублимационим бојама, сублимациони папир и сублимациона преса, те подлога за штампу на коју се отисак преноси.

Циљ овог рада јесте испитивање постојаности на трљање отисака добијених сублимационом штампом, при чему се посматра понашање боје на подлози за штампу пре и након сваке од серије трљања. Због ограничења броја страница у овом раду биће приказан експериментални део рада за један од три узорака, односно за микрофибер јастучнице.

2. МЕТОД ИЗВОЂЕЊА ЕКСПЕРИМЕНТА

Непосредно пре извођења експеримента штампана су “СМЈК” и “RGB” мерна поља пуног тона, која су сублимацијом пренета на 3 различите подлоге за штампу: памучну мајицу, микрофибер јастучницу и полиестерску мајицу. Сублимациона штампа рађена је у фото студију “Canon M” у Новом Саду, при чему је отисак прво одштампан на трансфер папир помоћу “Ricoh SG 3110 DNw” сублимационог штампача, док се пренос отиска са трансфер папира на подлогу за штампу вршио помоћу термо пресе “Hobby Cut”. Након завршене штампе, мерење су почетне (референтне) вредности узорака на сваком од материјала пре трљања, помоћу спектрофотометра “HP 200”. Вредности су бележене у “CIE LabCh” систему боја.



Сл. 1 – Микрофибер јастучница са мерним пољима

Отисци су скенирани пре почетка трљања. Следило је трљање узорака помоћу “Testex TF411” уређаја за трљање, приказаног на слици број 2.



Сл. 2 – Уређај за трљање “Testex TF411”

Трљање сваког узорка се вршило по 3 пута, тако да су се вредности боје мериле након завршене сваке серије трљања. Једна серија трљања обухватала је 250 понављања. Осим што су мерене вредности након сваке серије трљања, отисци су такође и скенирани помоћу “Canon Scan 5600F” уређаја, како би се омогућила и визуелна процена посматрача. Други део експеримента обухвата мерење разлике у боји узорака на сваком од материјала појединачно, при чему су посматране промене боје на датом материјалу пре и после сваке од серије трљања. Тако постоје следећи односи разлике у боји, дато по примеру микрофибер материјала: Разлика у боји пре и после 250 трљања, разлика у боји пре и после 500 трљања и разлика у боји пре и после 750 трљања. У даљем раду следе резултати и дискусија мерења за микрофибер материјал.

3. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

У наставку су представљене вредности “СМЈК” и “RGB” мерних поља измерене у “CIE LabCh” систему боја, на микрофибер материјалу, односно разлика између боја пре трљања и након сваке од серија трљања.

Табеле од 1 до 7 приказују како се “CIE Lab” вредности одштампаних узорака мењају под утицајем трљања, док графици од 1 до 7 приказују те промене разлике у боји.

Табела 1 – Вредности за цијан на микрофибер јастучници

Цијан				
	пре трљања	250 трљања	500 трљања	750 трљања
L	68,94	68,64	68,67	68,44
a	-11,19	-11,00	-10,90	-10,47
b	-30,56	-30,59	-30,35	-31,34
C	32,54	32,51	32,26	33,05
h	249,89	250,21	250,24	251,53

За вредности цијана на микрофибер материјалу, може се закључити да вредности светлине нису значајно одступале од референтних. Трљање цијан узорка је имало за резултат да боја постаје нешто црвенија и плавља. Засићеност (C) је након последњег трљања достигла већу вредност него што је то био случај пре почетка трљања.

Табела 2 – Вредности за магенту на микрофибер јастучници

Магента				
	пре трљања	250 трљања	500 трљања	750 трљања
L	53,66	51,14	51,81	51,83
a	56,06	54,71	53,11	53,28
b	-3,02	-2,38	-2,68	-3,96
C	56,15	54,77	53,18	53,42
h	356,91	357,50	357,10	355,54

За вредности магенте на микрофибер материјалу, може се закључити да су вредности светлине (L) опале трљањем, те да је боја имала за резултат трљања промену нијанси ка зеленијим тоновима и нешто додатно плављим. Засићеност је постепено опадала трљањем, па је тако најнижа вредност овог параметра забележена након свих 750 трљања.

Табела 3 – Вредности за жуто на микрофибер јастучници

Жута				
	пре трљања	250 трљања	500 трљања	750 трљања
L	84,60	84,16	84,26	84,39
a	-3,56	-3,35	-3,30	-3,22
b	58,79	57,63	57,24	55,87
C	58,90	57,72	57,34	55,96
h	93,46	93,32	93,29	93,29

За вредности жуте на микрофибер материјалу, може се закључити да вредности светлине (L) нису бележиле значајнијих одступања. Боја је карактеристично другим измереним вредностима трљањем постајала плавља и смањивала интензитет засићености.

Табела 4 – Вредности за црну на микрофибер јастучници

Црна				
	пре трљања	250 трљања	500 трљања	750 трљања
L	28,13	29,37	30,24	29,38
a	4,54	3,69	3,70	4,58
b	-6,03	-6,72	-6,57	-9,46
C	7,56	7,67	7,54	10,52
h	307,03	298,79	299,41	295,95

За вредности црне на микрофибер материјалу, може се закључити да су вредности светлине расле трљањем, али је највиша вредност светлине забележена након 500 трљања. Боја је постајала трљањем све плавља, и поновно је засићеност код црног узорка имала за резултат највећу вредност након последње серије трљања

Табела 5 – Вредности за црвену на микрофибер материјалу

Црвена				
	пре трљања	250 трљања	500 трљања	750 трљања
L	52,04	53,23	53,70	54,55
a	70,73	68,03	66,92	65,56
b	11,71	10,51	10,18	8,07
C	71,69	68,84	67,69	66,06
h	9,39	8,77	8,63	31,14

За вредности црвене на микрофибер материјалу, може се закључити да су вредности светлине (L) постепено расле након сваке серије трљања, као и то да је боја бележила промену нијансе ка зеленијим и плављим тоновима. Засићеност је очекивано опадала сваком

серијом трљања и најнижу вредност достигла управо након последње серије трљања.

Табела 6 – Вредности за зелену на микрофибер материјалу

Зелена				
	пре трљања	250 трљања	500 трљања	750 трљања
L	67,34	67,42	67,28	67,27
a	-21,53	-20,72	-20,78	-20,51
b	31,45	29,75	29,59	27,09
c	38,12	36,25	36,16	33,98
h	124,40	124,86	125,08	127,13

За вредности зелене на микрофибер материјалу, може се закључити да вредности светлине (L) нису забележиле значајна одступања, боја је благо тежила ка црвенијим и плављим нијансама, док је засићеност очекивано, опадала сваком серијом трљања и најнижу измерену вредност забележила након последње серије трљања.

Табела 7 – Вредности за плаву на микрофибер материјалу

Плава				
	пре трљања	250 трљања	500 трљања	750 трљања
L	40,95	42,51	42,81	42,02
a	0,92	0,05	-0,16	1,30
b	-35,95	-34,60	-34,21	-37,37
c	35,96	34,60	34,21	37,40
h	271,46	270,08	269,72	271,99

За вредности плаве на микрофибер материјалу, може се закључити да су вредности светлине (L) расле сваким трљањем, али је највећа вредност забележена након 500 трљања, као што је било у неким од претходних примера. Интересантно код плавог узорака јесте промена боје по “a” параметру, где се види да је боја мењала нијансе ка зеленој, потом након 3. серије трљања нагло променила правац ка црвенијој нијанси. Пратећи параметар “b” трљање је довело до тога да боја постане нешто плавља. Вредности засићености (C) су падале током прве две серије трљања, а затим нагло забележиле раст и имале већу вредност од референтне након последњих 250 трљања.

Како би се промене у боји јасније училе, следе објашњења уз графике од 1 до 7 за сваку од боја на микрофибер материјалу.

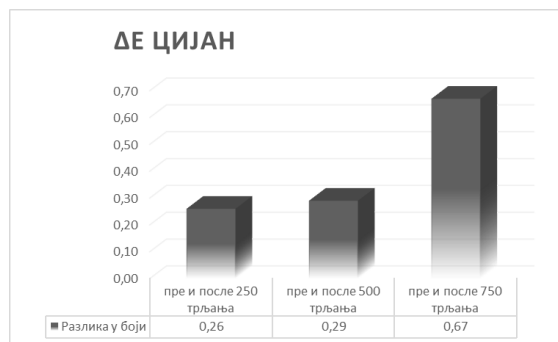


График 1 – Разлика у боји за цијан на микрофибер материјалу

Мерењем разлике у боји за узорак цијана на микрофибер јастучници може се закључити да је разлика у боји постепено расла након сваке серије трљања и да је највећа разлика детектована пре и

после 750 трљања, међутим, недовољно да би и увежбано око могло да примети.



График 2 – Разлика у боји за магенту на микрофибер материјалу

Мерењем разлике у боји за узорак магенте на микрофибер јастучници највећа разлика у боји запажена је након прве серије трљања, са оценом да је разлика видљива и неувежбаном оку. Следеће две серије трљања бележиле су ниже вредности, али исту оценом, те би и у том случају неискусно око могло да примети разлику.

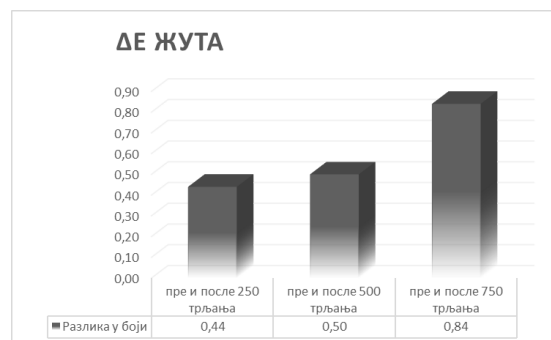


График 3 – Разлика у боји за жуту на микрофибер материјалу

Мерењем разлике у боји за узорак жуте боје на микрофибер јастучници може се закључити да је разлика у боји постепено расла након сваке серије трљања и да је највећа разлика детектована пре и после 750 трљања, међутим, недовољно да би и увежбано око могло да примети.

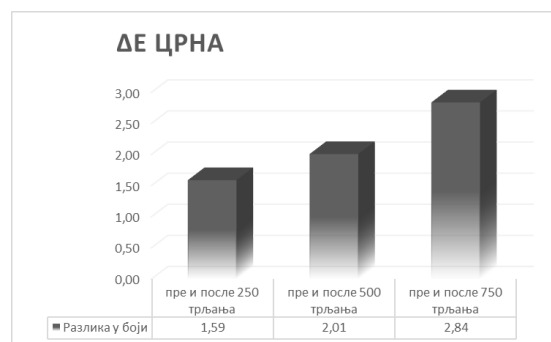


График 4 – Разлика у боји за црну на микрофибер материјалу

Мерењем разлике у боји за узорак црне боје на микрофибер јастучници може се закључити да је разлика у боји постепено расла након сваке серије трљања и да је највећа разлика детектована пре и после 750 трљања, па је тако закључак да у овом случају и неискусно око може да примети разлику.



График 5 – Разлика у боји за црвену на микрофибер материјалу

Мерењем разлике у боји за узорак црвене боје на микрофибер јастучници може се закључити да је разлика у боји постепено расла након сваке серије трљања и да је највећа разлика детектована такође пре и после 750 трљања. Вредности са прва два графика указују на то да разлику у боји може приметити само увежбано око, док се након последњих 250 трљања разлика може приметити и од стране неувежбаног ока.



График 6 – Разлика у боји за зелену на микрофибер материјалу

Мерењем разлике у боји за узорак зелене боје на микрофибер јастучници може се закључити да је разлика у боји постепено расла након сваке серије трљања, с тим да у прва два случаја разлика није била видљива. Након последње серије трљања долази до наглије промене вредности, што је и највећа разлика у боји и видљива је само увежбаном оку.



График 7 – Разлика у боји за плаву на микрофибер материјалу

Мерењем разлике у боји за узорак зелене боје на микрофибер јастучници може се закључити да је највећа разлика у боји забележена пре и после 500 трљања што значи да је приметно само увежбаном оку. Интересантан податак јесте да однос пре и после 250 трљања има већу измерену разлику у боји него однос пре и након свих 750 трљања.

4. ЗАКЉУЧАК

Развојем технологија расту и технике и могућности штампе, али је у сваком тренутку важно вршити контролу отисака. У овом раду вршена је контрола отисака за памучни, полиестерски и микрофибер материјал. Праћено је понашање боје и материјала излагањем физичким силама трљања. Сублимација се као штампа показала поузданом за добијање постојаног отиска, чак и када се пренесени отисци изложе физичким силама трења.

Ни у једном случају није забележен нестанак боје са подлоге, што се може оправдати употребом термалне пресе која под високом температуром уз притисак и одређено време запече отисак на материјал.

Закључак рада јесте да се контролом постиже не само сигурност и квалитет током рада, већ и податак више - богатимо се информацијама о стању, квалитету, понашању боје и још пуно више информација.

Веома је важно пратити квалитете отисака, материјала и њихову међусобну интеракцију. Скуп ових информација даје нам гарант да познајемо наш рад и да током штампе неће бити ситуација које не можемо да решимо.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Grid (2018), Nastavni materijal za studente iz digitalne štampe [Online] Доступно на: <http://www.grid.uns.ac.rs/predmet2.html?predmet=92>
- [2] Znacenje reci (2018), Sublimacija [Online] Доступно на: <https://www.znacenjereci.com/sta-je-sublimacija/>
- [3] Novaković D., Karlović I., Pavlović Ž., Pešterac Č. (2009), Reprodukciona tehnika – priručnik za vežbe, FTN izdavaštvo, Novi Sad.

Адреса за контакт:

MSc Јован Ћулибрк, culibrk.j@gmail.com

Др Немања Кашиковић, knemanja@uns.ac.rs

MSc Растко Милошевић, rastko.m@uns.ac.rs

**ISPITIVANJE POSTOJANOSTI NA PRANJE OTISAKA ODŠTAMPANIH
SUBLIMACIONOM ŠTAMPOM****RESISTANCE TESTING FOR WASHABLE PRINTS PRINTED WITH SUBLIMATION
PRINTING**

Željana Bijelić, Nemanja Kašiković, Rastko Milošević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – U okviru rada predstavljena su istraživanja iz oblasti digitalne štampe. Štampanje je vršeno na 3 različite podloge za štampu. Otisak je štampan na transfer papir pomoću “Ricoh SG 3110 DNw” sublimacionog štampača, dok se prenos otiska sa transfer papira na podlogu za štampu vršio pomoću termo prese “Hobby Cut”. Istraživanja su zasnovana na skeniranju uzoraka, merenju spektrofotometrijskih vrednosti, pranju uzoraka, a zatim analizi dobijenih rezultata na osnovu kojih je ustanovljena otpornost otiska na pranje u zavisnosti od podloge. U radu je vršena i vizuelna analiza uzoraka.

Ključne reči: ink jet štampa, sublimaciona štampa, analiza otisaka, kontrola kvaliteta uzoraka.

Abstract – The research has been presented in the field of digital printing. Printing was done on 3 different printing media. The color proof has been printed on transfer paper by Ricoh SG 3110 DNw sublimation printer, while the transfer of the printed proof from transfer paper to the print media was done using a Hobby Cut thermal press. The research is based on sample scanning, measurement of spectrophotometric values, washing of samples, and finally the analysis of the obtained results which shows the resistance of the print to washing, depending on the substrate. Furthermore, the thesis also included a visual analysis of the samples.

Keywords: ink jet printing, sublimation printing, analysis of prints, quality control of samples.

1. UVOD

Ink Jet tehnika spada u digitalnu štampu i predstavlja noviju oblast štamparskih tehnologija i spada u najčešće primenjenu Non Impact tehniku štampe. Oslikavanje kod Ink Jet postupka vrši se direktno na materijal za štampu. To znači da se podaci digitalno opisanog radnog naloga za štampu direktno prenose u upravljački sistem jedinice oslikavanja [1].

Sublimaciona tehnika štampe spada u digitalnu štampu i definiše se kao prelazak supstance iz čvrstog u gasovito agregatno stanje bez tečnog međustanja i u fizici jeste jedan od faznih prelaza.

Navedena tehnika omogućava primenu sublimacionih boja za različite materijale, uz korišćenje toplotne prese koja pruža zahtevanu kombinaciju: toplote, vreme grejanja (pečenja) i pritiska (ili vakuuma u slučaju različite tehnologije izrade). Ova kombinacija uzrokuje bojama da pređu sa papira iz čvrstog u gasovito agregatno stanje, omogućavajući im da prođu unutar površine nakon čega se formira trajna slika. Boje prodiru u materijal davajući dugotrajn rezultat, visoko obojenje i otpornost na grebanje i pranje [2].

Cilj ovog rada jeste ispitivanje kvaliteta otisaka dobijenih sublimacionom tehnikom štampe nakon pranja uzoraka. Uzorci su tri različite vrste materijala: pamučna majica, sintetička majica, jastučnica od mikrofiber materijala. Zbog ograničenja prostora u nastavku će biti prikazane vrednosti dobijene za pamučnu majicu.

2. METOD IZVOĐENJA EKSPERIMENTA

Na početku eksperimentalnog dela na pomenutim uzorcima odštampana su RGB i CMYK polja veličine 12 x 4 cm. Otisak je štampan na transfer papir pomoću “Ricoh SG 3110 DNw” sublimacionog štampača, dok se prenos otiska sa transfer papira na podlogu za štampu vršio pomoću termo prese “Hobby Cut”. Uzorci su prvo skenirani pomoću Canon Scan 5600 f skenera, a zatim su vrednosti LabCh merene pomoću Hp 200 spektrofotometra na svakom od odštampanih polja. Isti postupak je ponovljen nakon prvog, drugog i trećeg pranja.

Pranje je vršeno mašinski, pomoću dodatka pranju (deterdženta) na temperaturi koja odgovara svakom pomenutom uzorku, a to je temperatura 40 °C.

Nakon toga, komentarisane su sve dobijene vrednosti pre i posle pranja. Bitno je utvrditi razliku stanja materijala i otiska pre pranja i nakon svakog sledećeg pranja, kao i faktore koji utiču na promene. Promene su utvrđene objektivnom (pomoću mernog uređaja) i subjektivnom metodom (vizuelnom procenom).



Slika 1. Prikaz majice sa odštampanim otiskom

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Nemanja Kašiković, van. prof.

Na slici 2 prikazan je izgled uređaja za merenje LabCh vrednosti.



Slika 2. Prikaz Hp 200 spektrofotometra

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Kao što je rečeno, svaki materijal je izložen dejstvu tri ciklusa pranja. U nastavku će biti prikazane dobijene vrednosti LabCh kao i razlika boje pre pranja i nakon svakog sledećeg pranja za pamučnu majicu. U pitanju su vrednosti dobijene pomoću pomenutog uređaja prikazanog na slici 2.

U tabelama 1 do 7 prikazane su vrednosti i promene dobijene pre pranja i nakon svakog sledećeg pranja.

Tabela 1 – Vrednosti za cijan na pamučnoj majici

Cijan				
	pre pranja	1 pranje	2 pranje	3 pranje
L	61,46	62,64	63,37	63,85
a	-10,42	-9,40	-10,23	-9,96
b	-32,26	-36,48	-33,33	-34,34
C	33,91	37,67	34,87	35,76
h	252,09	255,55	252,94	253,82

Za vrednosti cijana odštampanog na pamučnoj majici može se zaključiti da su izmerene vrednosti svetline približne, za nijansu veća svetlina zabeležena je nakon trećeg pranja.

Otisak je nakon prvog pranja blago plaviji i zasićeniji.

Tabela 2 – Vrednosti za magentu na pamučnoj majici

Magenta				
	pre pranja	1 pranje	2 pranje	3 pranje
L	46,15	46,28	46,01	46,45
a	56,11	55,34	55,63	55,02
b	4,96	3,00	4,14	2,84
C	56,33	55,42	55,65	55,10
h	5,05	3,11	4,26	2,95

Za vrednosti magente odštampene na pamučnoj majici može se zaključiti da je svetlina (L) identična pre pranja i nakon tri pranja. Kod parametra "b", vidi se mala razlika pre pranja i nakon tri pranja gde je ton boje postao plaviji. Zasićenost boje je konstantna pre pranja i nakon tri pranja.

Konkretno kod magente na pamučnoj majici nije došlo do velikih i značajnijih promena kada su dobijene vrednosti u pitanju.

Za vrednosti žute, može se primetiti da je svetlina (L) poprilično ujednačena, zaključujemo da je takva situacija kod svake boje koja je odštampana na pamučnoj majici. Razlog može biti i kvalitet prirodnog materijala koji lako

upija i lako otpušta vlažnost. Pamučna majica nakon tri pranja kod žute boje pokazuje pri parametrima "a" i "b" da je boja plavija i zelenija.

Tabela 3 – Vrednosti za žutu na pamučnoj majici

Žuta				
	pre pranja	1 pranje	2 pranje	3 pranje
L	82,58	81,80	80,89	81,21
a	-0,53	-2,06	-2,47	-2,31
b	59,69	54,13	52,14	51,93
C	59,71	54,17	52,20	51,98
h	91,52	92,17	92,71	92,54

Tabela 4 – Vrednosti za crnu na pamučnoj majici

Crna				
	pre pranja	1 pranje	2 pranje	3 pranje
L	27,96	28,90	29,10	29,28
a	2,42	2,92	3,24	2,80
b	-2,80	-4,97	-3,87	-3,56
C	3,70	5,77	5,05	4,53
h	310,87	300,48	309,83	308,13

Za vrednosti crne boje zaključujemo da su približne i da nije došlo do promene na materijalu nakon tri pranja. Objektivna metoda najmerodavnije ukazuje na sve promene koje se dešavaju na materijalu. Boja je za nijansu zasićenija (C) nakon prvog pranja i primećuje se da je za nijansu plavija nakon prvog pranja. Međutim, pomenuta razlika ne spada u razliku koju je moguće primetiti golim okom, već isključivo pomoću mernog uređaja pomoću kog je i vršeno merenje.

Tabela 5 – Vrednosti za crvenu na pamučnoj majici

Crvena				
	pre pranja	1 pranje	2 pranje	3 pranje
L	49,05	48,79	48,27	48,74
a	72,12	69,97	69,74	69,32
b	14,88	12,34	12,75	12,61
C	73,64	71,05	70,90	70,47
h	11,66	9,99	10,35	10,30

Za vrednosti crvene boje svetlina (L) ima približno slične vrednosti. Parametar "a" je nižih vrednosti nakon trećeg pranja i to znači da je boja za nijansu zelenija. Parametar "b" je takođe, nakon trećeg pranja niži nego pre pranja i to znači da je boja plavija nego pre pranja.

Tabela 6 – Vrednosti za zelenu na pamučnoj majici

Zelena				
	pre pranja	1 pranje	2 pranje	3 pranje
L	59,89	60,92	61,26	61,59
a	-20,75	-20,50	-19,96	-19,86
b	26,12	22,65	22,34	21,60
C	33,37	30,56	29,96	29,35
h	128,46	132,17	131,77	132,61

Za vrednosti zelene boje na pamučnoj majici zapaža se jedina dominantnija razlika kod parametra "b", gde je boja nakon tri pranja postala plavija. Najveća zasićenost (C) beleži se kod merenja pre pranja, a najmanja nakon tri pranja. Ostali parametri ne pokazuju bitne razlike pre pranja i nakon tri pranja materijala.

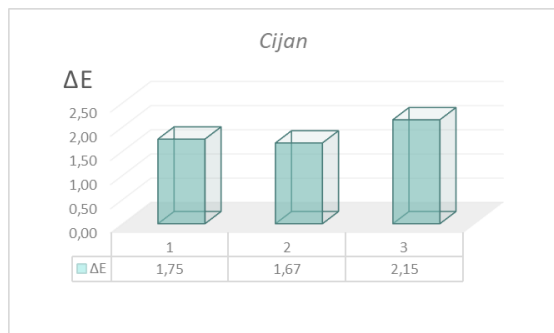
Za vrednosti plave boje, parametar "L" pokazuje najmanju svetlinu pre pranja materijala, dok nakon pranja materijala svetlina se blago povećava. Parametar "a" je

nešto veći nakon trećeg pranja i to ukazuje na promenu boje ka crvenijim tonovima. Parametar "b" ukazuje na to da je za nijansu plavija boja nakon trećeg pranja.

Tabela 7 – Vrednosti za plavu na pamučnoj majici

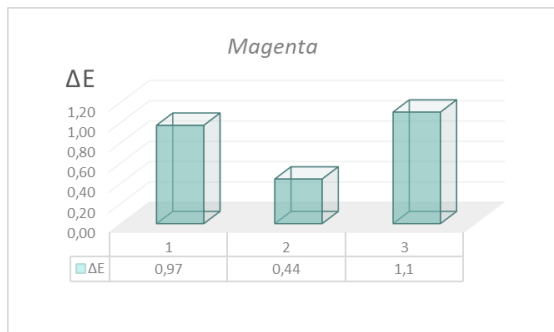
Plava				
	pre pranja	1 pranje	2 pranje	3 pranje
L	32,65	35,12	35,02	35,64
a	2,50	3,22	4,04	4,35
b	-23,25	-26,60	-25,94	-25,93
C	23,39	26,80	26,25	26,30
h	276,11	276,95	278,84	279,50

Kako bi se jasnije videla razlika u boji pre pranja i nakon svakog pranja, u nastavku su dati grafici (1 do 7).



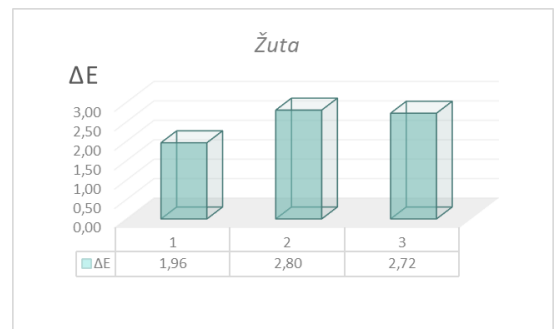
Grafik 1 - Razlika u boji za cijan na pamučnoj majici

Merenjem razlike u boji za cijan odštampan na pamučnoj majici primećuje se mala razlika pri poređenju stanja materijala pre pranja i nakon prvog i drugog pranja. Dok, pri poređenju materijala pre pranja i nakon trećeg pranja dobija se najveći rezultat čija vrednost spada u grupu srednjih razlika koju može primetiti neuvežbano oko.



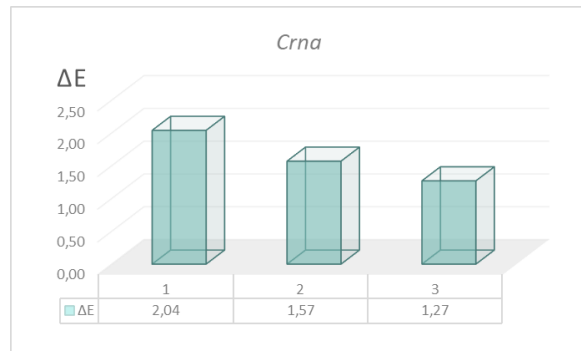
Grafik 2 - Razlika u boji za magentu na pamučnoj majici

Najveća razlika u boji dobijena je pri poređenju materijala pre pranja i nakon trećeg pranja. To je skoro pa neprimetna razlika golim okom. Druge dve dobijene vrednosti spadaju u niske vrednosti i kao razlika boje nisu primetne subjektivnom metodom ocene.



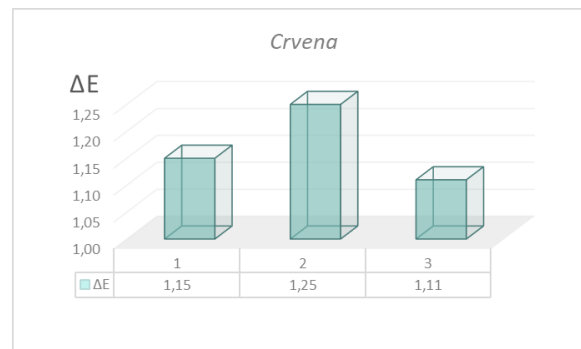
Grafik 3 - Razlika u boji za žutu na pamučnoj majici

Do sada najveće vrednosti razlike u boji prikazane su na grafiku 3. Najmanja razlika zabeležena je nakon prvog pranja, dok je nakon drugog pranja i nakon trećeg pranja razlika u boji porasla. Prikazane razlike spadaju u grupu srednjih razlika, koje može primetiti neuvežbano oko. Ovo je dobar primer u kom nam vrednosti ukazuju na to da pranje utiče na materijal i odštampane otiske, pored niza drugih faktora.



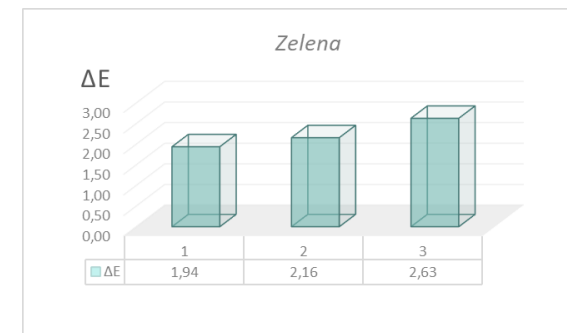
Grafik 4 - Razlika u boji za crnu na pamučnoj majici

Što se tiče crne boje, najveća razlika zabeležena je kod poređenja materijala pre pranja i nakon prvog pranja. Vrednost pre pranja spada u grupu razlika koju bi moglo da primeti i neuvežbano oko.



Grafik 5 - Razlika u boji za crvenu na pamučnoj majici

Na grafiku 5 prikazane vrednosti ukazuju na minimalne promene pri svakom sledećem pranju pamučne majice. Sve vrednosti spadaju u grupu veoma malih razlika i može ih primetiti samo iskusno oko.

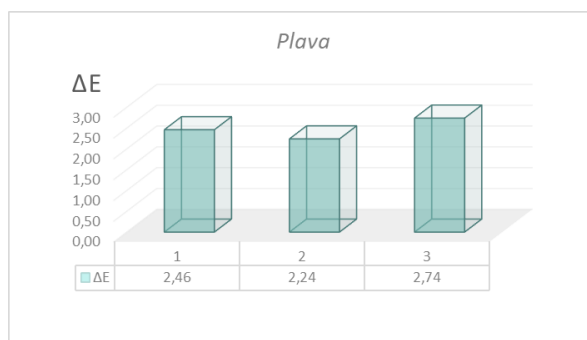


Grafik 6 - Razlika u boji za zelenu na pamučnoj majici

Najveća razlika zabeležena je pri poređenju materijala pre pranja i nakon trećeg pranja.

Data vrednost spada u grupu razlike boje koju može primetiti neuvežbano oko. To nam ukazuje na to da je pranje ove vrste materijala kada je u pitanju zelena boja uticalo na otisak.

Merenjem otiska plave boje pre pranja i nakon svakog sledećeg pranja dobijene su vrednosti koje jasno ukazuju na to da je došlo do promene boje koja može da se primeti i vizuelnom ocenom razlike u boji. Ovo je dobar primer otiska koji je prikazao promene na materijalu pri poređenju otisaka pre pranja i nakon pranja.



Grafik 7- Razlika u boji za plavu na pamučnoj majici

4. ZAKLJUČAK

Štampa je veoma kompleksan proces koji zahteva mnoštvo uslova, znanja, praćenja kontrole kvaliteta otisaka, pedantnost i pored toga zavisi od mnogo faktora. Kako bi radili sa sigurnošću, uvek je najbolje pridržavati se standardima. Postoje razni ISO standardi namenjeni različitim tehnikama štampe, međutim, brzina razvoja tehnologija ponekad ne omogućava momentalno usklađivanje standarda sa novim tehnikama štampe. Uprkos tome, uvek je moguće vršiti kontrolu otisaka prema nekom od referentnih vrednosti koje ocenimo kao prosečan ili optimalan dobijeni otisak.

Objektivna metoda je od svih najmerodavnija jer na najverodostojniji način prikazuje vrednosti. U ovom radu korišćen je spektrofotometar HP 200 sa kojim su se vrednosti beležile u CIELab i CIELCH prostoru boja. CMYK i RGB uzorci su štampani na tri različita materijala, odnosno na pamuku, sintetici i mikrofiber materijalu.

Svaki od korišćenih materijala ima različitu moć upijanja boje, koja se prilikom pranja u većoj ili manjoj meri skida sa tkanine. Tokom procesa pranja mehanički uticaj je, takođe, parametar koji utiče na krajnji utisak o odštampanom otisku.

Rezultati merenja su otkrili da prilikom ispiranja ne dolazi do velikih odstupanja boje sa podloge, te da se sublimaci-ona štampa pokazala kao dobra i za dugotrajniju upotrebu zbog dobijanja postojanog otiska. Upotreba stabilizatora na pamuku doprinela je dugotrajnijem i čvršćem otisku na pamučnim materijalima.

Ovakvom utisku nisu doprinela samo istraživanja objektivnom metodom – već i subjektivan način procene, kojim je poprilično teško uočiti velike promene. Svaki od 3 navedena materijala (sa CMYK i RGB poljima punog tona) se izlagao pranju po 3 puta, a vrednosti su se beležile pre i nakon svakog od pranja, pri čemu je merena i razlika u boji gde se uporedio odnos pre i nakon svakog od pranja.

Zaključak master rada jeste da je kontrola otisaka neophodna za dobijanje optimalnog otiska, pri čemu to nije sva beneficija. Veća beneficija se ogleda u dobijanju podataka kako treba postupati tokom štampe, kako izbeći nepredviđene okolnosti, te ono najvažnije: steći sigurnost tokom svakog rada u štamparskim procesima.

5. LITERATURA

- [1] Grid (2018), Nastavni materijal za studente iz tehnika štampe [Online] Dostupno na: <http://www.grid.uns.ac.rs/predmet2.html?predmet=66>
- [2] Mega Electronics (2018), sublimation system education [Online] Dostupno na: https://www.megaug.com/sublimation/sublimation_system_education.php

Adresa za kontakt:

MSc Željana Bijelić, zeljanabijelic@gmail.com

Dr Nemanja Kašiković, knemanja@uns.ac.rs

MSc Rastko Milošević, rastko.m@uns.ac.rs

OBLIKOVANJE TIPOGRAFSKOG PISMA CONSTANT SAVREMENIM SOFTVERSKIM ALATOM FONTFORGE**DESIGNING THE TYPEFACE CONSTANT USING CONTEMPORARY SOFTWARE FONTFORGE**

Nataša Vreća, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – Tema rada je digitalizacija latiničnog egiptijen pisma Constant u tri težine savremenim softverskim alatom FontForge. Pismo Constant je najpre digitalizovano uz pomoć programa Adobe Illustrator CC metodom iscrtavanja skeletnih linija. Rezultat rada se ogleda kroz tipografsko pismo Constant u OpenType formatu.

Ključne reči: Tipografija, digitalna tipografija, egiptijen, tipografska familija, slab serif, FontForge

Abstract – The paper discusses the digitalization of the egyptienne typeface Constant in three weights with the contemporary software FontForge. First off all typeface Constant has been digitalized using software Adobe Illustrator CC with the method of drawing skeletal lines. Result of the paper is reflected through typeface Constant in OpenType format.

Keywords: Typography, digital typography, egyptienne, type family, slab serif, FontForge

1. UVOD

Rad obuhvata postupak oblikovanja digitalnog egiptijen pisma u tri težine. Uobličeno je kompletno tipografsko pismo što podrazumeva latinični verzal i kurent, znakove interpunkcije i brojeve.

Rešavanje problematike rada ogleda se u detaljnom opisu procesa izrade tipografskog pisma i familije Constant. Proces izrade fonta izvršen je uz pomoć savremenih programskih alata Adobe Illustrator CC i FontForge. Pismo je najpre skenirano i iscrtane su skeletne linije unutar programa Adobe Illustrator. Skeletne linije su potom ubačene u program FontForge, gde je konturni font dalje definisan. Istražene su opcije koje nudi FontForge za oblikovanje drugih rezova, i na osnovu Regular reza su formirana preostala dva.

2. TIPOGRAFSKE FAMILIJE

Tipografska familija je grupa srodnih pisama, ujedinjenih skupom sličnih odlika dizajna. Svako pismo unutar familije je individua, i svako je nastalo menjanjem vizuelnih aspekata roditeljskog fonta [1]. Osim što dele slične karakteristike u pogledu dizajna, dele i isto ime.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Uroš Nedeljković, vanr. prof.

Rane tipografske familije su se satojale iz tri fonta: regularnog uspravnog, bold fonta i italika. Na primeru Baskerville familije se može videti da promena osnovnog fonta u debljini poteza kao rezultat ima bold verziju, dok promena u uglu poteza kao rezultat ima italik.



Slika 1. Baskerville familija (1750)

Bold font otvara nove tipografske mogućnosti i omogućava snažniji uticaj pri oblikovanju naslova. Danas se italik najčešće koristi za isticanje u tekstu. Osim promene u težini i uglu originalnog dizajna, dodatni članovi tipografske familije se oblikuju menjanjem proporcija ili daljim razrađivanjem dizajna, o čemu će biti više reči u nastavku.

2.1 Parametri za proširenje familije

Bilo koja varijacija u tipografskoj familiji može biti nazvana stilom. Kako bi se varijacije smatrale koherentnom grupom ili familijom, neophodno je da dele jednu ili više zajedničkih odlika.

Međutim, forma i funkcija ekstenzije se može manifestovati na više različitih načina i u različitoj meri. Pojam ostavlja dosta prostora za interpretaciju, u pogledu tipa ekstenzije i skale koja se tiče stepena te ekstenzije [2].

Postoji nekoliko parametara koji definišu tip varijacije:

1. Promene u težini
2. Promene u širini
3. Promene u uglu
4. Elaboracija

3. OBLIKOVANJE TIPOGRAFSKOG PISMA CONSTANT**3.1. Izrada skeletnih linija u Ilustratoru**

Nakon što su izrađene skice celog alfabeta, skenirane su i spremne za iscrtavanje skeletnih linija. Pre podešavanja radne površine u Ilustratoru najpre su izvršena podešavanja jedinica i mreže. Za određivanje formata radne površine, najpre je potrebno izmeriti visine

tipografskih znakova. Sledeći korak je bio pretvoriti ih u *point* jedinice, koje Illustrator koristi.

Potom je usledilo računanje dimenzija Em kvadrata, njegova visina se dobija sabiranjem uzlaznog i silaznog poteza. Visina uzlaznog poteza je jednaka visini verzala i iznosi 12.6 cm, visina silaznog poteza je 3.8 cm, što u zbiru daje vrednost od 16.4 cm. Širina formata radne površine novog dokumenta biće 2048 pt, da bi odgovarala Em kvadratu u programu FontForge tj. vrednosti od 2048 UPM. Formula koja se koristi za pretvaranje izmerenih vrednosti pisma u UPM jedinice je (1):

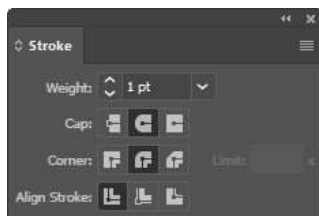
$$\left(\frac{\text{Visina (mm)}}{\text{Visina Em kvadrata (mm)}} \right) * (\text{UPM vrednost}) = \text{nova vrednost (UPM)} \quad (1)$$

Na osnovu formule (1) su pretvorene karakteristične visine fonta koje će biti potrebne u nastavku:

- Uzlazni potez: $(12.6 / 16.4) * 2048 = 1572$
- Visina verzala: $(12.6 / 16.4) * 2048 = 1572$
- Silazni potez: $(3.8 / 16.4) * 2048 = 476$
- x-visina: $(8.4 / 16.4) * 2048 = 1048$
- Overshoots (verzali): $(0.3 / 16.4) * 2048 = 36$
- Overshoots (kurent): $(0.2 / 16.4) * 2048 = 24$

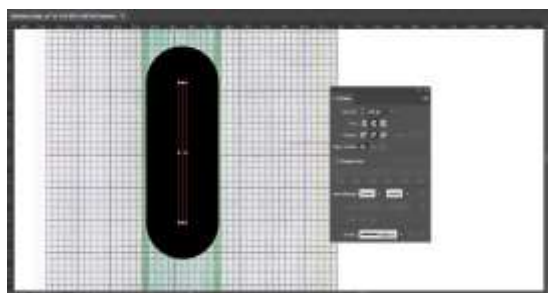
3.3. Definisanje osnovnog poteza

U podešeno radno okruženje postavljen je skenirani uzorak i skaliran na zadate dimenzije. Na taj način se mogu odrediti svi neophodni detalji u vezi sa iscrtavanjem skeletnih linija i može se definisati širina osnovnog poteza. Pošto je u pitanju egipcijan, razlika u debljini poteza je minimalna, te će se neophodne kompenzacije definisati naknadno u programu FontForge. Pismo ima blago zaokružljene završetke, te je stoga pri podešavanju *pen tool* alatke odabrana opcija *Round Cap*.



Slika 2. Podešavanje Pen tool alatke (*Rounded Cap*)

Na osnovu temeljnih poteza na skici, kao optimalna debljina osnovnog poteza verzala za Regular rez uzeta je vrednost od 140 pt, za mala slova 122 pt, dok je za brojeve uzeta vrednost od 135 pt.



Slika 3. Određivanje širine poteza velikih slova

Za svaki slovni znak i broj je napravljen novi lejer na kome se nalazi njegova skalirana skica i skeletna linija.

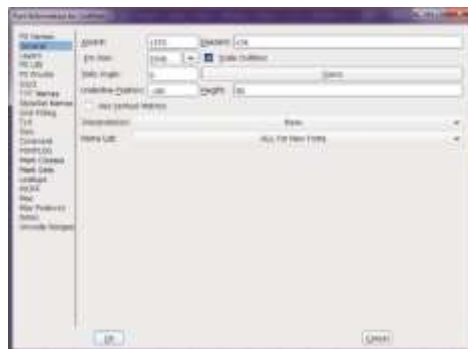
Svi znaci su iscrtani po istom principu sa alatkom *pen tool*. Nakon što su sve skeletne linije završene fajl je sačuvan kao .ai datoteka, dok je svaki glif sačuvan posebno kao SVG datoteka, koja je kasnije ubačena u program FontForge.

4. FONTFORGE

FontForge je besplatni (*open source*) softver, sa kojim korisnik ima istu količinu moći kao i programeri koji ga razvijaju. Svaki korisnik ima kopiju i pristup izvornom kodu i poseduje slobodu da ga modifikuje po svojim potrebama, stoga prilagodi program sebi. Program je dostupan svima i na taj način što je njegova instalacija potpuno besplatna, korisnici mogu ako žele da doniraju koliko su u mogućnosti, ali to nije obavezno.

4.1 Podešavanje radne površine

Pre procesa ubacivanja skeletnih linija iz Illustratora u FontForge, prvo je podešena radna površina kako bi se pravilno ubacile skeletne linije, bez promena dimenzija. Napravljen je novi fajl (*File > New*), sa karakterističnim visinama fonta i odgovarajućom UPM vrednošću.



Slika 4. Podešavanje novog dokumenta u programu FontForge

4.2 Ubacivanje skeletnih linija

Pre procesa ubacivanja skeletnih linija treba definisati prostor gde će se iste prebaciti. To se ostvaruje dvoklikom na željeni glif iz font prozora. Nakon dvoklika, otvara se glif prozor u kome se definiše njegov izgled. Zatim je neophodno aktivirati prozor *Import*, i kao željeni format iz padajućeg menija odabrati SVG datoteku (*File > Import...*).



Slika 5. Ubačen glif sa pomoćnim linijama

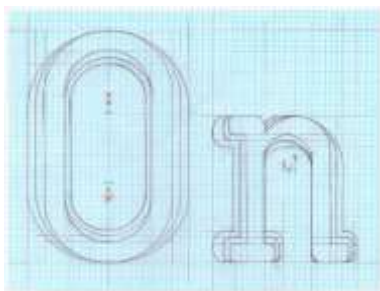
Za razliku od programa FontLab, gde se skeletne linije moraju expandovati, u programu FontForge se njihovim ubacivanjem u glif prozor već dobijaju konturne, gde su širine poteza iste kao one definisane prethodno u Illustratoru. Jedino što je potrebno jeste napraviti manje

korekcije i promeniti širinu poteza na mestima kao što su obli potezi slova.

Nakon što su svi slovni znakovi, brojevi i znakovi interpunkcije Regular reza završeni, urađena je validacija fonta, u kojoj FontForge proverava sve glifove, i javlja da li ima nekih grešaka. Najčešće greške su nepravilan smer, neispravna pozicija tačaka... Program nudi rešenje grešaka, koje korisnik može još i sam proveriti.

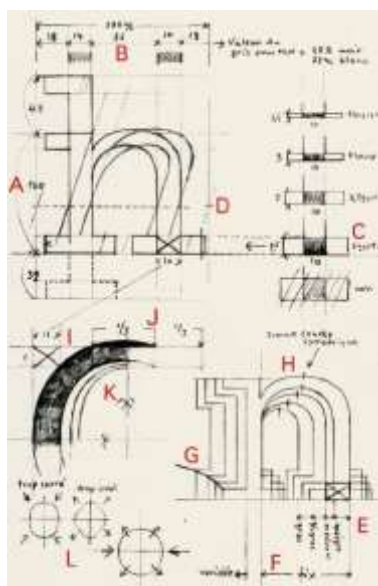
4.3 Definisanje drugih rezova

Pri definisanju debljine ostalih rezova, najpre su na osnovu teorijskih osnova, napravljene skice koje će biti smernice za dalji rad u programu FontForge. Skice su rađene po uzoru na Frutigerov rad na Serifu.



Slika 6. Skica planiranih preostalih rezova

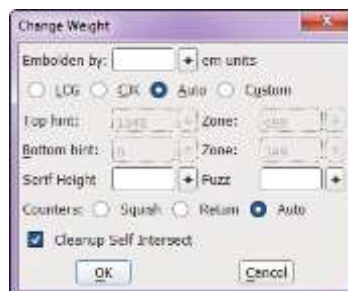
Adrijan Frutiger je napravio nekoliko skica na osnovu svojih zapažanja u dizajnu knjižnih pisama, 1963. i 1964. godine. Frutigerova zapažanja se tiču definisanja visine tipografskih znakova, proporcija silaznih i uzlaznih poteza, odnosa crno belih površina, debljine horizontalnih poteza i serifa, itd. Obzervacije u dizajnu egipćijena, koje su bile od najvećeg značaja za oblikovanje Constant tipografske familije su vezane za definisanje različitih stilova, odnosa debljine poteza i belina unutar slova, dužine serifa i konstrukciju krivine slova „n“ (koja obezbeđuje osnove za dizajn ostalih krivih u fontu).



Slika 7. Frutigerove skice Serife [3]

Program FontForge nudi mogućnost automatskog generisanja bold reza, koja je pri oblikovanju familije korisna opcija. Treba imati u vidu da se korišćenjem ove opcije proces oblikovanja bold reza ne završava, ali je

značajno olakšan postupak. Takođe, na ovaj način moguće je isprobati različite težine na brz način i odlučiti se za najpogodniju. Opcija se nalazi pod imenom *Change Weight (Element > Styles > Change Weight)* pri čemu se otvara novi prozor, gde se nude različiti parametri koji se mogu menjati, kako bi se dobili željeni rezultati.



Slika 8. Change Weight prozor

U otvorenom prozoru prvo se primećuje polje *Embolden By* u kojem se specifikuje koliko će se svaki potez proširiti. U slučaju da je ovaj broj negativan, potez će se smanjiti i rezultat će biti svetliji potez od originalnog. Ono što sledi jeste izbor metode koja će se primeniti. *CJK (Chinese/Japanese/Korean)* jednostavno samo proširi glif, bez obzira na osnovnu pismovnu liniju i liniju verzala i kurenta. *LCG (Latin/Cyrillic/Greek)* proširi glif, na način kojim ne dozvoljava glifu da pređe pomoćne linije, već da se proširi unutar prethodno definisanih granica, odnosno osnovne linije i x-visine/visine velikih slova. *Auto* opcija će sama odlučiti koju će od prethodne dve metode izabrati. *Custom* će u suštini primeniti *LCG* metodu, ali dozvoljava korisniku da sam definiše regione od interesa.



Slika 9. Različiti rezultati Change Weight opcije

Svaka tačka koja se nalazi iznad ili na *Top Hint* liniji biće pomerena dole, dok će svaka tačka koja se nalazi ispod *Bottom Hint* linije biti pomerena na gore. Ako se tačka nalazi na *Serif Height* liniji iznad *Bottom Hint* linije (ili na *Serif Height* liniji ispod *Top Hint* linije) ostaće na svojoj poziciji, što znači da se serifi neće proširiti na neodgovarajuću veličinu. Preostale tačke će biti interpolirane između tačaka koje menjaju svoju poziciju. Što se tiče unutrašnjih belina, odabirom opcije *Squish* beline će se proporcionalno smanjiti. Odabirom opcije *Retain* program će pokušati da sačuva unutrašnje beline takvim kakve jesu, a *Auto* opcija će primeniti prvu opciju *CJK* glifovima i drugu opciju *LCG* glifovima.

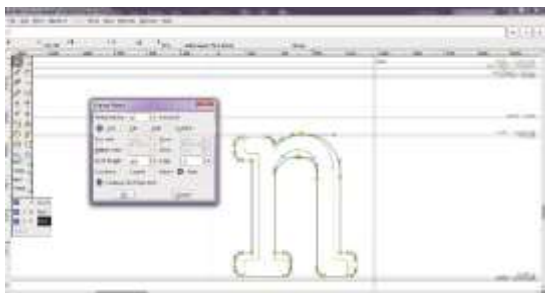
S obzirom da je Constant latinično pismo, izabrana je opcija *LCG*, jer glifovi ne bi smeli da prelaze definisane linije pisma. Za beline je ostavljena opcija *Auto*, jer će i *Auto* i *Retain* opcija imati iste rezultate. Početna tačka za preostala dva reza je bio Regular rez, koji je prvo

ekspandovan u Bold rez. Kao optimalni rezultat za Bold, po ugledu na nacrtanu skicu, određena je vrednost od 102 em jedinice za intenzitet proširenja poteza.



Slika 10. Slovo O Bold reza u poređenju sa Regular rezom i njegova podešavanja

Medium rez je poslednji napravljen, iz razloga što je u početku razmatrana mogućnost interpolacije između Regular i Bold reza. Opcija se može naći pod imenom *Interpolate Fonts* unutar *Element* menija. Premda, rezultati ove opcije nisu bili uspešni i odbačena je ta mogućnost. Iz tog razloga je postupak oblikovanja Medium reza bio identičan postupku oblikovanja Bold reza, samo sa drugačijim podešavanjima. Za *Embolden By...* polje je odabrana vrednost 52, jer je najviše odgovarala prethodno osmišljenom planu.



Slika 11. Slovo n Medium reza u poređenju sa Regular rezom i njegova podešavanja

4.4 Metrika i hintovanje

Pošto su konturne linije svih slovnih i drugih znakova oblikovane usledio je proces definisanja metrike. Opcije i komande za definisanje metrike mogu se naći u glif ili font prozoru (*Metrics > New Metric Window*), gde se zatim mogu odrediti vrednosti levog i desnog razmaka.



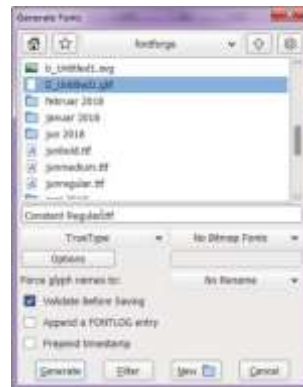
Slika 12. Izgled Metrics prozora

Hintovanje se odnosi na upotrebu matematičkih instrukcija za renderovanje vektorskih krivina fonta na način da one lepo nalegnu na mrežu piksela izlaznog uređaja (bilo da je ta mreža sastavljena od tačaka boje ili tonera na papiru, ili luminescentne tačke na

kompjuterskom ekranu) [4]. Za svaki rez je urađeno automatsko hintovanje sa opcijom *Auto Hint (Hints > Auto Hint)* unutar glif prozora.

4.5 Generisanje fonta

Nakon metrike i hintovanja, kao poslednji korak je ostao generisanje fonta. Pre samog generisanja, trebalo je prvo popuniti osnovne podatke fonta u prozoru *Font Info (Element > Font Info)*. Kartice koje su od najvećeg značaja su *PS Names* i *General*, s tim što je kartica *General* već popunjena na samom početku procesa.



Slika 13. Generisanje fonta

5. ZAKLJUČAK

Ishod master rada je tipografska familija Constant u tri reza. Constant pismo spada u grupu naslovnih pisama, kao i većina egipcijena. Može se koristiti za naslove ili kraće tekstove u elektronskim ili štampanim medijima. Pokazalo se da je FontForge pogodan kao program za oblikovanje tipografske familije, i može da parira popularnijem program FontLab. Opcija *Change Weight* je znatno uštedela vreme, koje bi bilo utrošeno na iscrtavanje kontura druga dva reza. Korišćenjem ove opcije i dalje se zahteva od korisnika da napravi neophodne korekcije. U zavisnosti od vrste pisma, bilo je moguće definisati metodu proširenja kontura.

6. LITERATURA

- [1] Carter, R., Meggs, P., Day, B., Maxa, S., Sanders, M. (2015) *Typographic Design: Form and Communication*. 6th Ed. New Jersey, John Wiley & Sons, Inc.
- [2] Beinert, W. (2016) *Schriftsippe*. Typolexikon.de. [Online] Dostupno na: <http://www.typolexikon.de/s/schriftsysteme.html> [Pristupljeno 28.08.2018]
- [3] Frutiger, A., Osterer, H., Stamm, P. (2014) *Adrian Frutiger – Typefaces. The Complete Works*. 2nd Ed. Basel, Birkhäuser.
- [4] Willis, N., Adams, V., Sorkin, E., Pagura, J., Martin, B., Skala, M., Brilliant, M. (2013) *The Final Output, Generating Font Files*. [Online] Dostupno na: http://designwithfontforge.com/en-US/The_Final_Output_Generating_Font_Files.html [Pristupljeno 17.09.2018]

KONTAKT PODACI AUTORA:

Nataša Vreća

e-mail: vrecanata@gmail.com

DEGRADACIONA EFIKASNOST HETEROGENOG FENTON PROCESA U TRETMANU MAGENTA FLEKSO GRAFIČKE BOJE**DEGRADATION EFFICIENCY OF HETEROGENEOUS FENTON PROCESS IN THE TREATMENT OF MAGENTA FLEXO PRINTING DYE**Maja Kurdulija, Vesna Kecić, Miljana Prica, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN**

Kratak sadržaj – Predmet istraživanja ovog master rada zahvata područje iz oblasti flekso štampe u cilju tretmana magenta flekso grafičke boje primenom Fenton procesa, kao i ispitivanje uticaja pojedinih parametara na efikasnost obezbojavanja. Fenton proces je vrlo efikasan u degradaciji različitih vrsta boja. Zasniva se na dodatku Fentonovog reagensa, koji je mešavina vodonik-peroksida i jona gvožđa i bazira se na generisanju hidroksil radikala. Kao katalizator Fenton procesa korišćene su čestice nano nula valentnog gvožđa. "Zelena" sinteza nanomaterijala je sprovedena korišćenjem opalog lišća sa drveta hrasta koje raste u Nacionalnom parku Fruška Gora. Ispitivanje efikasnosti obezbojavanja vodenog rastvora grafičke boje vršeno je serijom eksperimenata na aparaturi za JAR test.

Ključne reči: flekso štampa, magenta, Fenton proces, nano nula valentno gvožđe, definitive screening design

Abstract – The aim of the master thesis is based on the flexographic printing field with the purpose to investigate the efficiency of Fenton process for treatment of Magenta flexographic dye, as well as to investigate the impact of various process conditions. Fenton process is very efficient in the degradation of various kinds of dyes. It is based on the addition of Fenton reagent, a mixture of hydrogen peroxide and iron ions, with the generation of hydroxyl radicals. Particles of nano-zero valent iron were used were used as a catalyst in Fenton process. The "green" synthesis of nanomaterial was carried out using fallen leaves of oak tree that grew in Fruška Gora National Park. Decolorization efficiency of printing dye aqueous solution was performed by series of experiments on the JAR test apparatus.

Keywords: flexographic printing, Magenta, Fenton process, nano-zero valent iron, definitive screening design

1. UVOD

Rešenju problema ispuštanja otpadnih voda, zaštite vodotokova i podzemnih voda u Srbiji se, na žalost, ne posvećuje adekvatna pažnja, ali rešenje postoji. Obojene otpadne vode u štamparijama nastaju nakon pranja valjaka štamparske mašine i posuda za čuvanje boje, pri

čemu se nakon završenog procesa štampe ispuštaju u recipijent i na taj način zagađuju životnu sredinu u određenoj meri.

Fenton proces predstavlja jedan od najefikasnijih unapređenih procesa oksidacije koji se primenjuje za oksidaciju/koagulaciju voda koje imaju visok sadržaj površinskih aktivnih materija, kao i mnogih drugih teško degradabilnih jedinjenja. Sam proces se bazira na generisanju hidroksil radikala u reakciji između jona gvožđa i vodonik peroksida [1]. Efikasnost oksidacionog Fenton procesa zavisi od faktora kao što su temperatura, pH, koncentracija vodonik-peroksida i katalizatora i od redukcije Fe^{3+} do Fe^{2+} . Stoga je od suštinske važnosti prisustvo reakcionih intermedijera sposobnih da redukuju Fe^{3+} i regenerišu katalizator [2]. U nekim slučajevima zabeleženo je da povećanje koncentracije vodonik-peroksida nema proporcionalni efekat na degradaciju substrata ili rastvorenog organskog ugljenika [3]. Međutim, smatra se da bi veća koncentracija H_2O_2 prouzrokovala njegovu nepoželjnu dekompoziciju na hidroperoksil radikale ($\bullet OOH$) koji su znatno manje reaktivni od hidroksil radikala.

Jedna od prednosti Fenton procesa u odnosu na druge oksidacione tehnike je to što nije neophodna upotreba energije za aktiviranje vodonik-peroksida, zato što se reakcija odvija na atmosferskom pritisku i na sobnoj temperaturi. Veliku primenu katalizatora u Fenton procesu imaju i nanomaterijali, tj. čestice nano nula valentnog gvožđa (eng. *nano zero valent iron* – nZVI). Male veličine čestica i velike površine medijuma čine nanočesticu gvožđa visoko reaktivnom i veoma nepostojanom. U poslednje vreme sve se više primenjuje Fenton proces gde se degradacija boja vrši pomoću čestica nano nula valentnog gvožđa, jer su one jeftinije i bezbedne po životnu sredinu. Velika pažnja je usmerena ka sintezi nZVI iz prirodnih proizvoda, kao što je lišće biljaka, koji imaju veliki antioksidativni kapacitet [4].

Eksperiment je vršen u cilju ispitivanja mogućnosti obezbojavanja sintetičkog rastvora obojenog magenta flekso grafičkom bojom primenom heterogenog Fenton procesa, gde je kao izvor gvožđa korišćeno nano nula valentno gvožđe sintetisano iz ekstrakta lišća hrasta.

2. MATERIJALI I HEMIKA LIJE

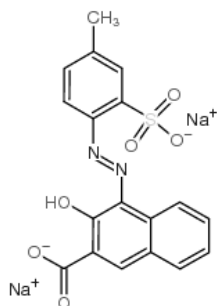
Uzorak otpadne vode generisane nakon štampanja magenta bojom uzet je iz flekso štamparije koja se nalazi u Novom Sadu. Obojena otpadna voda nastaje nakon pranja valjaka štamparske mašine i posuda za čuvanje

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Miljana Prica, vanr. prof.

boje, pri čemu se nakon završenog procesa štampe ista ispušta u recipijent i na taj način zagađuje životnu sredinu.

Za pripremu radnih rastvora željenih koncentracija korišćena je dejonizovana voda. Odabrana flekso grafička boja (C.I.: PR57:1, CAS broj: 5281-4-9, hemijska formula: $C_{18}H_{12}N_2O_6$, molarna masa: 352 g/mol, λ_{max} : 573 nm) spada u grupu azo boja i proizvedena je od strane Flint grupe. Strukturna formula magente je prikazana na slici 1.



Slika 1. Strukturna formula magenta boje

3. SINTEZA NANOMATERIJALA

Priprema sakupljenog lišća za postupak ekstrakcije se odvijala u nekoliko faza. Prva faza podrazumevala je mlevenje lišća u kuhinjskom blenderu, koje je potom prosejano kroz sito dimenzija pora 2 mm, nakon čega je materijal veličine manje od 2 mm sušen tokom 48 sati u sušnici na temperaturi od 50 °C. Ovako pripremljeno lišće je korišćeno dalje za ekstrakciju nano nula valentnog gvožđa prema proceduri Machado i sar [5].

4. EKSPERIMENT

4.1. Efikasnost obezbojavanja

Ispitivanje efikasnosti obezbojavanja vodenog rastvora grafičke boje vršeno je serijom eksperimenata na aparaturi za JAR test (FC6S Velp scientific, Italija). Sva spektrofotometrijska merenja, uključujući određivanje apsorpcionih maksimuma (λ_{max}) za ispitivanu boju kao i

praćenje promene apsorbancije tokom eksperimenata, vršeno je korišćenjem UV-VIS spektrofotometra UV-1800 PG Instruments Ltd T80+ UV/VIS, model: UV 1800 (Shimadzu, Japan). Merenje pH vredosti izvršeno je pomoću AD110 Adwa instrumenta. Efikasnost obezbojavanja izračunata je prema jednačini (1):

$$E (\%) = A_0 - A_t / A_0 * 100 \quad (1)$$

gde je: A_0 – početna apsorbancija obojenog vodenog rastvora boje ili efluenta; A_t – apsorbancija vodenog rastvora uzorka nakon sprovedenog Fenton procesa.

4.2. Definitive screening design

Moćan alat za karakterizaciju sistema pod različitim eksperimentalnim uslovima podrazumeva integraciju jednostavnih i robusnih statističkih metoda u okviru primenjene metodologije, a sa ciljem dobijanja statistički značajnih zaključaka. U skladu s tim, nova generacija eksperimentalnog dizajna, *definitive screening design* (DSD) uvedena je 2011. godine od strane Jones i Nachtsheim [6]. U ovom radu DSD analiza je korišćena kako bi se ispitao uticaj četiri procesna parametra: početne koncentracije boje (20 – 180 mg/l), koncentracije gvožđa kao katalizatora u Fenton procesu (0,75 – 60 mg/l), pH vrednosti (2 – 10) i koncentracije vodonik peroksida (1 – 11 mM).

5. REZULTATI I DISKUSIJA

5.1. Evaluacija modela

U cilju karakterizacije sistema pod uticajem različitih procesnih uslova: koncentracije boje, koncentracije nZVI, pH vrednosti i koncentracije vodonik peroksida na efikasnost obezbojavanja vodenog rastvora magenta flekso grafičke boje sprovedeno je 14 eksperimenata, a rezultati su prikazani u tabeli 1. Dobijeni rezultati ukazuju da je postignut širok opseg efikasnosti obezbojavanja od 8,78 – 92,79%. Na ovaj način je potvrđena pretpostavka da sam proces uklanjanja boje u velikoj meri zavisi od primenjenih eksperimentalnih uslova, odnosno da pojedinačni parametri u određenoj meri doprinose efikasnosti Fenton procesa.

Tabela 1. Efikasnost obezbojavanja pri različitim eksperimentalnim uslovima

Proba	Koncentracija boje [mg/l]	Koncentracija gvožđa [mg/l]	Koncentracija H_2O_2 [mM]	pH	Efikasnost Fenton procesa [%]
1	20	0,75	11	6	9,35
2	180	0,75	6	2	83,94
3	20	30,375	11	2	92,79
4	100	30,375	6	6	22,92
5	100	0,75	1	2	15,23
6	180	0,75	11	10	83,89
7	20	60	6	10	55,53
8	20	0,75	1	10	89,19
9	100	60	11	10	45,73
10	180	60	11	2	31,13
11	180	30,375	1	10	90,07
12	20	60	1	2	72,76
13	180	60	1	6	17,24
14	20	0,75	11	6	8,78

Kako bi izveli regresioni model koji najbolje fituje dobijene rezultate, primenjena je regresiona analiza. Regresioni model obuhvata glavne faktore, njihove kvadratne vrednosti i dvofaktorske interakcije. Pored standardnih kriterijuma selekcije odgovarajućeg modela, dodatni tehnološki kriterijum bio je da modeli moraju da sadrže faktor koncentracije boje, ali i sve ostale ispitivane ulazne parametre, što je sa inženjerske tačke gledišta izuzetno bitno u ovom problemu. Sumarni prikaz modela prikazan je u tabelama 2.

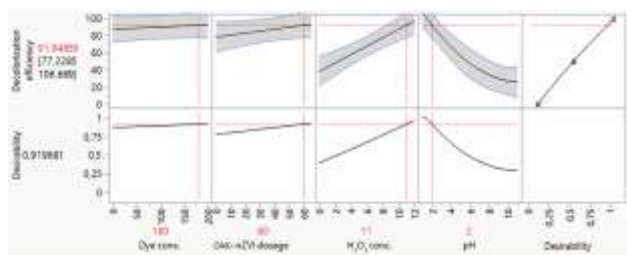
Tabela 2. Sumarni prikaz modela

Deskriptivni faktor	Vrednost
R^2	0,984
R^2 Adjusted	0,942
RMSE	5,612

Iz sumarnog prikaza modela mogu se uočiti visoke vrednosti koeficijenta determinacije ($R^2 = 0,984$), prilagođenog koeficijenta determinacije (R^2 adjusted = 0,942) i vrlo mala razlika između ova dva koeficijenta, što ukazuje na odsustvo prevelikog prilagođavanja modela podacima.

5.2. Optimizacija Fenton procesa

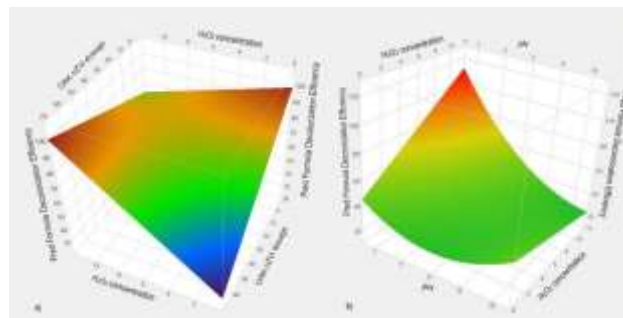
Optimizacija procesnih uslova izvršena je u okviru granica testiranih varijabli: $20 \leq x_1 \leq 180$, $0,75 \leq x_2 \leq 60$, $1 \leq x_3 \leq 11$, $2 \leq x_4 \leq 10$. Profil za predikciju sa optimalnim vrednostima je prikazan na slici 2.



Slika 2. Optimalni uslovi Fenton procesa

Na osnovu dobijenih rezultata ustanovljeni su sledeći optimalni uslovi: koncentracija boje 180 mg/l, koncentracija nZVI 60 mg/l, koncentracija vodonik peroksida 11 mM i pH vrednost 2, pri čemu statistički model predlaže efikasnost procesa od 91,94%. Dobijeni rezultati ukazuju na to da se efikasnost procesa dekolorizacije značajno povećava sa smanjenjem pH vrednosti i povećanjem koncentracije vodonik peroksida. Sa dijagrama odzivne površine (slika 3a) zaključuje se da se maksimalna efikasnost dekolorizacije postiže prilikom povećanja doze nZVI od 0,75 do 60 mg/l, dok se H₂O₂ drži na visokom nivou (11 mM). Ovaj fenomen se može pripisati činjenici da je degradacija organskih zagađujućih materija tokom heterogenog Fenton procesa uzrokovana reakcijom organskih molekula sa •OH radikalima nastalim degradacijom vodonik peroksida. Efikasnost Fenton procesa će se povećati sa većom koncentracijom katalizatora gvožđa, koja u ovom slučaju potiče od nZVI, ali i sa visokom koncentracijom H₂O₂, što dovodi do veće proizvodnje •OH radikala i brže degradacije boje [7]. Uzimajući u obzir drugu značajnu interakciju (slika 3b), visok nivo koncentracije H₂O₂ pokazuje ne samo najistaknutiji efekat na uticaj pH, već takođe omogućava

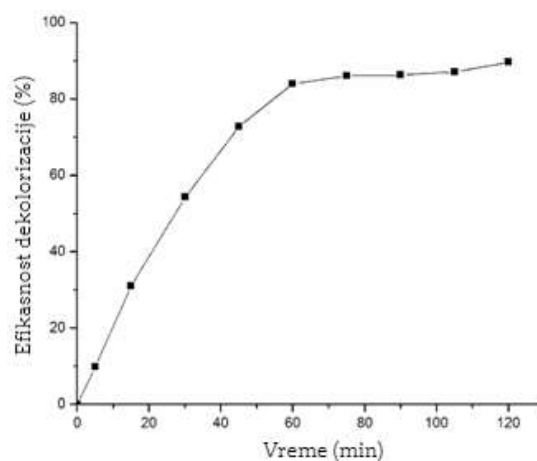
optimalnu efikasnost uklanjanja boje. Ovaj zaključak je u saglasnosti sa prethodnim istraživanjima, koji takođe tvrde da je pH vrednost jedan od ključnih faktora koji utiču na efikasnost uklanjanja boje Fenton procesom. Za pH vrednosti veće od 5, efektivnost Fenton procesa je smanjena, što se može objasniti precipitacijom Fe³⁺ u obliku hidroksida gvožđa. Zbog toga je favorizovana pH vrednost 2-3, što dovodi do optimalne brzine stvaranja slobodnih radikala.



Slika 3. Dijagram odzivne površine statistički značajnih dvofaktorskih interakcija

5.3. Tretman realnog efluenta

Realan efluent generisan nakon procesa štampe, obojen magenta bojom je podvrgnut tretmanu primenom Fenton procesa pri optimalnim dozama ispitivanih parametara, u cilju utvrđivanja mogućnosti primene sintetisanog nanomaterijala. Efikasnost uklanjanja boje je praćena u vremenskom intervalu od 120 minuta, a rezultati su prikazani na slici 4. Degradaciona efikasnost nakon 60. minuta je imala vrednost od 84,06%. Neznatno povećanje maksimalne efikasnosti Fenton tretmana (do 86%), postignuto je pri dužem reakcionom vremenu. U poređenju sa tretiranim sintetičkim rastvorom magenta boje, efikasnosti procesa u slučaju realnog efluenta su bile niže, što je posledica prisustva različitih organskih i neorganskih jedinjenja u kompleksnom matriksu efluenta. Pomenute organske i neorganske vrste mogu da imaju inhibicioni efekat na proces degradacije boje, ponašajući se kao hvatači hidroksil radikala i na taj način ostvaruju kompeticiju za aktivna mesta na površini katalizatora.



Slika 4. Zavisnost efikasnosti obezbojavanja od reakcionog vremena

6. ZAKLJUČAK

Zagađenje voda predstavlja jedan od najaktuelnijih problema vezanih za život i opstanak čoveka. Visokom stepenu zagađenja čovekove okoline pored ostalog doprinosi i ispuštanje otpadnih industrijskih voda u rečne tokove, među kojima je od velikog značaja otpadna voda iz štamparske industrije.

Eksperimentalni deo rada vršen je u cilju degradacije magenta flekso grafičke boje pomoću čestica nano nula valentnog gvožđa i na osnovu četiri različita parametara (koncentracija boje 20 – 180 mg/l, koncentracija nZVI 0,75 – 60 mg/l, koncentracija vodonik peroksida 1 – 11 mM i pH vrednost 2 – 10) kojima su simulirane koncentracije u različitom opsegu, došli smo do saznanja koji od njih najviše utiče na efikasnost obezbojavanja, a samim tim i na optimalne uslove.

Nakon dobijenih rezultata merenja, ustanovljeni su sledeći optimalni uslovi: koncentracija boje 180 mg/l, koncentracija nZVI 60 mg/l, koncentracija vodonik peroksida 11 mM i pH vrednost 2, pri čemu efikasnost obezbojavanja dostize vrednost do 91,94%.

Dobijeni rezultati ukazuju na to da se efikasnost procesa dekolorizacije značajno povećava sa smanjenjem pH vrednosti i povećanjem koncentracije vodonik peroksida. Primenjeni Fenton proces je ostvario veliku efikasnost od 84% i u pogledu tretmana realnog enfluenta generisanog nakon procesa flekso štampe.

7. LITERATURA

[1] J.J. Pignatello, E. Oliveros, A. Mackay, "Advanced oxidation processes for organic contaminant destruction based on the Fenton reaction and related chemistry", *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, Vol. 36, pp. 1-84, Januar 2006.

[2] Y.M. Liu, J. Xu, L. He, Y. Cao, H. He, D.Y. Zjao, J.H. Zhuang, K.N. Fan, "Facile Synthesis of Fe-Loaded Mesoporous Silica by a Combined Detemplation – Incorporation Process through Fenton's Chemistry", *J. Phys. Chem.*, Vol. C112, pp. 16575-16583, Septembar 2008.

[3] H. Khalil, K. Tiangoua, M. Ghouti, "Synthesis of the mixed oxides of iron and quartz and their catalytic activities for the Fenton-like oxidation", *Catal. Commun.*, Vol. 9(5), pp. 955-959, Mart 2008.

[4] D. Tomašević, "Primena stabilizovanog nano nula valentnog gvožđa i komercijalnih imobilizacionih agenasa za remedijaciju sedimenta kontaminiranog metalima", Doktorska disertacija, Prirodno–matematički fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, 2013.

[5] S. Machado, S. Pinto, J. Grosso, H. Nouws, J. Albergaria, C. Delerue–Matos, "Green production of zero–valent iron nanoparticles using tree leaf extracts", *Sci. Total Environ.*, Vol. 445–446, pp.1–8, Februar 2015.

[6] M. Fidaledo, R. Lavecchia, E. Petrucci, A. Zuorro, "Application of a novel definitive screening design to decolorization of an azo dye on boron–doped diamond electrodes" *Int. J. Environ. Sci. Te.*, Vol. 13, pp. 835–842, Januar 2016.

[7] V. Kecić, Đ. Kerkez, M. Prica, O. Lužanin, M. Bečelić-Tomin, D. Tomašević Pilipović, B. Dalmacija, "Optimization of azo printing dye removal with oak leaves-nZVI/H₂O₂ system using statistically designed experiment", *J. Clean. Product.*, Vol. 202, pp. 65-80, Novembar 2018.

Kratka biografija:

Maja Kurdulija je rođena u Smederevskoj Palanci 1993. godine. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Grafičko inženjerstvo i dizajn odbranila je 2016. godine.

Vesna Kecić je od 2014. godine u zvanju asistenta na Departmanu za Grafičko inženjerstvo i dizajn.

Miljana Prica je od 2014. godine u zvanju vanrednog profesora na Departmanu za Grafičko inženjerstvo i dizajn.

PRIMENA TEHNOLOGIJE PROŠIRENE REALNOSTI U OBUCI OPERATERA GRAFIČKOG SISTEMA PERFECTA 76**USAGE OF AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY IN TRAINING OF PERFECTA 76 GRAPHIC SYSTEM OPERATOR**

Sara Čančarević, Gojko Vladić, Stefan Đurđević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – Rad obuhvata teorijske osnove proširene realnosti, poređenje sa virtuelnom realnošću, hardverske i softverske komponente kao i primenu proširene realnosti sa akcentom na njenu primenu u edukaciji. Kao rezultat rada kreirana je aplikacija proširene realnosti za obuku operatera grafičkog sistema Perfecta 76. Praktični deo obuhvata idejno rešenje i proces izrade aplikacije u Unity softverskom okruženju i Vuforia dodatku za AR.

Ključne reči: Proširena realnost, AR, edukacija, aplikacija, android platforma, Unity, Vuforia

Abstract – This paper contains basic theory of augmented reality, comparison with virtual reality, hardware and software components and usage of augmented reality with accent on educational usage. Result of this work is application which is used to train Perfecta 76 graphic system operator. Practical part include conceptual solution and application making process in Unity and his extension for augmented reality Vuforia.

Keywords: Augmented reality, AR, education, application, android platform, Unity, Vuforia

1. UVOD

Prvi sistem prikaza slika proširene i virtuelne realnosti uređajem montiranim na glavu korisnika (engl. *Head-Mounted Display*- HMD) razvio je 1968. godine Ivan Saterland sa svojim studentom Bobom Sproulom. Sistem je radio na bazi CRT tehnologije i bio je primitivan u pogledu interfejsa i realnog prikaza, dok je grafika prikazivala konture trodimenzionalnog objekta. Model je dobio naziv „Mač Damoklea” (engl. *The Sword of Damocles*) zbog svoje masivne konstrukcije koja se spuštala sa plafona do glave korisnika [1]. Iako mogućnosti tehnologije nisu bile poput današnjih, sam koncept je izazvao veliku zainteresovanost. Termin „Proširena realnost” pominje se početkom devedesetih godina prošlog veka, od strane Kaudela i Majzela, naučnika Boeing korporacije, koji su razvili jedinstven AR sistem koji omogućava radnicima lakše spajanje žica [2].

U narednim godinama, proširena realnost je postala dosta popularnija i korišćena je u različitim tehnologijama, a sa razvojem tehnologije mobilnih telefona, razvijala se i tehnologija proširene realnosti.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Gojko Vladić, docent.

2. PROŠIRENA REALNOST

Proširena stvarnost (engl. *Augmented Reality*- AR) predstavlja stvaran (realan) svet proširen kompjuterski generisanim podacima i objektima. Kompjuterski generisan sadržaj može biti u obliku slika, audio i video zapisa, 3D modela i slično.

Prema Azumi [3], AR sistemi se zasnivaju na tri osnovna koncepta:

1. kombinovanje virtuelne grafike sa realnim svetom
2. interaktivnost u realnom vremenu
3. 3D registracija digitalnih podataka.

Razlika između augmentovane i virtualne realnosti (engl. *Virtual Reality*- VR) ogleda se u tome da VR daje veštački generisano okruženje, odnosno re-kreiranje potpuno novog okruženja, dok AR ne pokušava da zameni realno okruženje veštački generisanim, dakle korisnici i dalje imaju interakciju sa realnim okruženjem, ali istovremeno im se nudi dodatni sadržaj koji nadograđuje informacije o realnom okruženju [4]. S obzirom da često ne postoji jasna granica između realnog i virtuelnog sveta, Pol Milgram je 1994. godine predstavio koncept „Proširene virtualnosti” (engl. *Augmented Virtuality*- AV) koja predstavlja oblast nejasnih granica gde su udružene AR i VR tehnologije. Danas se ova oblast naziva Mešovitom realnosti (engl. *Mixed Reality*- MR). Mešovita realnost (Slika 1) je rezultat mešanja fizičkog sveta sa digitalnim svetom, i te dve realnosti daju krajeve spektra zvanog *Reality Continuum* [5].



Slika 1. Mešovita realnost

2.1. Hardverske komponente proširene realnosti

U hardverske komponente spadaju procesor, ekran, ulazni uređaji (kamera) i senzori. Moderni pametni telefoni i tableti sadrže sve potrebne elemente (procesor, ekran, kameru), kao i MEMS senzore kao što su akcelerometar i GPS. Najveća prepreka za rasprostranjenost AR aplikacija

je nedostatak adekvatnog hardvera, shodno tome input kamere i algoritmi za prepoznavanje i praćenje objekta oduzimaju značajan deo procesorskog vremena, pa se mora voditi računa o kompleksnosti digitalnog sadržaja koji treba da se nadogradi preko slike. AR je, takođe, limitiran veličinom mobilnog uređaja ili statičkog monitora. Rešenje ovog problema je razvoj AR HMD [4].

Postoje dve vrste HMD-a:

- HMD koji prikazuje samo kompjuterski generisane slike ova vrsta HMD-a se ne koristi za AR aplikacije.
- HMD koji omogućava nadograđivanje realnog sveta sa kompjuterski generisanim slikama [6].

2.2 Softverska komponenta proširene realnosti

Ključni uspeh AR aplikacija je u tome koliko će realistično integrisati nadograđene elemente u postojeće okruženje. Softver treba da pronađe objekte koji služe kao markeri i ustanovi njihovu poziciju u prostoru. Ovaj proces naziva se registracija slike i za njega su potrebne različite metode mašinskog viđenja za prepoznavanje i praćenje objekata [4].

Registracija slike se obično sastoji iz dve faze:

1. Detekcija interesnih tačaka i markera na slici – koriste se metode detekcije svojstva slike poput detekcije uglova, ivica i neravnina, prag osetljivosti (engl. *Threshold*) i druge metode obrade slike.
2. Određivanje pozicije markera iz podataka dobijenih u prvoj fazi (koristi se geometrija) [4].

Aplikacija proširene realnosti radi na način da se kamerom HMD uređaja ili mobilnog telefona snima realno okruženje, ta video slika se transformiše i utvrđuje se položaj markera (koji je prethodno zadat u kodu pri kreiranju aplikacije). Zatim, algoritam određuje orijentaciju i izračunava stvarnu poziciju digitalne kamere u odnosu na fizički marker. Nakon što je marker prepoznat, vrši se pozicioniranje nadograđenih digitalnih objekata i njihovo renderovanje u kadar video zapisa [7].

Potražnja za kvalitetnim iskustvom proširene realnosti sve više raste. Programeri koji žele da kreiraju AR aplikaciju imaju veliki izbor softverskih alata za izradu AR aplikacije. Neke od kompanija koje omogućavaju softverskih alate za AR su: ARToolKit, Wikitude, Kudan, Augmenta, Easzar, Metaio, Blippar (udružen sa Layar) Unity i mnoge druge.

2.3. Primena proširene realnosti u edukaciji

Tokom godina, pojava novih tehnologija omogućava i nove mogućnosti u obrazovanju. Na primer, decenije istraživanja pokazale su da učionice koje su opremljene računarskom tehnologijom, u poređenju sa onim koje nisu, mogu obogatiti predavanja i učenje, i time povećati dostignuća studenta.

Proširena realnost, koja omogućava povezivanje digitalnih i fizičkih domena, jedna je od najnovijih tehnologija koja se primenjuje u obrazovanju, time što omogućava da uče efikasnije i prošire svoje znanje u odnosu na tradicionalne 2D desktop interfejsse. Proširena

realnost podržava razumevanje kompleksnih fenomena pružajući jedinstveno vizuelno i interaktivno iskustvo, koje kombinuje stvarne i virtualne informacije i pomaže u prenošenju apstraktnih problema učenicima.

Animirani sadržaj koji bi se koristio na predavanjima može privući pažnju učenicima i studentima i motivisati ih da dalje proučavaju. Dodavanjem dodatnih podataka, kao npr. biografija osobe, zabavne činjenice, istorijski podaci o događajima ili lokalitetima, omogućavaju studentima bolje razumevanje teme. AR tehnologija ima sposobnost da predstavi predmete koji se teško mogu zamisliti i pretvoriti u 3D modele.

3. IZRADA APLIKACIJE ZA EDUKACIJU PROŠIRENU REALNOST

Praktični deo obuhvata idejno rešenje i proces izrade AR aplikacije za Android platformu. Za kreiranje aplikacije izabrano je *Unity* softversko okruženje sa *Vuforia* dodatkom koja se koristi za razvoj AR aplikacija na principu prepoznavanja markera iz realnog okruženja koji aktiviraju digitalni sadržaj koji se prikazuje na ekranu uređaja.

3.1. Unity

Unity (Slika) je softversko okruženje za razvoj 3D i 2D video igara za desktop platforme, konzole, mobilne uređaje, kao i za veb dodatke. Unity podržava formate fajlova kao što su .fbx, .dae (Collada), .3ds, .obj, .dxf i .skip fajlove.

Programi za kreiranje 3D objekata iz kojih može biti izvršeno importovanje fajlova su: 3D Studio Max, Maya, Blender, Cinema4D, Modo, LightWave, Cheetah3d. Unity razvojno okruženje nudi aplikacioni programski interfejs (API) u C# programskom jeziku.

U okviru 2D igre, Unity omogućava uvoz sprajtova i 2D rendera. Za 3D igre, Unity dozvoljava specifikaciju kopresije texture, mipmapa i podešavanje rezolucije za svaku platformu koju razvojno okruženje za igru podržava. Takođe, pruža podršku za bump mape, mapiranje refleksije, paralaks mapiranje, ambijentalnu okluziju ekrana, dinamičke senke koje koriste mape senki, efekte pri renderovanju texture, i drugo [8].

3.2. Vuforia

Vuforia je najčešće korišćena platforma za kreiranje AR aplikacija. Vuforiju je osnovala američka kompanija za razvoj i istraživanje bežičnih komunikacija Qualcomm, a 2015. godine je prodala softverskoj kompaniji PTC.

Ova platforma podržava kreiranje AR aplikacija za Android, iOS i UWP (engl. *Universal Windows Platform*) uređaje. Sposobnosti prepoznavanja i praćenja mogu se koristiti na različitim slikama i objektima, shodno tome, Vuforia pruža 6 različitih načina za prepoznavanje i praćenje: *Model Targets*, *Image Targets*, *Object Targets*, *Multi-Targets*, *Cylinder Targets*, *VuMarks*, *External Camera*, *Ground Plane* [9].

3.3. Idejno rešenje

Ideja je da se kreira AR aplikacija za obuku operatera grafičkog sistema Perfecta 76 (Slika 2).



Slika 2. Perfecta 76

Aplikacija sadrži video snimke procesa rezanje naslage materijala, koji su prethodno snimljeni u GRID Grafičkom centru, kao i pojedinačno objašnjenje 12 osnovnih delova mašine: komandni pult (monitor i tasteri), prekidač mašine, prekidač elektromotora, poluga za podešavanje sile pritiska, tasteri za aktiviranje noža, poluga za ručno podešavanje graničnika, nožna poluga, sigurnosne ćelije, ulagajući deo mašine za rezanje, radni sto sa kugličnim ventilima, potpora za poravnavanje naslage materijala.

Pri ulasku u aplikaciju, pojavljuje se glavni meni sa četiri dugmeta: „Specifikacije mašine”, „Video”, „Pokreni AR” i „O aplikaciji” (Slika 3).



Slika 3. Izgled prozora glavnog menija

Dugme „Specifikacije mašine” sadrži osnovne informacije o mašini kao i tehničke karakteristike mašine.

Dugme „Video” sadrži video sadržaj procesa rezanja materijala. U okviru ovog prozora nalaze se tri opcije: video prikaz postupka rezanja naslage materijala po koracima, gde je detaljno snimljen svaki korak u postupku rezanja, zatim video prikaz celokupnog postupka rezanja naslage materijala i video prikaz 3D modela mašine.

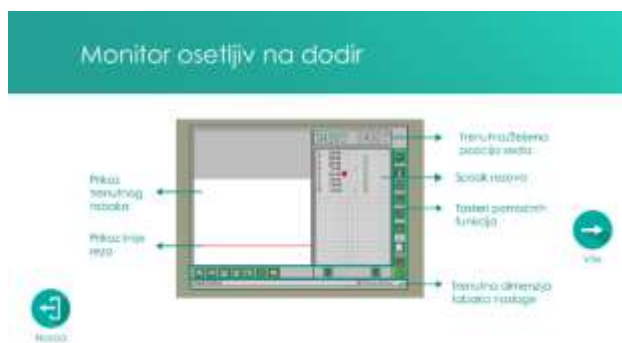
Dugme „O aplikaciji” sadrži informacije o verziji aplikacije, autoru i departmanu.

Dugme „Pokreni AR” omogućava pokretanje aplikacije proširene realnosti, tako što se pokreće kamera i korisniku omogućava da na ekranu svog pametnog telefona ili tableta vidi određeni digitalni sadržaj nakon što je marker prepoznat. Za markere postavljene su fotografije delova mašine. Markeri su prikazani na slici 4.

Digitalni sadržaj se prikazuje u vidu prozora koji objašnjava određeni deo mašine. Svaki prozor sadrži naziv tog dela mašine, kratak opis ili uputstvo upotrebe, a za neke je i omogućen dodatni sadržaj u vidu video prikaza i 3D animacije. Primeri nekih od prozora prikazani su na slikama 5, 6 i 7.



Slika 4. Prikaz markera



Slika 5. Prikaz prozora „Monitor osetljiv na dodir”



Slika 6. Prikaz prozora „Tasteri za aktiviranje noža”



Slika 7. Prikaz video snimka upotrebe tastera za aktiviranje noža

3.7. Kreiranje instalacione datoteke

Prilikom kreiranja instalacione datoteke, izabrana je android platforma, dok je za ikonicu postavljen simbol sečenja naslage materijala (Slika 8). Orijentacija je izabrana da bude horizontalno, radi boljeg prikaza sadržaja.

Kao krajnji rezultat dobija se instalaciona datoteka u .apk formatu.



Slika 8. Ikonica aplikacije

3.8. Testiranje aplikacije

Aplikacija je testirana na tri Android uređaja: Samsung Galaxy S6, Samsung Galaxy J7 Prime i Huawei P20 lite. Testiranje aplikacije se vršilo pri veštačkom svetlu. Normalna udaljenost pri kojoj je marker prepoznat je oko 30 cm. Nedostaci koji su uočeni pri prepoznavanju markera tiču se autofokusa kamere, zbog čega određeni markeri nisu mogli odmah da budu prepoznati, ali čim se stabilizuje autofokus, markeri su bili prepoznati.

4. ZAKLJUČAK

Proširena realnost predstavlja sposobnost za interakciju između fizičkog i virtuelnog sveta u realnom vremenu. Upravo zbog ovih izuzetnih karakteristika očekuje se povećanje obima primene ove tehnologije. Iako nije nova tehnologija usled skorašnjih razvoja u hardverskom i softverskom kapacitetu pametnih telefona, stiče popularnost dan za danom. Tehnologija proširene realnosti nije ograničena samo na industriju zabave, već se koristi od strane mnogih drugih industrija poput medicinske i automobilske industrije, obrazovnih sektora, građevinske industrije, itd.

AR aplikacije mogu da poboljšaju način na koji učimo, time što će učiniti učenje zanimljivijim i prijatnijim. Sistemi proširene realnosti mogu biti korišćeni za reklamiranje istorijskih događaja, za aktiviranje štampanih knjiga u 3D slike ili čak za predstavljanje struktura galaksije, i to sve pomoću nadograđene grafike u realnom vremenu. Proširena realnost bi bila instrumentalna u obezbeđivanju praktičnog iskustva za učenike i studente.

Ova aplikacija kreirana je za obuku operatera, gde su kroz video snimke prikazani svi koraci u postupku rezanja naslage materijala, kao i objašnjenja osnovnih delova mašine radi lakše upotrebe. Aplikacija je testirana na različitim uređajima, i pored pojedinih nedostataka koji su se javljali pri testiranju, aplikacija je funkcionalna.

5. LITERATURA

- [1] Historyofinformation , ' Ivan Sutherland and Bob SproullCreate the First Virtual Reality Head Mounted Display System', n.d. [Online]. Dostupno na: <http://www.historyofinformation.com/expanded.php?id=1087> , [Pristupljeno: 04.10.2018.]
- [2] D.W.F. Krevelen, R. Poelman , "A Survey of Augmented Reality Technologies", *The International Journal of Virtual Reality*, vol. 9, no. 2, pp. 2, 2010.
- [3] R. Azuma, Y. Baillot, R. Behringer, S. Feiner, S. Julier, B. MacIntyre, "Recent advances in augmented Reality", *IEEE computer graphics and applications*, vol. 3, no. 2, pp.34-47, 2001.
- [4] N. Milić, Materijal sa predavanja – Osnove kompjuterskih igara, 2017. [Online]. Dostupno na: <http://www.grid.uns.ac.rs/storage/download.php?fajl=1458e7509aa5f47ecfb92536e7dd1dc7>, [Pristupljeno: 12.09.2017.]
- [5] Microsoft, What is mixed reality?, 2018. [Online]. Dostupno na: <https://docs.microsoft.com/en-us/windows/mixed-reality/mixed-reality>, [Pristupljeno: 07.10.2018.]
- [6] Digit, Welcome to augmented reality, n.d. [Online]. Dostupno na: <https://dev.to/theninehertz/what-is-augmented-reality--types-of-ar-and-future-of-augmented-reality--1en0> , [Pristupljeno: 06.10.2018.]
- [7] G. Vladić, D. Novaković, N. Kašiković, I. Pinćer, S. Đurđević, "Transforming product-consumer communication trough augmented reality technology", *The 9th International Symposium KOD*, Balatonfüred, pp.30., 2016
- [8] Unity, Publics Relations, 2018. [Online]. Dostupno na: <https://unity3d.com/public-relations> , [Pristupljeno: 10.10.2018.]
- [9] Vuforia , Vuforia Engine Features, 2018. [Online]. Dostupno na: <https://library.vuforia.com/content/vuforia-library/en/features/overview.html>, [Pristupljeno: 13.10.2018.]

Podaci za kontakt:

Sara Čančarević
E-mail: 0810sara@gmail.com

dr Gojko Vladić
E-mail: vladicg@uns.ac.rs

ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА СЛОБОДНОСТОЈЕЋИХ ДРВЕНИХ ЗВЕНИКА У СРПСКИМ МАНАСТИРИМА**THE IMPLEMENTATION OF FREE-STANDING WOODEN BELFRIES IN SERBIAN MONASTERIES**

Милош Грбић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – АРХИТЕКТУРА

Кратак садржај – Предмет истраживања овог рада су звоници и манастирске целине. Свакако они представљају два одвојена предмета истраживања, али их је готово немогуће ни раздвојити. Њихово међусобно укрштавање и сједињавање кроз историју их представља као нераскидиву (манастирску) целину која је уједно, свака за себе, самостална и посебна тема испитивања којима сам се бавио у раду. Задатак истраживања овог рада је поновно спајање, које је кроз историју раздвојено, ове две целине у једну, у виду имплементације, кроз архитектонску студију, нових осмишљених слободностојећих дрвених звоника у манастирске целине, у сврси оживљавања оба, једно кроз друго.

Кључне речи: Звоници, манастири, духовност, конструкција, историја

Abstract – The subjects of this study are the bell towers and monasteries. Certainly they represent two separate subjects of research, but it is almost impossible to separate them. Their mutual cross-cutting and unification through history presents them as an inseparable (monastery) whole, which, at the same time, is an independent and special topic of study that I have dealt with in my work. The task of researching this paper is to reconnect, which has been separated through history, these two parts into one, in the form of implementation, through an architectural study, newly designed free-standing wooden belfries to the monasteries, for the purpose of reviving both, one through the other.

Key words: Bell towers, monasteries, spirituality, construction, history

1. УВОД

Резултати истраживања овог рада доказују оправданост идеје и смисла циља имплементације слободностојећих дрвених звоника. Реч је о изузетно обимном и пространом истраживању, уз своје напоре и публикације којих и даље није довољно, оно је и даље недовољно проучавано. У претходном раздобљу, истраживања су икључиво била усмерена ка црквеним грађевинама.

НАПОМЕНА:

Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је била проф. др Мирјана Сладић.

Читави делови манастирских целина, као и њихови елементи су у вековном континуитету константно обнављани, преграђивани, мењани, изнова грађени и рушени, најчешће насилно, па су једино манастирске цркве дочекале савремено доба у приближно првобитном архитектонском облику. Пројектовање нових звоника је у циљу поновног подизања, односно враћања, само једног од сегмената изгубљене манастирске целине, у виду обнављања те целине ка својем временом изгубљеном обиму. Она се може једино испунити поновним стварањем свих осталих делова манастира. До тада, моја жеља је да овим истраживањем, зазвоним на позив у почетак „васкрсења” целокупне манастирске пуноће.

2. ЗВЕНИК

Звоник је елемент у архитектури, јавног карактера, углавном самосталан или саставни део другог објекта. Представља вишефункционални архитектонско-конструктивни склоп. Неке најважније функције које има су: информациона функција, функција обележавања територије, контрола те територије, архитектонска функција, функција комуникације [1]. "Звоник има неколико својстава или намера. Означава, наглашава, разликује се у простору. Издваја се висином, звуком, архитектуром. Његов садржај је наглашен јер се углавном налази на почетку верског комплекса" [1]. У јавној архитектури, намењен је за друштво у целини, а посебно на отвореном простору, што представља најједноставнији елемент знака, чији наставак, развој и коначни облик представља звоник.

3. АРХИТЕКТУРА МАНАСТИРА

Архитектура манастира средњовековне Србије подразумева целокупно градитељство стварано у православним манастирским насељима насталим од 12. До 15. века у држави Стефана Немање, његових наследника, обласних господара, и најзад, у деспотовини у 15. веку. Архитектура манастира средњовековне Србије је блиско везана за развој византијског манастира а самим тим и шире, за манастире хришћанског истока. Развој манастира и манастирске архитектуре у средњовековној Србији не иде увек напореда са државним црквеним развојом. Понекада парадоксално, при распаду једног облика државности – Душанове царевине – и стварању другог – деспотовине – манастири задржавају своју

функцију, дајући стваралачко – архитектонском погледу нов квалитет.

За време Турских освајања, као тип храма се уводи црква триконосне основе. Ова архитектура, створена на познатим предлошцима који се налазе на Светој Гори, делатности у касном средњем веку. То је раздобље у коме се граде велики манастири у земљама обласних владара, од којих градитељство на подручјима Лазара Хребелановића представља највиши домет. "Ограђени простор- манастир има неколико функција који га одређују. У главним цртама могу се издвојити три наменске групе: зона култа, зона становања и економска зона. Манастирска црква у скоро свим манастирима средњовековне Србије заузима средишње – централно место у насељу.

Друга врста грађевине са одређеном култном функцијом јесте манастирска трпезарија. Њен положај је у извесном смислу одређен црквеним објектом, са обзиром да се после главне службе из цркве одлазило у трпезарију. Важан елемент просторне организације, чији положај одређује његова намена, јесте главни манастирски улаз. Он се, такође, у већини случајева налази у западном делу манастирског обзиђа, наспрам главног црквеног улаза, обезбеђујући непосредну комуникацију са црквом" [2].

У архитектури манастира издвајају се две битно различите категорије. Једној припадају сакралне грађевине, чији се архитектонски смисао темељи на типским предлошцима и њиховим варијантама са одређеним симбличним значењем, а другој световна здања, лишена симбличке надградње, сведена на основни градитељски језик. "Те две категорије живе истовремено, као антиподи : стално- духовно, и променљиво-световно.

Процес стварања одређеног архитектонског облика је сматран коначним тек у јединству са сликаним унутрашњим простором" [3]. Украшавање световних здања било је свакако прилагођено одабраној функцији. Најпре је реч о сликаном украсу на спољним и унутрашњим зидовима. Да су спољни зидови цркава били живописани, позната је пракса у Византијској, али и српској средњовековној средини.

4. КРИТЕРИЈУМИ И ОПРАВДАНOSTИ

4.1 Критеријуми за одабир имплементације

Архитектонско – градитељски - Архитектура и градитељство српских манастира се разликује у односу на временске периоде, односно стилове. Сваки период и стил имају своја достигнућа у складу са својим условима које пружају. Највиши архитектонско – градитељски домени свакога од историсјких периода су концизно образложени.

Доказ за то, да су од најизузетнијег архитектонско – градитељског значаја, представља чињеница да се сва остала архитектура тог периода градила на основу типологија таквих првобитно осмишљених манастира, односно није превазиђена.

Територијални - Сходно томе да су на различитим територијама Србије и изван ње деловали различити историсјки утицаји, манастирске целине нису свугде задржале исте манастирске сегменте. Углавном насилно рушени и разарани манастирски сегменти су у појединим регијама обновљени, док су на неким територијама остали необновљени и обрнуто. Звоници, као делови манастирске целине, са својим вишеструким функцијама, такође постоје и не постоје у зависности од места. У циљу што шире обнове и територијалне заступљености поновно изграђених звоника, бирани су манастири у што већем регионалном опсегу, од севера ка југу, као и изван граница земље.

Историјски - Историју чине њени догађаји. У зависности од догађаја који су се дешавали, место догађаја добија на историјском значају. Историјски значај наших манастира је несумњив за сваки од њих понаособ. Међутим, не могуће је не нагласити и не издвојити манастире у којима су се одиграли најважнији догађаји за српску државу, цркву, народ, духовност, уметност и тако даље. Ти догађаји су јасно дефинисани и стопљени са појединим манастирима које због њих имају епитет темеља српске духовности.

Временски - Најважнији временски период је свакако и период почетка и развоја српске манастирске архитектуре, односно средњовековни период. Међутим, неизоставно је не поменути Византијски период градње који нам је дао смернице ка нашем, као ни период градње након средњовековне, односно период под Турском владавином. Водећи се свеобухватном историјом манастирске архитектуре изабрани су манастири који обухватају сва три, од наведених, периода.

Уметнички - Свако уметничко дело може да се посматра из више углова и да се разуме на више различитих начина. Уметност која се оваплоћава у манастирима а готово у целости кроз цркву, као манастирски главни елемент, припада највреднијем уметничком стваралаштву. Међутим, постоје она манастирска уметничка дела која се својим достигнућем истичу и која су уврштена у дела од изузетног значаја, не умањујући друге значаје, већ истичући свој. Таква дела су окарактерисана у виду највећег домата свога времена и она се могу упоређивати и истицати једино у односу на дела истог времена, односно стила.

Духовни - Слично уметношћу, о истицању духовности појединих манастира је вероватно још незахвалније говорити. Сваки манастир поседује и јесте извориште саме духовности. Усуђујем се једино да направим избор на основу бројчаних података који говоре о броју реликвија, књига, моштију, икона и тако даље.

4.2 Одабир манастира који оправдавају критеријуме за имплементацију

Незахвално би било упуштати се у било каква дубља и шира истраживања наших манастира, због велике обимности и извора информација, како би се дошло до конкретнијег оправдања за следећи избор манастирских комплекса који би оправдавали имплементацију.

тацију. Свакако би најидеалније решење било изградити у свим манастирским целинама све изгубљене сегменте који су се налазили на сваком од њих, а поготово слободностојеће дрвене звонике, јер сваки од манастира без изузетка, несумњиво испуњава наведене критеријум. Моје полазиште ка оживљавању манастира кроз звонике је ипак од манастира који се кроз образложене критеријуме истичу као водећи. Следећи манастири највише оправдавају наведене критеријуме за имплементацију слободностојећих дрвених звоника: Крушедол, Пећка патријаршија, Милешева, Жича, Високи Дечани, Грачаница, Студеница, Острог, Хиландар и црква светих апостола Петра и Павла. Имајући у виду да је црква светих апостола Петра и Павла једина црква, међу осталим набројаним манастирским комплексима, са разлогом је сврстана у одабир. Чињенице за то, као и остале оправданости изабраних манастира, су наведене у даљем истраживању којим сам се посветио у наредном поглављу.

5. СРПСКИ МАНАСТИРИ

Крушедол – Најзначајнији манастир на територији Војводине по својем архитектонском издању и историјским догађајима, обнављању од разарања, најлепши иконостас из 16. века (ДЕИЗИС), династији Бранковић, њиховом животу у манастиру и њиховим моштима које се овде налазе, као и гробовима Кнегиње Љубице и Краља Милана Обреновића.

Пећка патријаршија – Сматра се међу најзначајнијим споменицима српске архитектуре и градитељства и чуваром духовности српског народа. Прва Српска патријаршија са престолом првог патријарха у Пећи, многобројна вредна уметничка дела, библиотека Пећке Патријаршије, Ромулово јеванђеље из 14. века, једна од најлепших фреска српске уметности из 16. века – Рођење Христово.

Милешева – Међу најстаријим манастирима Србије, са почетка 13. века, убраја се у најлепша архитектонска здања по узору на Студеницу и Жичу, фреске и сликарство Милешеве су најлепша европска остварења како из 13. века, тако и уопштено и убрајају се у највеће светске домете тога доба, посебно се издваја фреска Белог Анђела, мошти Светога Саве које су се ту налазиле док нису спаљене, у Милешеву се налазила једна од првих Српских штампарија.

Жича – Сматра се после Студенице најлепшим архитектонским здањем за ово доба, убраја се у најстарије манастире, датира из почетка 13. века, представља место можда и најзначајнијих историјских догађаја за Српски народ од којих је свакако крунисање 10 Српских краљева током историје, прво седиште аутокефалне српске архиепископије од аутокефалности Српске православне цркве са Светим Савом на челу, небројано обнављање и подизање од многобројних разарања, репрезентативни примери сликарства овога доба (златно доба српског сликарства).

Високи Дечани – Највећи архитектонски пример споменика средњовековне српске историје на

територији Србије и најбоље очувани средњовековни српски манастир, који је изграђен почетком 14. века, на његовој изградњи су радили и сами Стефан Дечански и његов син Цар Душан Силни, са преко 1000 композиција са исто толико и ликова чини фрескосликарство манастира, ризница Високих Дечана сматра се после Хиландарске најбогатијом ризницом, овде почивају мошти Светога Краља Стефана Дечанског, као и Свете Јелене Дечанске.

Грачаница - Представља врхунац архитектонско-грађевинског савршенства, Међу најстаријим манастирима са почетка 14. века, Задужбина краља Милутина у коме се налази огроман број композиција са исто толико ликова, фрескосликарство манастира се сматра једним од првокласних остварења овога времена, овде је први пут у српском сликарству насликана усправна разграната лоза Немањића са 16 портрета.

Студеница - Сматра се најлепшим архитектонским издатком због византијско-рашке школе и пределом у којем се налази, један од највећих и најбогатијих манастира српске средњовековне архитектуре, спада у најстарије манастире, изграђен је у 12. веку, колекција фресака из 13. и 14. века, врхунац уметничког обликовања представљају 4 Студеничка портала, ту се налазе неке од највреднијих реликвија и предмета као што су најстарији српски часовник, прстен краља Стефана Првовенчаног, најстарији портрети Стефана Првовенчаног и Вукана Немањића, као и мошти Светог Стефана Немање, Стефана Првовенчаног, Анастасије Немањић, и гроб Вукана Немањића.

Острог – Најтежи подухват и један од најлепших архитектонско-грађевинских захвата у коме је овај манастир изграђен вертикално под 90 степени уз литицу самога врха планине Острошке греде представља изузетан споменик српске духовности и архитектуре, фреске које красе унутрашњост манастира датирају из 17. века, осликане су по природном рељефу стена, најпосећенији српски манастир са чудотворним моштима Светога Василија.

Хиландар – Највећи и најкомплекснији архитектонско-грађевински комплекс Српске духовности и културе, Српско царство на Светој Гори, најзначајније духовно и културно средиште Српског народа, представља најбогатију ризницу и архив средњовековног српског народа, чува се око 3.500 икона, 507 рукописних повеља средњовековних влада, 1.041 уникатни рукопис књига са укупно 312.000 страна, 80 старих штампаних књига од 15. до 17. века, и 40.000 књига од 17. века, па до данас, градитељско наслеђе чине слојеви од 12-17 века, преко 5.000 метара квадратних фрескосликарства,

Ту су и њивоти са Христовим реликвијама, мошти од више од 100 светаца, два крста састављена од остатака Првобитног крста распећа, делови Трновог венца, Христове трске и огртача, крв Христова, Карејски типик из 1199. Године представља најстарији писани документ манастира Хиландар, икона Богородице тројеручице из 8. века, најстарија Српска библиотека.

Црква Светих апостола Петра и Павла – Представља најранији израз ранохришћанске, односно византијске архитектуре, односно најстарији споменик црквене архитектуре на простору Србије и првобитно је седиште рашке епископије, потиче из 8. века али је вероватно и старијег датума, најстарије фреске из њене унутрашњости потичу из 9, 10, 12. и 13. века, неки од најзначајнијих догађаја из периода владавине династије Немањића су везани за ову цркву као што је крштење Стефана Немање, предавање престола Стефану Првовенчаном, монашењем Стефана и Ане, скупотина и разноврсна археолошка открића, црква је окружена православним гробљем, а ови надгробни споменици представљају најубедљивије сведочанство о животу и деловању људи у прошлости.

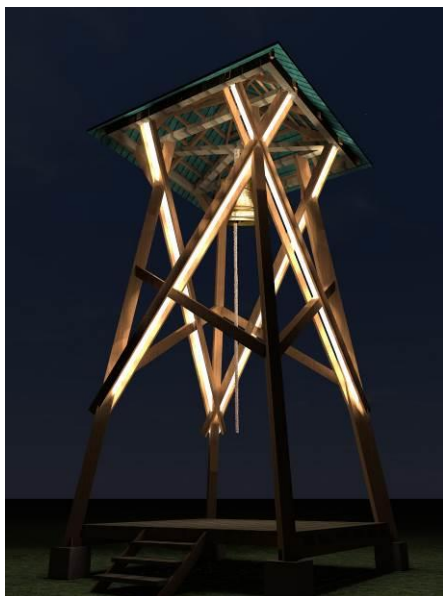
6. АРХИТЕКТОНСКА РЕШЕЊА ЗВОНИКА

Вођен архитектонским концептом складности и контекстуалности усмеравао сам своју архитектуру ка иновативним решењима која неће нарушити манастирски ред али ће стабилно стајати као представници свог времена.

Угледајући се на студије случаја, текстуалне описе и остале садржаје истраживања дрвених слободностојећих звоника, као резултат рада, осмишљена су три репрезентативна модела.

6.1 Архитектонско решење првог модела

Полазишта ка решењу првог модела су у смеру проналажења и откривања правилног пропорцијског односа самог звоника, као и његов однос према висинама манастира. Први модел звоника је у основи квадратног облика. Кота пода је издигнута од земље 40 сантиметара ради првенствене заштите од влаге. Издигнутост је решена каменим постољима на које се ослања конструкција.



Графички прилог 1. Ноћни рендер првог модела

Патос звоника је обрађен фоснама које леже на гредама. Звоник се састоји од четири стуба која су под

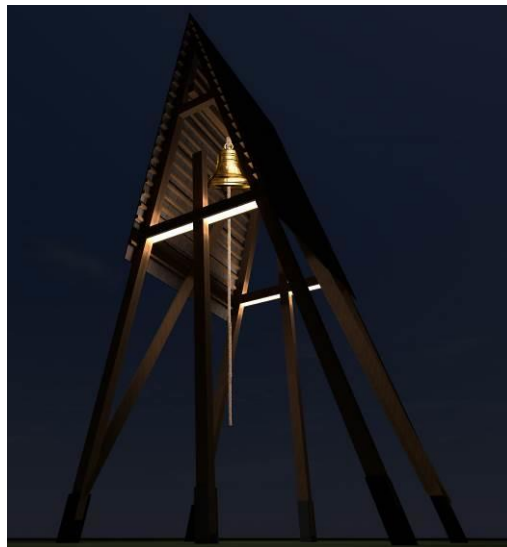
углом нагнута према центру основе и теже да се додирну у једној тачки ако би се продужили. Укнуту стубовима пружају клешта са све четири стране. Она се продужавају и усецају у рожњаче. Ослонац рожњачама су такође и косници који под мањим углом крећу од виших тачака стубова. Кровну конструкцију чине рожњаче и рогови.

Преко рогова су постављене летве на које се закива дрвена шиндра. Основни материјал од којег је склопљен звоник је храстово дрво (може се употребити и орах) због своје чврстоће и трајности. Детаљи ослонаца при дну стубова и појединих веза су од кованог гвожђа.

Грађа је искључиво тесана због уклапања у манастирски амбијент. Заштита грађе се састоји од противпожарних премаза који неће утицати на структуру и боју дрвета. Расвета је у првом моделу сакривене између клешта.

6.2 Архитектонско решење другог модела

Идеја за други модел звоника је настала по узору на заклон, склониште, куће давних времена. Заклон за звоно у овом случају представља транспарентан простор, довољан да задовољи намени. Конструктивни склоп представља истовремено основну и кровну конструкцију. Звоник се састоји од само два пара рогова, један наспрам другог, који се међусобно сустичу. Оба пара рогова су међусобно спрегнута косником. Горња половина рогова је додатно прелетвана и потпомаже укрупњењу иако чини подконструкцију за дрвену шиндру.



Графички прилог 2. Ноћни рендер другог модела

Чеоне стране су укрупњене клештима које заједно са средњим стубом чине крст који надомешта стандардни, на крову. Сходно томе да је циљ овог модела био да се са што мање материјала, односно дрвене грађе, добије довољно изражајна и стабилна конструкција, довољно је било поставити по један пар рогова и по један спрег да задовоље овом приступу. Врста дрвета од којег је склопљен звоник је такође храстово дрво (може се употребити и орах) због своје чврстоће и трајности. Детаљи ослонаца при дну

стубова и појединих веза су од кованог гвожђа. На овом моделу се звоник ослања индиректно на земљу, односно издигнут је плочама од кованог гвожђа које са шрафовима, са једне и друге стране у виду клешта, држе конструкцију.

На тај начин је решено ослањање на земљу без камених блокова или масивних темељења која би, свакако оба случаја, нарушила једноставност и лакоћу конструкције. Грађа је искључиво тесана због уклапања у манастирски амбијент. Заштита грађе се састоји од противпожарних премаза који неће утицати на структуру и боју дрвета.

Расвета је као и управом моделу сакривена између клешта.

6.3 Архитектонско решење трећег модела

Истраживањем прва два модела, добијено решење се разликује од претходних богатијим склопом елемената конструкције, као саме композиције односа висине и ширине. То је утицало на повећане ширине и висине звоника у односу на претходна два. Конструктивни склоп је транспарентна просторна структура састављена из два појаса у основи. По вертикали се издвајају такође два појаса, оба завршена кровном конструкцијом.

Решење је базирано на фолклорну архитектуру и њене елементе.

Конструкција овог модела се састоји од четири стуба која су постављена у облику квадрата у основи. Они се простиру целом висином конструкције и представљају њену окосницу. Стубови пролазе кроз прву кровну раван за коју су везани косницама са по две стране и продужавају се до друге кровне равни за коју имају улогу ослонца. Горњи део стубова, који је изнад првог крова, спрегнут је са све четири стране унакрсним спреговима који су причвршћени челичним плочама са обе стране спрегова.



Графички прилог 3. Ноћни рендер трећег модела

Доњу кровну конструкцију носе високи унакрсни спрегови који су међусобно причвршћени на исти начин као и горњи. Они дају потпору и стабилност целој конструкцији. Детаљи ослонаца при дну стубова и појединих веза су од кованог гвожђа. На овом моделу се звоник ослања индиректно на земљу, односно издигнут је плочама од кованог гвожђа које са шрафовима, са једне и друге стране у виду клешта, држе конструкцију. Кровне конструкције се састоје од истих елемената, иста је и расподела оптерећења, као и претхона два модела. Грађа је искључиво тесана због уклапања у манастирски амбијент. Заштита грађе се састоји од противпожарних премаза који неће утицати на структуру и боју дрвета. Расвета је, за разлику од претходна два модела, сакривена по ободу рожњача кровних конструкција.

7. ЗАКЉУЧАК

Архитектуром усмереном ка иновативним решењима која неће нарушити манастирски ред али ће стабилно стајати као представник свога (овога) времена, спроведено је истраживање које је имало за циљ да оправда идеју и смисао имплементације слободностојећих дрвених звоника у српским манастирима. Реч је била о изузетно обимном и пространом истраживању које је уз све напоре и даље остало недовољно истражено. Циљ ове архитектонске студије је да звоник, као један од сегмената изгубљене манастирске целине врати у манастирске комплексе, али не у виду старијих, зиданих или узиђиваних звоника у делове манастира, већ у новом, својственом приказу.

8. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Haranglab zvonik holzglockentrum – Borut Juvanec i Andreja Benko, Факултет за архитектуру, Љубљана, 2015 године
- [2] Крст у кругу – архитектура манастира у средњовековној Србији, Светлана Поповић, Републички завод за заштиту споменика културе, Београд 1994. године
- [3] Архитектура Византијског света, Војислав Кораћ, Марица Шупут, Београд 1998. Године

Кратка биографија:



Милош Грбић рођен 1993. године у Приштини. Дипломирао је на Факултету техничких наука у Новим Саду у октобру 2017. године. Мастер рад брани на Факултету техничких наука из области Архитектонско пројектовање у октобру 2018. године.

REVITALIZACIJA NAPUŠTENOG OBJEKTA DOMA KULTURE U SJENICI**REVITALIZATION OF ABANDONED CULTURAL CENTER IN SJENICA**

Kadir Feković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – Tema ovog projekta je oživljavanje napuštenog objekta Doma Kulture u Sjenici. Glavni proces dizajna jeste stvaranje posebnog Obležja grada u kome je prostor u potpunosti funkcionalan i u korist mladima.

Ključne reči: Arhitektura, dizajn, revitalizacija

Abstract – Theme of the project is revitalization of abandoned Cultural Center in Sjenica. Concept design and design process of the project is making alive space that is useless but has potential to be landmark of the city as well as fully functional place for youth.

Keywords: Architecture, design, revitalization

1. UVOD

Predmet israživanja rada jeste način definisanja fenomena performativnosti arhitekture sa aspekta studija izvođenja (performance studies), sa ciljem objašnjavanja realizacija, njihovog nastanka kao i njihovo razumevanje.

Performativnost opseže konceptualnu i operativnu realnost, utiče na stvaranje inovativnih i drugačijih prostornih koncepta, odnosno na tumačenje prostora terminima realizacija umesto figuralnosti. Sama identifikacija performativnosti arhitekture kao fenomena stvara opširnu i složenu kategorizaciju koja se može svesti na nekoliko bitnih određenja u kome spada performans u arhitekturi (objekti namenjeni različitim oblicima javnog izvođenja), arhitektonski performans (kinetička promenljivost, digitalni i svetlosni efekti fasade, oblačenje volumena arhitekture) i performativna arhitektura (interaktivna arhitektura različitog stepena i karaktera promenljivosti prostorne dispozicije, sa proizvedenom reakcijom u odnosu na nastale vizuelne informacije i senzacije).

U ovom informativno-stimulativnom dizajn kontekstu, paradigma bazirana na dizajnu može biti prihvaćena na više načina - pružajući se na više oblasti, od prostornog, socijalnog i kulturnog do čisto tehnički (strukturno, termalno, akustično, itd) sastava realizacije.

Usavršavanjem načina izgradnje - od kulturnog do socijalnog konteksta pa sve do fizičkog - utiče na sami dizajn izgradnje njenim procesom i praktikovanjem tako što se granice između geometrije i analize kao i pojave i performansa, gube [1].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Ivana Miškelić.

Stvaranje arhitekture spektakla i performansa dolazi kroz kretanje samog objekta, a ne od predmeta.

Milenijumski most u Gejtsheđu, Velika Britanija, prvi je rotacioni most u svetu, ceo most se okreće oko dva pivoća sa obe strane reke tako da njegov nagib stvara dovoljno prostora za prolaz brodova ispod mosta

2. PROCES STVARANJA

Proces stvaranja primenjen na konkretnoj ideji odvijao se u nesvakidašnjim etapama i redosledu projektantske prakse, te se u ovom slučaju sa svakom novom fazom projektovanja otkrivao novi zadatak i nova idejna rešenja.

2.1. Fokus

Glavni cilj i inspiracija za ovom vrstom projekta proizilazi iz želje za oživljavanjem napuštenog objekta Doma Kulture koji se nalazi u strogom centru grada i zauzima površinu približnu 1000m². Preko 30 godina stanje Doma Kulture je neizmenjeno, u kome možemo sresti samo čaše koji se okupljaju, svojevremeno napravljene podruma i ostave od strane okolnog stanovništva, kao i mesto za stoku i divlje deponije. Nivo dovršenosti gradnje Doma Kulture je relativno osiromašen, pošto je ubrzo nakon podizanja betonske konstrukcije, gradnja obustavljena i nije menjana do danas.

Lokacija Doma Kulture je više nego pogodna za ostvarivanje i projektovanje dodatnih komponenti na već postojeći objekat bez velikih intervencija i ulaganja. Ono što predstavlja najzahtevniji deo projekta jeste polazna etaža (zemlja) koja se godinama taložila unutar i oko objekta tako da je za takav poduhvat potrebno detaljno pročišćavanje i izjednačavanje. Drugi deo problema predstavlja deo objekta koji nije natkriven. S obzirom na vremenske prilike u Sjenici, otkriveni delovi objekta bi se mogli koristiti maksimalno 70 dana u godini u letnjem periodu, dok se uz malu intervenciju, ostali delovi objekta mogu zaštititi i koristiti tokom cele godine. Do objekta je osmišljen i autoparking koji je i danas u upotrebi.

Iz preispitivanja na temu da li arhitektura može na izvestan način da materijalizuje mentalno – fizička osećanja i kako da se kroz formiranje objekta predstave isti, proizilazi lična potreba za suočavanjem sa osećanjima straha, iluzije i slobode, *trojstvom faktora*.

Staklo kao materijal se nametnulo samo, kao posledica ličnog shvatanja i *materijalizacije* značenja termina strah i iluzija, u metaforičkom smislu. Ukoliko bi se terasa i zid koji razdvaja spoljašnjost i unutrašnjost objekta napravili od stakla ispunio bi se kriterijum, odnosno ideja o postizanju iluzije, a u ovom slučaju to je iluzija koju ima

korisnik prostorije da korisnici terase lebde, a oni pak da nemaju tlo pod nogama.



Slika 1. Trenutno stanje Doma Kulture

Takođe, terasa koja je odvojena od samog objekta i čije su ograde takođe od stakla, izazvale bi izvesnu dozu straha kod svojih korisnika, gde se kroz formu objekta simbolički manifestuju navedeni osećaji. Rešenje takođe predviđa da je ulaz u sam objekat upravo sa terase.

2.2. Relacije

Dom Kulture je prvobitno osmišljen sa tri različite namene: Biblioteka, Dom Omladine i Dom Kulture. Svrha biblioteke je premeštaj sa stare lokacije koja je izgledala nedovoljno prostrana za knjige smeštene u njoj i ona je delimično izgrađena. Dom Omladine je imao za cilj okupljanja mladih u nadi za podizanjem svesti grupnim radom i drugim aktivnostima ali u potpunosti nije izgrađen. Dom Kulture zauzima najveći deo prostora i svrstan je u kategoriju amfiteatra. Fokus Doma Kulture je ograničavanje raznih pozorišnih aktivnosti, kulturnih događaja i priredbi. Dom kulture je, takođe delimično izgrađen.



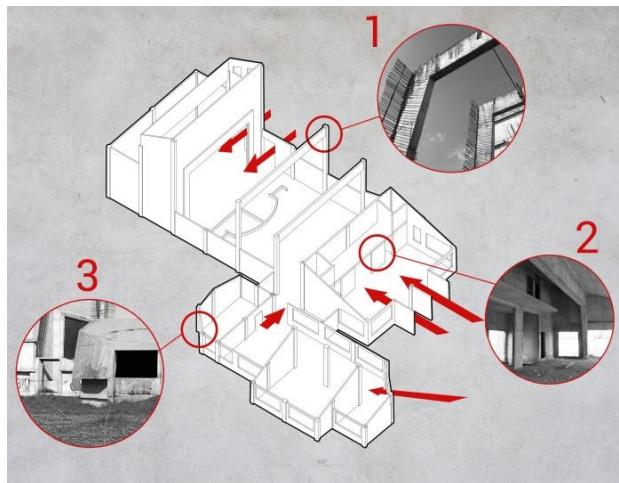
Slika 2. Prvobitna osnova Doma Kulture

2.3. Kontekst

Želeći da zadržimo svrhu Doma Kulture, intervenciju fokusiramo u tom smeru, tako da postoje više namena u ovom objektu. Svaka od namene biće ugrađena u postojeći objekat, tako da će objekat zadržati svoj prvobitni oblik ali isto tako i zaživeti. Dom Kulture će biti slobodan za posetu svima osim u uslovima korišćenja

određenih usluga unutar objekta, zbog bezbednosti inventara. Posebne usluge imaće svi oni koji budu članovi biblioteke, gde uz prijavu, dobijaju svoju ID karticu, koju očitavaju na ulazima.

Intervencija se sastoji iz više delova: Radnih Kutija (eng. Work Booth), Samouslužne biblioteke, Administracije, Amfiteatra, Košarkaškog terena i Sanitarnog čvora.



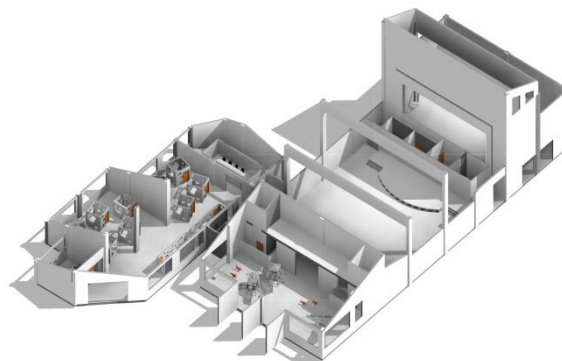
Slika 3. Analiza bezbednosti

2.4. Instalacija

U objektu su predviđene sve standardne instalacije koje podrazumeva ovaj tip objekata: instalacije vodovoda i kanalizacije, termotehničke instalacije (grejanje), instalacije jake i slabe struje i predmet su zasebnih projektnih elaborata.

Predviđene su instalacije vodovoda i kanalizacije i hidrantska protivpožarna instalacija i biće priključeni na instalacioni sistem snabdevanja u skladu sa uslovima nadležnog komunalnog preduzeća i tehničkim propisima. Ove instalacije se vode vertikalno do ventilacionih kanala i horizontalno se sprovode ispod konstruktivne tavanice.

Odvođenje sanitarnih, otpadnih i fekalnih voda biće obezbeđeno sistemom fekalne i atmosferske kanalizacione mreže.

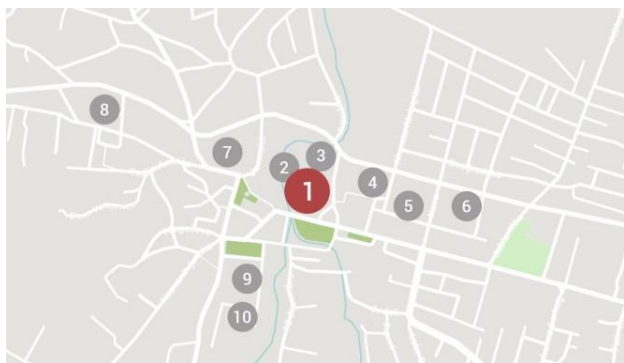


Slika 4. Aksonometrijski prikaz prostora.

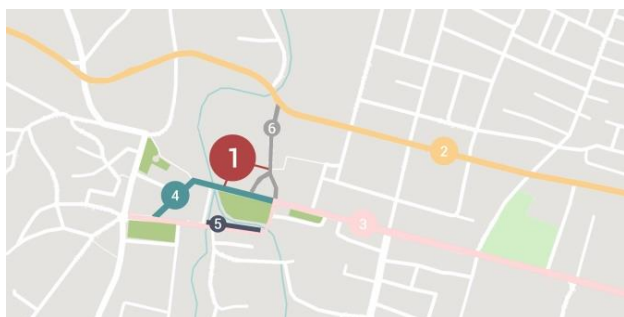
2.5. Povezivanje

Lokacija Doma Kulture, sudeći po mnogima, je jedna od najboljih lokacija u Sjenici. Parcela objekta se jednom stranom prostire duž reke Grabovice, gde se graniči sa gimnazijom „Jezdimir Lović“ i Tehničkom Školom, Dečijim dispanzerom i šetalištem. Glavni prilaz za vozila se odvija preko ulice Save Kovačević ili direktnim prilazom sa šetališta.

Prilaz Domu Kulture je omogućen na dva načina: direktno sa pešačke staze centra grada i skretanjem iz ulice Save Kovačevića. U blizini Doma Kulture se nalazi tranzitni put, zaobilaznica, kao i centralna ulica i šetalište, taksi stanica i parking sa preko 15 mesta.



Slika 5. Analiza lokacije u blizini objekta



Slika 6. Saobraćajna mreža u blizini objekta

2.6. Koncept

Koncept Doma Kulture je u osnovi veoma prost uz delimično minimalne intervencije. Glavne stavke ove instalacije prema potrebama grada su:

- Cirkulacija u prostoru
- Bezbednost
- Koncept
- Spektakl objekta

S obzirom da je objekat namenjen za građane svih uzrasta, najfrekventniji posetioci biće deca i adolescenti koji će se slobodno kretati prostorom Doma Kulture. Takođe, potrebno je izvršiti određene intervencije sa ciljem bolje bezbednosti posetilaca. Nedovršena gradnja ostavila je armaturske profile koji vise iz betonske konstrukcije tako da deca olako mogu da se povrede. Uklanjanjem tih armaturskih profila bezbednost posetilaca bi bila povećana.

Takođe, postoji neobezbeđena galerija bez ograde i stepeništa na kome posetioci mogu olako da se uspenju i time rizikuju za povredom, čemu je intervencija manjim

ulaznim paviljonom preko te galerije na plafonu obezbedila nemogućnost penjanja i rešila bezbednost.

2.7. Spektakl Objekta

Jedan od glavnih, ako ne i najveći, razlog za idejom oživljavanja ovog objekta jeste masivna siva betonska konstrukcija koja se vidi sa šetališta i koja deluje napušteno u pravom smislu te reči. Prvobitna zamisao je bila, minimalna intervencija farbanja te betonske konstrukcije u živahnije boje uz dekoraciju gradienta na svakom od postojećih etapa, ali su se u međuvremenu pojavile dodatne ideje za intervencijom unutar objekta kako bi objekat bio multifunkcionalniji.



Slika 7. Idejni prikaz posle intervencije

Mesta obuhvaćena ovom intervencijom na objektu su eksterijer, kao i enterijer sa ciljem da prostor predstavlja jednu celinu u kome se ne pristupa unutar njega, već razlaže i utapa, u kome ne postoji unutar i vani.

Stavljanjem akcenta na fasadu objekta, prirodnom reakcijom dobijamo jedno obeležje grada (eng. Landmark) koje bi predstavljalo i turističku atrakciju.

Drugi način izvršavanja ove intervencije je video projektorima. Ovaj vid intervencije je uskraćen dekoracije danju čime bi se smanjila produktivnost prvobitne namene objekta (da prolaznicima i posetiocima skrene pažnju). Najuspešniji vid realizovanja ovih intervencija bi bio i bojom i video projektorima.



Slika 8. Trodimenzionalni prikaz dela enterijera

3. ZAKLJUČAK

U današnjem medijski zasnovanom društvu, često gubimo iz vida realnost našeg života. Naši susreti se sve češće dešavaju u sajber prostorima umesto interakcijom, licem u lice.

Snaga slučajnog susreta se sve više smanjuje. Živimo u društvu koji svakodnevni život stavlja u privatnu sferu: u privatnom automobilu, na privatnom random mestu, u strogo privatizovanim tržišnim centrima – što predstavlja jasne znake da grad i javni prostori imaju značajni uticaj za društveni život ljudi.

Javni prostori nemaju jasne propise poput: plaćanja uzlaznice ili poštovanja kodeksa oblačenja. Oni nude iznenađenja i neočekivana zadovoljstva, kao što su: prizori dečijeg igranja, šetnje mladih i „ćaskanje” starih. Mesta su u kojima se beg od dosade, usamljenosti i svakodnevnih obaveza pretvaraju u scenu; gde ne postoji jasna razlika između posmatrača i onoga što posmatramo – svi su na sceni i deo su publike.

4. LITERATURA

- [1] Branko Kolarević & Ali M. Malkawi, Performative Architecture Beyond Instrumentality, Spoon Press, New York and London, 2005, 3

Kratka biografija:



Kadir Feković rođen je u Somboru 1991. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitekture – Dizajn enterijera odbranio je 2018. god.
kontakt: fekovickadir@gmail.com

НОВИ САД ОЛИМПИЈСКИ ГРАД - 2032. ГОДИНЕ**NOVI SAD - OLYMPIC CITY 2032.**

Милица Гордић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – АРХИТЕКТУРА

Кратак садржај – Пројекат „Нови Сад - олимпијски град 2032. године” заснива се на истраживању и упознавању са историјом, основним подацима и организовањем летњих Олимпијских игара. Задатак истраживања био је да пружи увид у стратегије организовања претходних Олимпијских игара, и да се користећи анализе, добије јасна слика предности и мана такве организације. Крајњи циљ био је утврђивање стратегије која ће омогућити постојање свих садржаја неопходних за одржавање игара, али не водећи се само питањем шта је све потребно за организацију оваквог догађаја већ и питањем које се тиче будућности града након завршетка игара - шта је потребно Новом Саду и његовим становницима.

Кључне речи: Олимпијске игре, Нови Сад, утврђивање стратегије

Abstract – The project "Novi Sad - Olympic City 2032" is based on research and meeting the history, basic data and the organization of the Summer Olympics. The assignment of the research was to provide an insight into the strategies of organizing the previous Olympic Games, and, using analysis, getting a clear picture of the advantages and disadvantages of such an organization. The ultimate goal was to determine a strategy that would allow existence of all the contents necessary for the maintenance of games. Not only by asking what is needed to organize such an event, but also the question of the future of the city after the end of the games - what is needed for Novi Sad and its residents.

Keywords: Novi Sad, Olympic games, strategy

1. УВОД

Олимпијске игре су најпознатији и највећи међународни спортски догађај. Обухватају спортска такмичења у различитим спортовима и дисциплинама у мушкој и женској конкуренцији. Одржавају се сваке четврте године а подељене су на летње и зимске Олимпијске игре. До 1992. године летње и зимске игре одржавале су се исте године када је одржавање зимских игара померено за две године и од тада се одржавају наизменично - на сваке две године. Временски период између игара који траје четири године назива се Олимпијада. Олимпијада почиње по завршетку једних игара и траје до почетка наредних.

НАПОМЕНА:

Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је била проф. др Милица Костреш.

2. ИСТОРИЈА ОЛИМПИЈСКИХ ИГАРА

У старој Грчкој, физичкој култури се поклањала посебна пажња. Стари Грци су спортска надметања свога доба организовали из више разлога и то: у част неке победе, нечијег повратка, у част религијских свечаности, неког новог савезника итд. Оваква такмичења у античкој Грчкој називала су се Игре и могле су имати територијални, религијски или свегрчки карактер. Постојало је више игара и то: Истмијске, Питијске, Немејске итд., али су једне Игре засениле све остале. То су Олимпијске игре.

2.1. Античке Олимпијске игре

Античке Олимпијске игре су се одржавале на западној обали Пелопонеза, у државици Елиди. Иако постоје подаци да су многобројне игре одржаване на тлу античке Грчке много година пре тога, за званичан почетак одржавања Олимпијских игара узима се 776. година пре н.е., на основу уклесаних натписа пронађених у Олимпији у којима су забележена имена свих победника од 776. године пре н.е. па надаље. Игре су се одржавале на сваке четири године а период између одржавања игара назван је Олимпијада и у старој Грчкој коришћен је као мерна јединица времена. У почетку је постојала само једна дисциплина - трчање на један стадион (4420м) а током година се број спортова повећавао. Такмичили су се искључиво мушкарци који су рођени слободни. Победити на играма била је ствар престижа, а о победницима, који су крунисани маслиновом гранчицом, певане су песме и у њихову част прављене су скулптуре. Године 393. римски цар Теодосије укинуо Олимпијске игре, прекинувши тако готово 12-вековну историју овог спортског догађаја [1,2].

2.2. Модерне Олимпијске игре

Занимање за обнову Олимпијских игара расло је како су ископавањима немачких археолога средином 19. века ископани остаци древне Олимпије. Олимпијске игре обновљене су коначно крајем 19. века захваљујући француском барону Пјеру де Кубертену. Подстакнут ископавањима у древној Олимпији, као и обновом спортских покрета у многим земљама на седници Уније француских спортских друштава за атлетику 1892. године први пут се наложио за обнављање Олимпијских игара као периодичних спортских такмичења омладине целог света. Прве модерне Олимпијске игре или игре прве олимпијаде модерног доба одржане су у периоду од 6. до 15. априла 1896. године на стадиону Панатинаикон у Атини. Игре су биле велики успех, највеће спортско такмичење икад одржано. Последње Олимпијске игре

одржане су у Рио де Жанеиру 2016 године. Њихов званичан назив гласи „Игре XXXI Олимпијаде” [3].

3. ОЛИМПИЈСКИ СПОРТОВИ

Олимпијским спортовима се називају сви спортови који су на програму летњих или зимских олимпијских игара. На првим Играма 1896. године је било укупно девет спортова, и од тада је број спортова на програму летњих Игара достигао 28, након укључивања голфа и рагбија у редовни програм на последњим играма одржаним у Рију 2016. године. На следећим Олимпијским играма које ће се одржати 2020. у Токију спортисти ће се надметати у 33 спорта. На програму зимских игара је укупно 7 спортова. Међународни олимпијски комитет (МОК) је успоставио хијерархију по којој постоје групе спортова (Olympic sports) које чини више спортова (Disciplines) и дисциплина (Events). Званични спортови на летњим олимпијским играма су подељени на четири групе и то: индивидуални, екипни, борилачки и спортови на води [4].

4. ПРОЦЕС ОРГАНИЗОВАЊА ОЛИМПИЈСКИХ ИГАРА

Од 1986. године када су одржане прве модерне Олимпијске игре до данас одржано је 28 Олимпијских игара у 23 различита града у 20 држава. Неки градови су били домаћни више пута а у неким земљама су се игре одржавале у различитим градовима. Лондон је највише пута био домаћин, чак три, док су Париз, Лос Анђелес и Атина били по два пута домаћини игара. Овај процес обухвата следеће фазе [5]:

1. Позивање градова
2. Процес подношења кандидатуре
3. Фаза 1: Визија, концепт игара и стратегије
4. Фаза 2: Управљање, места одржавања и финансије
5. Фаза 3: Реализовање игара, искуства и одрживост

5. ПРЕДЛОГ РЕШЕЊА - ОРГАНИЗОВАЊЕ ОЛИМПИЈСКИХ ИГАРА У НОВОМ САДУ

Посматрајући и анализирајући примере организације претходних Олимпијских игара, закључак је да изградња великих спортских и резиденцијалних комплекса по ободу града не доноси добре резултате, тачније они служе сврси само током трајања Игара, међутим по њиховом завршетку већина ових објеката губи своју функцију и не постоји никаква оправданост њиховог постојања. Поставља се питање шта градови домаћини уопште добијају организацијом Олимпијских игара? Популарност коју град домаћин има непосредно пре и током трајања Игара, одмах по њиховом завршетку почиње да јењава. Осим неколико спортских објеката који настављају да се користе, сви остали доносе више штете него користи. Како би се избегли овакви проблеми потребно је, дакле, осмислити нову стратегију организације Игара која ће у обзир узимати и потребе Игара али подједнако и потребе града и регије у којој се одржавају. Ова стратегија покушаће да обједини и комбинује начине на који су организоване досадашње Олимпијске игре са стратегијама одрживог развоја који подразумева

коришћење постојећих капацитета и развијање неразвијених зона колико год је то могуће у граду као што је Нови Сад. На тај начин ће оживети цео град и његови становници ће имати велику корист након завршетка Олимпијских игара. Основни циљеви стратегије су:

1. Утврђивање броја спортова и потребних капацитета
2. Испитивање постојећих капацитета и могућности њиховог проширења
3. Утврђивање потребних нових капацитета
4. Организовање по зонама
5. Распоред спортских дешавања
6. Међусобно повезивање зона и повезивање самог града са осталим деловима државе и Европе
7. Интервенције унутар одабраних зона

5.1. Утврђивање броја спортова и потребних капацитета

Као референтни пример из кога ће се узимати потребни подаци користиће се Олимпијске игре у Рио де Жанеиру као последње које су до сада одржане. На основу истраживања утврђени су следећи нумерички показатељи:

- такмичило се укупно 11237 спортиста
- учествовало је 207 националних олимпијских комитета
- спортисти су се такмичили у 28 спортова и 308 дисциплина, већином у мушкој и женској конкуренцији
- такмичења су организована у 32 дворане
- игре су трајале 15 дана

5.2. Испитивање постојећих капацитета и могућности њиховог проширења

Следећи корак у изради стратегије јесте испитивање постојећих спортских капацитета који постоје у граду а који би уз одређене интервенције могли да задовоље потребне захтеве. На основу истраживања, утврђено је да су објекти које је могуће искористити за одржавање одређених такмичења Спортски и пословни центар Војводина (СПЕНС), стадион Карађорђе, спортски центар Слана бара и поједине хале Новосадског сајма. Осим наведених простора који се налазе у самом граду, могуће је искористити и одређене спортске објекте у другим градовима.

5.3. Утврђивање потребних нових капацитета

Након детаљне анализе потребних спортских и смештајних капацитета, као и анализе постојећих капацитета и могућности њиховог коришћења утврђено је да и даље постоји одређен број објеката који недостају и које је потребно изградити. Пре свега ту се мисли на изградњу олимпијског стадиона, затим комплекса тениских стадиона као и арена за одбојку, кошарку, рукомет и велодром као и олимпијског базена. Стога је најбитније ове објекте планирати тако да буду смештени на локацији која је тренутно запуштена или неискоришћена а има велики потенцијал и може бити доста атрактивна уколико се искористи на прави начин. Друга намена која је неопходна и доминантна у организацији Олимпијских

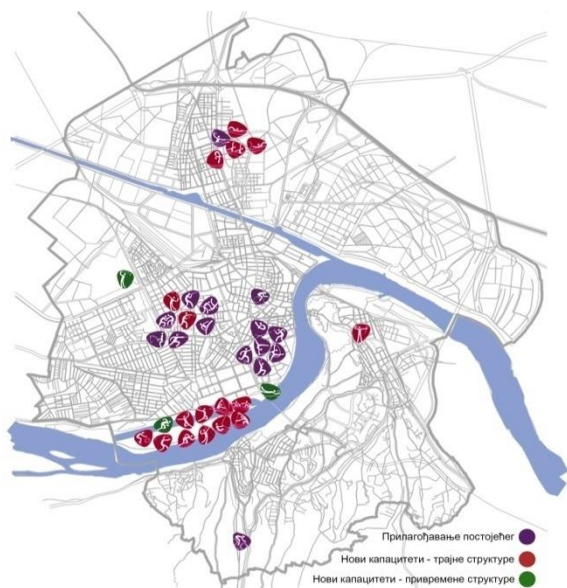
игара јесу смештајни капацитети. Према подацима из Рио де Жанеира потребно је обезбедити смештај за око 13000 спортиста и чланова њиховог тима. Као и у случају олимпијског парка, тако и при пројектовању олимпијског села треба водити рачуна о томе да буде другачије и иновативно, са добром локацијом, како би се спречило његово пропадање по завршетку игара, што је углавном до сада био случај са селима која су грађена у виду скоро идентичних вишеспратница на ободу града у којима нико није хтео да живи.

5.4. Организовање по зонама

Основни просторни концепт планирања Новог Сада као олимпијског града јесте подела по зонама. Овакав концепт омогућава да сви делови града буду подједнако укључени у организацију али и да се развијају и имају дугорочну корист. На овај начин неће доћи до преоптерећења појединих делова града због превелике концентрације људи, већ ће се посетиоци поделити по одговарајућим зонама у зависности од њиховог занимања.

5.5. Просторни распоред спортских дешавања

На основу анализе постојећих и капацитета које треба додатно обезбедити, усвојен је распоред свих спортских дешавања у граду по одабраним зонама. Њихов распоред приказан је на следећој мапи:

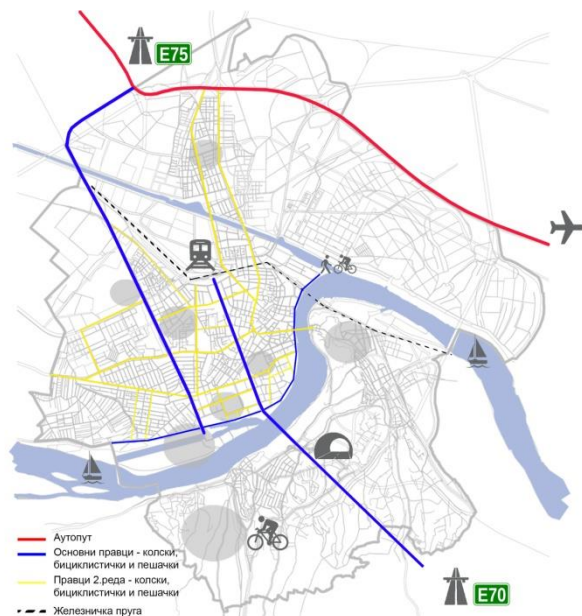


Слика 1. Мапа са распоредом спортских дешавања

5.6. Повезивање зона и повезивање самог града са осталим деловима државе и Европе

Поред спортске и стамбене инфраструктуре, планирање саобраћајне инфраструктуре је исто тако важан део оваквог пројекта а потреба за повезивањем представља заједнички интерес обе стране. Поред повезивања појединих зона унутар града који ће омогућити што једноставније функционисање саобраћаја током игара, потребно је испланирати и како повезати сам град са осталим градовима у Србији али и са другим европским државама. Саобраћајно решење карактерише постојање три главна правца - два колска и један пешачко-бициклически. Главни колски правци су Булевар

Европе и Булевар ослобођења. Преко Булеvara Европе граду је омогућен директан излаз на ауто-пут E75, док се планира његово проширење у правцу југа како би се повезао са олимпијским парком. Булевар ослобођења је од своје изградње најважнија саобраћајница у граду. Протеже се од железничке станице на северу до Моста слободе на југу. Продужетком овог правца даље ка југу и изградњом тунела кроз Фрушку Гору остварила би се директна повезаност града са аутопутем E70 који води даље ка западној Европи. Главна оса предвиђена за одвијање пешачког и бициклическог саобраћаја је Дунавски кеј. Обзиром да је већи део леве обале Дунава уређен и прилагођен за пешаке и бициклисте, пројекат обухвата само продужење кеја ка западу до олимпијског села. Поред кеја као главног правца, предвиђа се и изградња нових и реконструкција старих тротоара и бициклических стаза дуж свих већих улица у граду и претварање појединих колских улица у пешачке и бициклическе.



Слика 2. Графички приказ саобраћајног решења

5.7. Приказ конкретних интервенција

Иако стратегија предвиђа интервенције у оквиру већег броја зона, због обима пројекта није се могуће бавити детаљном разрадом свих њих. Стога ће у наставку бити приказане интервенције у оквиру две зоне а то су Каменичка ада и Новосадски сајам. Каменичка ада

Као јединствена локација у граду и простор са великим потенцијалима, Каменичка ада је одабрана да буде центар дешавања - на њој је предвиђена изградња олимпијског парка. Цела површина аде тренутно је покривена шумом што је једна од позитивних карактеристика, међутим тај простор је потпуно запуштен. Такође, сам рукавац Дунава као и обала су веома неуређени што овај простор чини непривлачним за посетиоце. Изградња олимпијског парка омогућила би да овај простор у оживи, а након завршетка Олимпијских игара постао би главни спортски центар у граду и регији од кога би становници имали свакодневну корист. Најзначајнији

објекат чија је изградња предвиђена у оквиру олимпијског парка свакако је олимпијски стадион. Планирано је да стадион има капацитет од 60000 места за седење, док би се по завршетку игара капацитет смањено на 30000 места. Након завршетка игара, стадион би био додељен атлетском клубу Војводина а служио би и као национални атлетски стадион. Поред стадиона, олимпијски парк обухвата и арене за одбојку, кошарку и рукомет, комплекс тениских дворана, велодром и привремени стадион за рагби и хокеј на трави.



Слика 3. Олимпијски парк

Новосадски сајам

Пројекат реконструкције простора Новосадског сајма обухвата неколико фаза:

1. задржавање и тренутну пренамену објеката
2. реконструкцију и доградњу објеката
3. уклањање старих и изградњу нових објеката
4. уређење простора између објеката

Мастер центар и Хала 1, као као објекти веома доброг бонитета, током Олимпијских игара користиће се као главни медијски центар и центар за међународно емитовање. Ови објекти не захтевају велике интервенције, већ само прилагођавање простора новој привременој намени. Након завршетка Игара, објектима ће бити враћена првобитна намена. Планирано је да постојећа атлетска хала доживи пренамену, тачније буде претворена у стрељану. Хале број 2 и 3 се такође задржавају. Уз одређена проширења и доградњу добиће се простори за рвање, теквондо и џудо. Већина осталих хала мањих димензија биће уклоњено и уместо њих биће изграђене две нове хале, које ће током Игара служити као борилишта за бадминтон, бокс и мачевање, а по завршетку игара заједно са халама 1, 2 и 3 служиће за изложбе на међународним и домаћим сајмовима. У оквиру коњичког клуба биће изграђен нови терен са трибинама на ком ће се одвијати сама такмичења док ће постојећи терен служити као простор за тренинг. Након завршетка игара овај простор биће дат на коришћење коњичком клубу. У оквиру простора Новосадског сајма тренутно се врши изградња неколико вишеспратних зграда па се пројектом предвиђа изградња још неколико њих које ће, заједно са постојећим, током игара служити за смештај

новинара. Након игара село за новинаре биће претворено у стамбено - пословни комплекс.



Слика 4. План уређења Новосадског сајма

6. ЗАКЉУЧАК

На примеру организовања Олимпијских игара у Новом Саду примењена је стратегија која се подједнако бави интересима игара и интересима града. Поред изградње нове инфраструктуре, искоришћен је и велики број постојећих капацитета. Спроведене су интервенције на постојећим објектима и просторима како би се прилагодили захтевима Олимпијских игара а све то водећи се идејом да и у будућности ови простори имају значај за град и његове становнике. До сада су организацију Олимпијских игара добијали само вишемилионски градови а на овај начин је доказано да и градови попут Новог Сада могу бити организатори овако великих манифестација.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Др Илић, С. (2006), Историја физичке културе, Београд, Д.Т.А. ТРАДЕ
- [2] <http://olimpijske-igre.weebly.com/anti269ke-olimpijske-igre.html>
- [3] <http://olimpijske-igre.weebly.com/moderne-olimpijske-igre.html>
- [4] <http://www.oks.org.rs/sportovi/>
- [5] <https://www.olympic.org/all-about-the-candidature-process>

Кратка биографија:



Милица Гордић рођена је у Прибоју 1994. год. Основне академске студије завршила је 2017. године на Факултету техничких наука у Новом Саду. Мастер рад на мастер студијама усмерења Архитектонско и урбанистичко пројектовање на Факултету техничких наука одбранила је 2018.год.

контакт: milicapb.gordic@gmail.com

ENTERIJER COWORKING PROSTORA U SKLOPU OBJEKTA MEŠOVITE NAMENE U NOVOM SADU**INTERIOR OF COWORKING SPACE WITHIN A MIXED-USE FACILITY IN NOVI SAD**Dunja Nemet, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ARHITEKTURA**

Kratak sadržaj – Program rada se bavi oblikovanjem unutrašnjeg prostora i dizajniranjem nameštaja za coworking prostor u Novom Sadu. Pored enterijera coworking prostora, objekat će imati različite funkcije za rad, odmor, relaksaciju, kulturu i obrazovanje, i sve to čini multifunkcionalnu celinu. Rad obuhvata značenje i funkcionisanje coworking prostora kao i pet studija slučaja objekata te namene.

Abstract – The project deals with the creation of interior space and the design of furniture for the coworking space in Novi Sad. In addition to the interior of the coworking space, the facility will have different functions for work, rest, relaxation, culture and education, all of which make the multifunctional whole. The work includes the meaning and functioning of coworking space as well as five case studies of objects for this purpose.

Ključne reči: Arhitektura, enterijer, dizajn, coworking, mešovita namena

1. UVOD

Tema rada je uređenje postojećeg prostora, u coworking prostor sa pratećim sadržajima, u zgradi bivšeg Radničkog univerziteta u ulici Vojvodanskih Brigada u Novom Sadu. Pri uređenju ovakvog prostora, akcenat se stavlja na efikasan i komforan način rada i pruža se korisnicima mogućnost slobode u odabiru mesta za sedenje, najčešće uz laptop ili računar. Pored radnog prostora, korisnicima se pruža mogućnost za odmor, relaksaciju i zabavu. Kroz rad će se istraživati razvoj prostora za rad i uticaj ekonomije, kulture, razvoja tehnologije i interneta, kao i sociološki uticaj i socijalni trendovi, na sve veću popularnost zakupljivanja ili iznajmljivanja mesta u coworking prostore.

Cilj istraživanja rada je stvaranje zajedničkog radnog prostora, kako bi mlade intelektualce podstakli na samostalni rad i finansijsku nezavisnost od velikih korporacija. Podsticaj preduzetništva, međusobne saradnje i razmene ideja je glavni cilj ovog načina poslovanja. U praktičnom delu rada, biće prikazan projekat *coworking* kancelarije sa različitim sadržajima koji još više doprinose kvalitetnijem radu takvom načinu poslovanja.

Zadatak istraživanja je otkrivanje novih oblika rada, zarad dovođenja radnika do aktivne saradnje, diskusije i bolje produktivnosti. Sve se to razvijalo od kalsičnih zatvorenih prostora, preko kubičnih formi i *open space* kancelarija.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Ivana Miškeljin.

Kroz studije slučaja, koji mogu biti potpuno različiti kako vizuelno, tako i oblikovno, oni suštinski imaju isti cilj. Tako da će *coworking* biti prikazan kroz različite enterijere, koji svojim kvalitetima utiču ponaosob na svakog korisnika prostora, podstičući znanje, rad i ideju.

2. ISTORIJSKI RAZVOJ RADNOG OKRUŽENJA

Krajem 19. veka, prve komercijalne kancelarije su se pojavile u severnim industrijskim gradovima Amerike. Izumom telegrafa, zatim i telefona, kancelarije su imale mogućnost da se izmeste daleko od fabrike, a kontrola proizvodnje i distribucije je mogla da se održi i na udaljenim tržištima. Pojavom nove tehnologije, kao što je električno osvetljenje, pisača mašina i kalkulator, omogućavale su akumulaciju velike količine informacija, koje su se obrađivale brže i efikasnije.

U Čikagu, čvorištu srednje zapadne američke železnice, tehnologija kao što su čelični ramovi i lift, omogućili su da objekti budu građeni na mnogo većim visinama, i samim tim je to omogućavalo da se izvuče maksimalan potencijal parcele. To su bile prve tradicionalno raspoređene, odvojene prostorije, koje se otvaraju ka hodnicima. Tlocrt je bio projektovan da se ostvari maksimalan prihod. Ovaj princip je usmeren isključivo na ostvarivanje profita i definiše projektovanje nebodera u Njujorku i Čikagu sa početka 20. veka.

Principi Modernizma su dovedeni u pitanje, još od 1950. godine. Po prvi put, arhitekta i dizajneri se fokusiraju na unutrašnjost objekta i razmatraju mogućnost da raspored unutar radnog prostora može biti značajan faktor produktivnosti. Do tog trenutka, udobno sedenje se smatralo formom lenjosti. Takođe, same stolice su predstavljale status u kompanijama, pa tako nadređeni i zaposleni, kao i muškarci i žene nisu imali iste stolice. Tek tokom 70-ih godina, dizajneri se interesuju za principe ergonomije. Od tog trenutka kreće se sa teorijama o organizaciji radnog prostora tako da se u prvi plan stavljaju potrebe zaposlenih.

2.1. Tradicionalna kancelarija

Predstavljena je kao veliki prostor, koji je trajnim zidovima podeljen u brojne zasebne manje ili veće kancelarije, i to iz razloga onoga ko u njima radi [1]. Nadređeni ljudi u kompaniji, uglavnom su uživali u kancelarijama koje su se nalazile na uglovima objekta, sa dve strane zastakljenim zidovima i samim tim svetlijim i prozračnijim prostorom [1]. Podrazumeva se da su kancelarije imale veliku kvadraturu, i privatnost je bila logičan sled u karakteru tih kancelarija [1].

Prednosti: koncentracija, nesmetan rad i privatnost [1]

Mane: rigidna hijerarhija, mala fleksibilnost i nedostatak saradnje [1]

2.2. Kockice

Kubične forme su delimično zatvoreni radni prostori, koji su odvojeni jedni od drugih pregradama, obično 1.5-1.8 metara visine, čija je svrha da izoluju radnike od pogleda i buke u otvorenom radnom prostoru, tako da mogu da se koncentrišu na rad [1].

Šezdesetih godina prošlog veka, uslužna ekonomija i tehnologija se uporedo razvijaju i time značajno utiču na sliku radnog prostora [1]. Pokazalo se da se prostori koji su bili kruti u svojoj hijerarhijskoj organizaciji mogu izmeniti tako da budu motivacija za zaposlene [1]. Ovaj tip kancelarije, naveden u poglavlju iznad, dizajnirao je Robert Propst za firmu Herman Miller, 1967. godine, pod imenom *Action Office II* [1].

2.3. Kuća kao kancelarija

U devedesetim godinama, prošlog veka, rast interneta, laptop računara, i mobilnih telefona, signalizira smrt konvencionalne kancelarije [1]. Neke od najvećih konsultantskih i advertajzing kompanija, kancelarije su zamenile sa mobilnim telefonima i telekomunikacionom mrežom, tako da omogućavaju zaposlenima da se uključe bilo gde i rade virtuelan posao bilo kada [1]. Kako je tehnologija dopustila decentralizaciju radne snage, pojam korporativnog štaba počinje da zastareva [1].

3. MODERAN PRISTUP RADNOM OKRUŽENJU

Sa brzim razvojem novih tehnologija, novim načinima komunikacije i razmene informacija, mesta za rad kao i sam radni proces prolaze kroz sveobuhvatne promene. U isto vreme, razmera radne kancelarije se konstantno povećava prilagođavajući se modernim informacijama, znanju i društvu. Danas, na primer, su retke najjednostavnije zanatske radnje koje ne koriste kompjutere u radnom procesu, kao i za prodaju i računovodstvo. Proces rada se menja u kancelarijama, a jedan od glavnih ciljeva pri projektovanju objekata u kojima se nalaze kancelarije, je fleksibilnost i organizacija prostora tako da se ostvari bolja komunikacija među zaposlenima. Čest slučaj je da se napušta princip projektovanja poslovnih zgrada u kojima su kancelarije malih površina, već se teži kancelarijama koje nemaju fiksna radna mesta, već zaposleni biraju željeno radno mesto za taj dan. Iako je praksa dokazala da je taj princip efikasniji za rad i bolji, realnost je da su većina kompanija i radnika naviknuti na standardne, male kancelarije, tako da teško napuštaju stare navike.

Ono što je bitno, jeste to da radna okolina koja je oblikovana na moderan i atraktivan način, čini značajan doprinos u komforu i motivaciji zaposlenih. Logično, ne može postojati jedna određena veličina kancelarije koja odgovara svima. Stimulativno radno okruženje koje promoviše 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, održivost je jedna od bitnih uloga u procesu projektovanja radnih prostora. Dizajn kancelarije i kvalitet, čine značajan doprinos stvaranju identiteta kompanije. Najaktuelnije i najzastupljenije moderno radno okruženje današnjice je u vidu *coworking* prostora.

4. COWORKING

Definicija *coworking* prostora je i dalje otvorena i generička. *Coworking* se karakteriše kao radna zajednica različitih preduzetnika i oblasti u okviru jednog objekta. Svi članovi zajedno postaju zajednica koja deli pogodnosti radnog prostora. Taj prostor uglavnom može biti u privatnom vlasništvu ili je potpuno autonoman. *Coworking* je stil koji zagovara fleksibilnost i saradnju koja je zasnovana na međusobnom poverenju i deljenju zajedničkih ciljeva i vrednosti među korisnicima. On je stvoren za nezavisne profesionalne aktivnosti.

Coworking prostori nude opremu, pogodnosti i prednosti koje ne mogu svi da priušte u svom poslu. Kod *coworking* prostora, preduzetnici dele jednu veliku kancelariju i koriste zajedničke usluge u zavisnosti od članstva: konferencijske sale, kancelarije "1 na 1", prostore za odmor, ormarice za odlaganje stvari, Wi-Fi, zajedničku upotrebu tehnologije: štampača, kopir mašine, faks mašine, kancelarijski pribor, zajedničku kuhinju ili bar, toalet i prostor za odmor, koji često podrazumeva društvene igre, stolove za stoni fudbal, tenis i slično, itd. Ovaj koncept rada, odgovara onim preduzetnicima koji ne žele da iznajmljuju sopstvene kancelarije, nemaju vremena i ne žele da se bave uređivanjem i izborom nameštaja ili izborom asistenta. Korisnici ovakvog prostora zakupljuju sto na određen vremenski period koji njima odgovara-na jedan dan, na nedelju dana, mesec dana ili godinu dana.

Ljudi koji su korisnici *coworking* prostora opisuju njihov način rada kao „kretanje“. Iako ovakvi prostori mogu varirati u zavisnosti od različitih usluga, svi oni dele četiri glavne vrednosti: "saradnja, otvorenost, komunikacija i održivost" [2]. Naglasak na zajednici je ključan.

Coworking prostori mogu se uporediti sa biznis inkubatorima-zajednički radni prostori kojim uglavnom upravlja lokalna vlast ili određene neprofitabilne organizacije koje imaju za cilj da stvore mogućnost za nove lokalne poslove. Ono u čemu je glavna razlika između ovih prostora je nedostatak socijalnog aspekta kod biznis inkubatora.

4.1. Pozitivne i negativne strane *coworking-a*

Coworking se pokazao kao dobro rešenje za sve one preduzetnike i honorarce kojima je u poslu nedostajao osećaj zajednice. Za razliku od ostalih poslovnih zajednica, *coworkeri* su najčešće individualci koji dele zajednički prostor. Spontani susreti ljudi iz različitih i sličnih struka i profesija se pokazalo kao veoma plodan i inovativan način rada i funkcionisanja u ovakvim prostorima.

Standardni *coworking* prostori nude:

- zajednički radni prostor,
- 24/7 pristup radu,
- mogućnost rezervisanja i zakupa kancelarija za sastanke,
- Wi-Fi,
- zajednička upotreba tehnologije: štampača, kopir mašine, faks mašine,
- zajednička kuhinja, toalet i prostor za odmor.

Ono što može da bude negativna strana ovakvog načina rada jeste autonomija. Previše autonomije može zapravo da zaustavi produktivnost i koncentraciju, jer ljudi nemaju rutinu. Ono što se kroz razvoj kancelarijskih prostora pokazalo kao velika mana otvorenih radnih prostora, jeste pojačana buka, koja dovodi do manjka koncentracije radnika, i smanjena privatnost.

5. KONCEPT

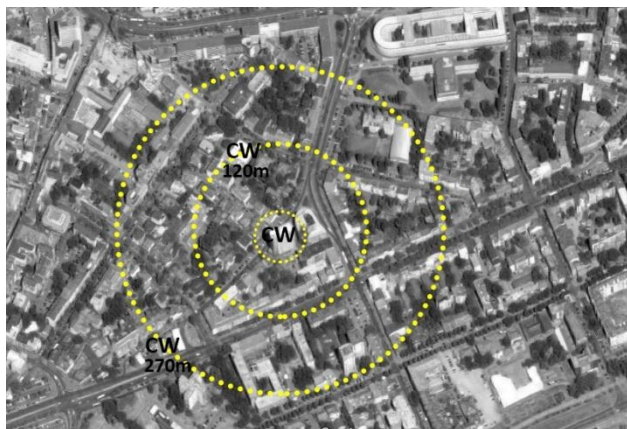
Na teritoriji grada Novog Sada, postoji veliki potencijal za jednu ovakvu strukturu, jer Novi Sad predstavlja prestonicu kulture i sadrži visok stepen kulturnih udruženja i sadržaja. Takođe, Novi Sad je poznat centar IT industrije i to zahvaljujući odličnom odnosu cene i kvaliteta koji nudi stranim kompanijama. Zato broj frilensera raste iz dana u dan i pretenduje da postane najjača socijalno-privredna grana opštine.

Ideja ovog projekta jeste da se posao pretvori u zadovoljstvo i da se zaposleni, preduzetnici, umetnici i studenti povežu na jednom mestu i da svojom zajedničkom snagom i znanjem podstiču jedne druge na kvalitetan rad i međusobni odnos. U današnje vreme, neophodno je stvoriti prostor koji će pružiti fleksibilno i kvalitetno radno vreme, i da pored toga prijušti sadržaje za rad, relaksaciju, rekreaciju, zabavu, odmor, obedovanje i socijalizaciju. Ovaj prostor će koristiti frilenseri i preduzetnici („sam svoj gazda“), ali ne samo oni, nego je cilj da se podstakne društvo da prošire svoja interesovanja i da svoje ideje realizuju.

Namene koje su predviđene da budu u sklopu objekta su rasprostranjene na više nivoa. Svaki nivo je predviđen za razvojni put kako u obrazovanju, tako i u ličnom razvoju studenta, preduzetnika, umetnika itd. Kroz niz radionica i škola za strane i programske jezike, zainteresovani se mogu pridružiti, bilo da su članovi/korisnici prostora ili ne. Poenta je da se na globalnom nivou širi svest građana.

6. LOKACIJA

Objekat bivšeg Radničkog univerziteta nalazi se u ulici Vojvođanskih brigada, u Novom Sadu. Prednost ove lokacije je to što nije na nekoj prometnoj trasi, već je uvučena, u malu ulicu koja pruža mir i tišinu za rad, ali je opet blizu svih aktuelnih dešavanja.



Slika 1. Prikaz lokacije

Da lokacija odgovara nameni, govori nam i to da se u istoj ulici, Vojvođanskih brigada nalazi i Poslovni inkubator sa površinom od 100m², koji je namenjen *coworking*-u i prima 36 coworkera. Na 450m od Poslovnog inkubatora, nalazi se Startit centar, na adresi Miroslava Antića 2, koji se nalazi gotovo u centru grada i pre svega je namenjen IT stručnjacima.

Postojanje *coworking* prostora na ovoj lokaciji je od velikog značaja za dalji razvoj *coworking* zajednice Novog Sada i njegove okline. Ima potencijal da postane

prostor u kojem bi unapređenje poslovanja mogli da ostvare kako frilenseri, tako i kompanije koje rade po starom sistemu rada. U blizini se nalaze velike privatne i državne firme, banke i univerzitetski kampus.

7. PROGRAMSKO-FUNKCIONALNA STRUKTURA

Postojeća skeletna konstrukcija bivšeg Radničkog univerziteta predstavlja jednu celinu. Prilikom projektovanja, kombinovane su različite funkcije, kako bi objekat bio samoodrživ. On je predviđen da pored svoje glavne namene (*coworking* prostor) bude i prostor za rad, obrazovanje, relaksaciju, rekreaciju, obedovanje i zabavu.

Objekat se sastoji od visokog prizemlja sa galerijom i 11 spratova. Struktura se razlikuje po sadržajima u prizemlju i na ostalim spratovima. Sadržaji su prilagođeni po vertikalni, zbog vizura koje se pružaju na Petrovaradinsku tvrđavu, Dunav, Univerzitetski grad i sam centar grada. Osnove su pravougaone i prostor nema nikakve barijere tako da ima mogućnosti da se kvalitetno osmisli koncept *open space*-a. Fasada se neće menjati, iz razloga da se vizure ne bi narušile i ostaje kakva je i bila, staklena opna. Novoprojektovana struktura teži da se nadoveže na postojeću strukturu i u potpunosti je iskoristi bez narušavanja. Tako u celosti dozvoljava sagledivost kako spoljašnjosti, tako i unutrašnjosti prostora.

8. MATERIJALIZACIJA

Podna obloga- Javni objekti imaju kriterijume za odabir podne obloge. Radi lakog održavanja i otpornosti na habanje, primenjena je tehnika izlivanja poda. Liveni pod je cementna košuljica tretirana epoksi-premazima, koja se kompresorom izliva i ravna helikopterom. Upotrebljena je Microtipping tehnika, koja je u potpunosti monolitna i bez fugni. To je materijal koji je sastavljen od tečnog polimera i karakteristične cementne mešavine, i može se nanositi i preko starih pločica, parketa ili betona, debljine svega 3mm. Ovaj pod je otporan na udarce, abraziju i pritisak, usporava prodiranje vode i pogodan je kao završni sloj poda preko podnog grejanja. Zidna obloga- Cilj radnog prostora, jeste da postigne bojom mir i prijatnu atmosferu za rad, koja neće odvalčiti pažnju i ometati koncentraciju korisnika. U samom prostoru nema mnogo punih zidova, jer je fasada staklena, tako da ono što je okrečeno su samo parapeti i pregradni zidovi. Boje koje su odabrane za zidove su svetle, uglavnom bele boje, kako bi istakle ostale detalje u prostoru, kao što su mobilijar i zelenilo. Plafoni su okrečeni u beloj boji, kako bi utisak o visini prostora bio što veći. Stubovi i parapeti su urađeni u teksturi natur betona, svetlo sive boje, i predstavlja akcenat na arhitektonske elemente i samu istoriju tog objekta.

9. MOBILIJAR

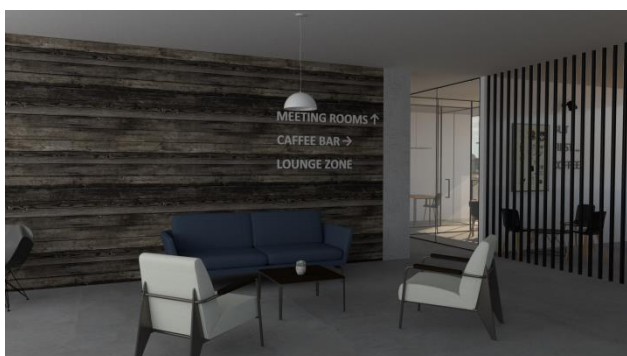
U ulaznom delu, prijemni deo je istaknut *custom made* masivnim, drvenim pultom od hrasta koji je akcentovan sa metalnom mrežastom strukturom u tamno sivoj boji. Dimenzije pulta su ŠxVxD=200x75x90cm. Stolica je brenda *Normann Copenhagen*, dizajnera *Simon Legald*.

U delu za samostalni rad predviđeno je da svako ima svoj sto sa stolicom i na zidu dve police i tablu za zapisivanje ideja. Sto i stolica su brenda *Vitra*, dizajnera *Jean Prouve*.

U delu za zajednički rad, stolovi su *custom made* pravougaonog oblika, dimenzija ŠxVxD=150x75x65cm. Materijal koji je za ploču stola korišćen je hrast, a za noge čelik crne boje. Stolice su žute boje sa aluminijumskim crnim nogama.



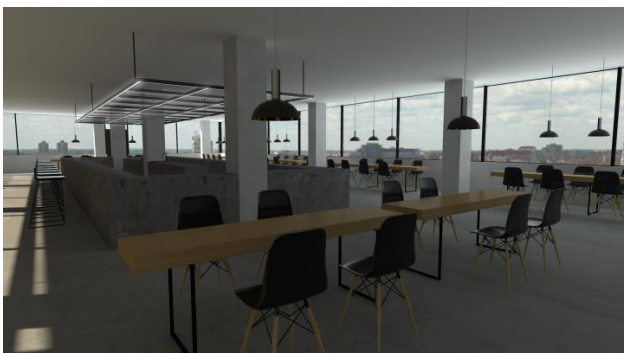
Slika 2. Prikaz enterijera coworking prostora



Slika 3. Prikaz enterijera lounge zone



Slika 4. Prikaz enterijera konferencijske sale



Slika 5. Prikaz enterijera restorana

10. ZAKLJUČAK

Novi Sad kao evropski grad kulture, ima veliki potencijal da privuče mlade intelektualce iz sveta i zemlje-coworkere, kako bi poboljšao kulturni i socijalni život mladih frilensera iz raznih oblasti umetnosti, marketinga, IT sektora i preduzetnike u *coworking* prostore. Samim tim što je studentski grad, pruža mogućnost velikom broju mladih da se usavršavaju i da svoje znanje dižu na viši nivo koristeći takve prostore za rad. *Coworking* uveliko sprečava odliv mladih iz zemlje, jer pruža dalji razvoj stručnjaka na teritoriji, zbog čega ovih prostora treba da bude što više, kako u većim gradovima, tako i u ruralnim sredinama gde se pokazalo da je i te kako postignut pozitivan rezultat i uspeh u razvoju *coworking* zajednica.

Projektujući ovakve strukture koje će primiti različite funkcije: rad, odmor, rekreacija, kultura, obrazovanje i zabava i spojiti ih u visokofunkcionalnu celinu, govori nam u kakvom vremenu danas živimo i koje su sve potrebe društva. Ono što će radnika zadržati u ovakvom prostoru je pre svega pažnja koja je posvećena dizajnu i ergonomiji ovih prostora, kao i funkcionalnost koja je na prvom mestu, opremljenost, itd. Sve to će mu omogućiti da bira radno okruženje koje će uticati na njegov efikasan i nesmetan rad i neće ga vraćati i odbijati da se vrati u klasične kancelarije ili radu od kuće.

U današnje vreme, razvojem interneta i potpunom promenom načina rada, potrebno je posedovati *coworking* prostore jer oni pružaju potpuno nesmetano obavljanje posla i iznajmljivanje radnog stola uz siguran *Wi-Fi* i ostalu opremu nove tehnologije. Korisnici ovakvih prostora su ili prinuđeni da menjaju radni prostor, ili ne žele da se bave uređivanjem i izborom nameštaja svog radnog prostora ili su to oni koji prosto žele da poboljšaju kvalitet života i rada, razmenjujući ideje sa kolegama iz istih oblasti van granica svog grada ili države.

Na kraju, možemo se složiti sa činjenicom da *coworking* predstavlja budućnost poslovanja koje je već uveliko zastupljeno kod nas, i koje ima veliku pozitivnu stranu svog postojanja i delovanja.

11. LITERATURA

- [1] A. Kotlyarov, *History of the Office*, 2015.
- [2] Brad Reed, *Co-working: the ultimate in teleworking flexibility*, Network World, 2007.

Kratka biografija:



Dunja Nemet rođena je 1991. godine u Zrenjaninu. Zvanje diplomirani inženjer arhitekture stiče 2017. godine Master rad brani iz oblasti Dizajn enterijera na FTN-u u Novom Sadu, 2018. godine.

PROJEKAT ENTERIJERA PRODAVNICE MLEKA I MLEČNIH PROIZVODA SA RESTORANOM**INTERIOR DESIGN OF DAIRY STORE WITH A RESTAURANT**

Tamara Lazić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj –Ovaj rad bavi se analizom i definisanjem programa prodavnice mleka i mlečnih proizvoda, gde se pored komercijalne, istražuje i potencijal drugih namena, kako bi se zadovoljile savremene potrebe društva i obezbedila ekonomska i društvena održivost programa. Kroz revitalizaciju odabrane lokacije formira se multifunkcioni prostor sa komercijalnom, uslužnom i edukativnom namenom, čime se stvara platforma za uspešno plasiranje i promociju proizvoda.

Ključne reči: Enterijer, Mlekara, Prodavnica, Restoran

Abstract – This thesis analyzes and defines the typology and program of dairy store, and explores the potential of other purposes besides its commercial purpose, all in favor of accommodating the needs of modern society and providing economical and social sustainability. Through the revitalization of the chosen location, the project forms a multifunctional space, with commercial, hospitality and educational services, and therefore creates a platform for successful placing and promotion for the product.

Keywords: Interior, Dairy, Store, Restaurant

1. UVOD

Tema i zadatak ovog rada svodi se na redefinisavanje programa i funkcije savremene tipologije mlekare, kroz analizu, dizajn i revitalizaciju odabranog prostora. Savremeni trendovi unutar prehrambene industrije mlečnih produkata iziskuju adaptaciju i stvaranje novih pristupa plasiranju, promociji i brendiranju proizvoda. Proširivanjem funkcije mlekare na način na koji ona postaje centar komunikacije, edukacije i promocije svih mlečnih proizvoda, utičemo na samu mikrosredinu u kojoj se mlekara nalazi, povezujući je sa uspešnim primerima revitalizacije prostora iz neposredne okoline, koristeći kontekst u službi kako objekta tako i programa. Dizajn postaje metod naglašavanja i korišćenja najupečatljivijeg aspekta lokacije, to je njeno industrijsko nasleđe.

2. ANALIZA PROGRAMA**2.1. Uvodno razmatranje**

Proizvodnja mleka i mlečnih proizvoda duboko je utkana u istoriju ovih prostora. Jedan od glavnih obeležja nacionalne kuhinje jeste upravo ovaj bogat asortiman različitih mlečnih proizvoda poput kajmaka, milerama, kisele pavlake, raznih vrsta sireva, kiselog mleka i ostalih specijaliteta.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Ivana Miškeljin, docent.

Osim industrijske proizvodnje mleka i mlečnih proizvoda značajan je i uticaj male, lokalne i domaćinske proizvodnje, koja je veoma zastupljena u Srbiji. Sve to ukazuje da se tradicija ne samo održava, već doživljava ekspanziju, time je potreba za prostorom koji će obuhvatiti sve male, lokalne proizvođače mleka i mlečnih proizvoda pod jedan krov, gde mogu da plasiraju sve svoje proizvode, obrazložena i očigledna [1].

2.2. Definisanje programa

Da bi se adekvatno promovisala mlekarska industrija, na lokalnom nivou, potrebno je obuhvatiti što veći asortiman proizvoda na jednom mestu. Kao jedan od glavnih aspekata promocije lokalnih proizvoda je edukacija, izlaganje i degustacija izloženih artikala, sve sa krajnjim ciljem njihovog plasiranja na lokalno tržište i promocijom u komercijalne svrhe. Sagledavanjem svih navedenih kriterijuma i aspekata uticaja mleka na prehrambenu industriju, dolazi se do potrebe da se materijalizuje prostor koji će zadovoljiti sve potrebe i vidove konzumacije mleka kroz oblik uslužne delatnosti. Formiranjem prostora za degustaciju, gde se novi proizvodi i proizvođači mogu reklamirati daje dodatnu vrednost prodavnici. Isti taj prostor može biti pogodan za održavanje radionica. Dodavanjem restorana, u kojem se poslužuju jela bazirana na mlečnim proizvodima koja se izlažu u objektu, program se uzdiže na novi, viši nivo. Stvaranjem prostora mešovite funkcije, komercijalne, edukativne i uslužne, stvara se zanimljiv i održiv sadržaj.

2.3. Uticaj programa na odabir lokacije

Ideja da se mlekara izvuče iz konteksta industrijske delatnosti prebaci u uslužni kontekst iziskuje lokaciju koja je prijemčiva sličnim intervencijama. Jedno od takvih područja, koje je svojim industrijskim začecima predstavljalo grupni napredak i razvitak industrije na lokalnom nivou, a u današnje vreme postaje simbol revitalizacije napuštenih i zastarelih tehnologija i zanata, kao i novo žarište savremenih modela komercijalnih i uslužnih sadržaja, jeste Kineska četvrt u Novom Sadu.

3. PROJEKAT ENTERIJERA**3.1 Analiza lokacije****3.1.1 Šira situacija**

Kineska četvrt u Novom Sadu nalazi se unutar stambene zone, Limana 3, u neposrednoj blizini Dunava, mosta Slobode, i značajnih gradskih saobraćajnica poput bulevara Oslobođenja, bulevara Cara Lazara i ulice Narodnog fronta, sa kojima je dobro povezana sa ostatkom grada kako kolskim tako i biciklističkim saobraćajem. Još jedan bitan faktor lokacije jeste neposredna blizina gradskog kupališta Štrand, i šetališta Sunčani kej.

3.1.2 Uža situacija

Unutar same Kineske četvrti, koja je i dalje u fazi razvoja i revitalizacije, nalaze se razne zanatske radionice, kulturni centar Fabrika i klubovi Qaurter i Firchie Think Tank Studio, kao i restorani brze hrane. Program ovog projekta predstavlja upravo kombinaciju ovih sadržaja i time se savršeno uklapa u ovaj prostor.

3.1.3 Istorijat

Početkom dvadesetih godina 19. veka po dogovoru Grada i vojske, razrušeno je staro utvrđenje Mostobran i time konačno omogućena izgradnja na obali Dunava.

Godine 1921. Savet grada Novog Sada doneo je više odluka o prodaji gradskog zemljišta, među kojima je i zemljište na Limanu, koje je pripalo braći Kramer, koji podižu fabriku žice sa stanovima za radnike, a Uredu za graničnu trgovinu Republike Čehoslovačke za podizanje stovarišta, danas poznatog kao Češki magacin.

Tokom 1947. godine ovaj prostor zauzima fabrika Petar Drapšin, koja proizvodi zavrtanje, kao i žičanu i gvozdenu robu. U periodu između 1956. i 1974. godine dolazi do postepenog preseljenja fabrike na nove lokacije.

Nakon 1974. godine pa do kraja osamdesetih godina objekti na području Kineske četvrti stoje prazni. U ove oronule i zapuštene objekte tada se useljavaju zanatlije, automehaničari, stolari, kao i mnogi drugi.

Danas ovo područje poprima obrise novog alternativnog kulturno-umetničkog centra, gde se pored zanatskih radionica useljavaju umetnici, otvaraju ateljei, klubovi i kulturni centri [2].

3.2. Koncept

Glavni zadatak ovog projekta jeste povezivanje svih zadatih funkcija unutar odabranog prostora na adekvatan i funkcionalan način, a da se prilikom intervencija ispoštuje istorija lokacije. Tri glavne namene su uslužna, komercijalna i edukativna.

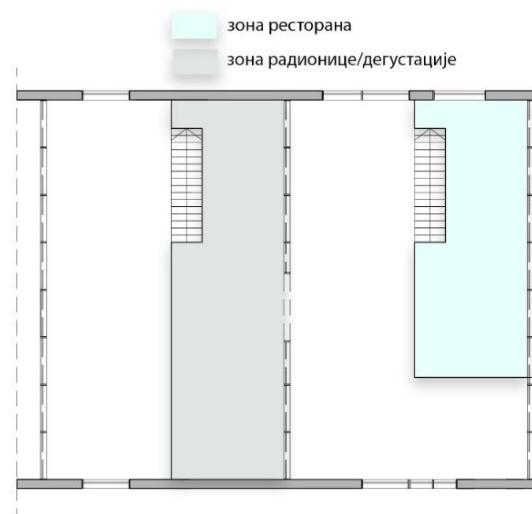
Cilj je formiranje kvalitetnog, slobodnog i prijatnog prostora koji će privući i zadržati ljude, i zainteresovati ih za proizvode koji se ovde izlažu i nude. Upotrebom istih materijala, inspirisanih istorijom lokacije, dobijamo kontinuitet unutar prostora i povezanost delova u celinu. Koristeći iste elemente enterijera u svim delovima prostora formiramo jedinstvenu celinu i povezujemo sve namene u njemu.

3.3 Funkcionalna podela

Funkcionalna podela prostora jasno je uočljiva na osnovi, gde se mogu razaznati odvojene zone na osnovu funkcije i namene. Budući da je prostor formiran spajanjem 3 zasebne celine unutar objekta, one su ujedno bile i početna tačka pri podeli prostora. Zasebne celine unutar dva identična bloka, koja su međusobno spojena novim, probijenim prolazom su podeljena i po funkciji, gde se u jednom nalazi prostor za izlaganje namirnica, a drugi blok dobio je funkciju kafića i restorana, oba otvorenog i javnog karaktera. Treći, manji blok ustupljen je za potrebe magacina, kuhinje restorana i prostorijama za osoblje, sa restriktivnim pristupom samo za zaposlene. Unutar javnih celina formirane su prostorije toaleta, zatim pomoćnih prostorija i pristupa magacinu. Nadomak manjeg bloka deo prostora pripao je svlačionicama za zaposlene. Iznad novih, implementiranih prostorija unutar otvorenog prostora dva bloka formirana je galerija.



Slika 1. Funkcionalna podela prostora prizemlja.



Slika 2. Funkcionalna podela prostora galerije.

3.4 Konstrukcija

Glavni konstruktivni elementi su betonski stubovi i grede, u kombinaciji sa nosećim zidovima od opeke i metalnom krovnom konstrukcijom.

Što se novih intervencija tiče, dodati zidovi su pregradni, osim zidova koji nose stepenice u oba dela prostora, a ujedno nosi i deo konstrukcije galerije. Noseći zid između dva bloka koji je probijen na mestu prolaza, adekvatno je rešen po pitanju nosivosti implementiranjem čeličnog rama, koja se uklapa u enterijer i njegovu materijalizaciju. Stepenice su metalne, sa punim ramom i perforiranom gazištem, a u prostoru deluju lagano, kao da lebde.

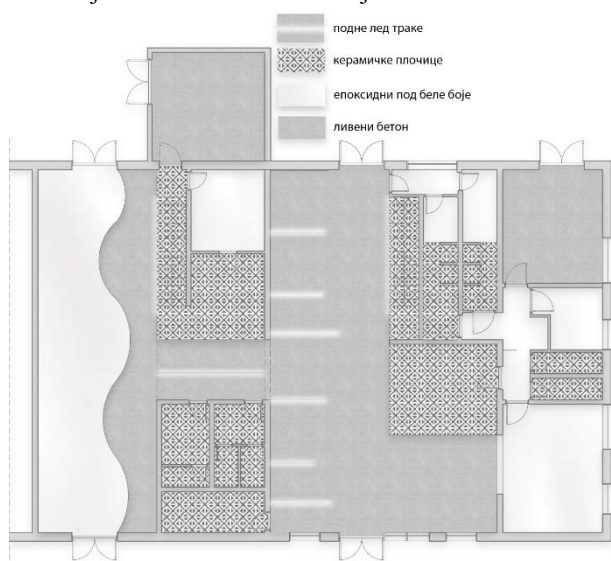
Nova galerija se na dve strane oslanja na spoljašnje zidove debljine 38cm i noseći zid stepenica, čime je postignuta potrebna stabilnost.

3.5 Fasada

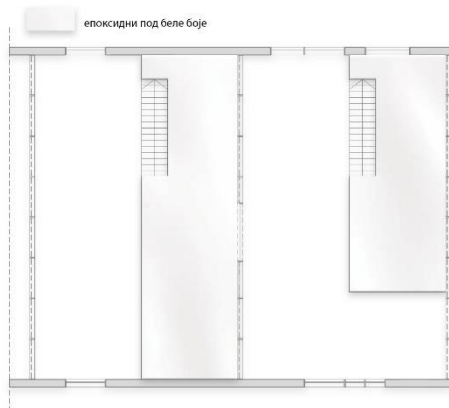
Fasada je sačuvana u svom originalnom stanju u pogledu materijala, a to je fasadna opeka. Intervencije unutar prostora su zahtevale pomeranje i uklanjanje otvora, kako vrata tako i prozora, što je uticalo i na sam izgled fasade. Međutim, bitno je naglasiti da inako ne na svom originalnom mestu, otvori su od istog materijala, metalni ramovi sa podelama crne boje, čime se vidljivost intervencija svodi na minimum.

3.6 Materijalizacija

Glavni uticaj na izbor materijala svakako je imala istorija objekta i samog lokaliteta. Budući da novoprojektovani enterijer zauzima prostor nekadašnje fabrike proizvoda od metala upravo taj materijal postaje dominantan u prostoru. Osim što je deo istorije, deo je i već postojećih elemenata kao što je krovna konstrukcija i prozori. Dominanti materijali su metal, beton, i sjajne bele pločice, a zastupljene boje su crna, bela i nijanse sive, sa akcentima zelene u vidu vegetacije. Obrada poda je višestruka, a najzastupljeniji materijal je liveni beton sa sjajnom završnom obradom, koji daje neutralnu podlogu enterijeru. U kombinaciji sa njim upotrebljen je liveni epoksidni pod bele boje sa sjajnom završnom obradom, koji asocira na razliveno mleko. Deo šanka i kase naznačen je upotrebom keramičkih pločica crno bele boje. Podne led trake služe da naglase linije kretanja i akcentuju određene delove enterijera.



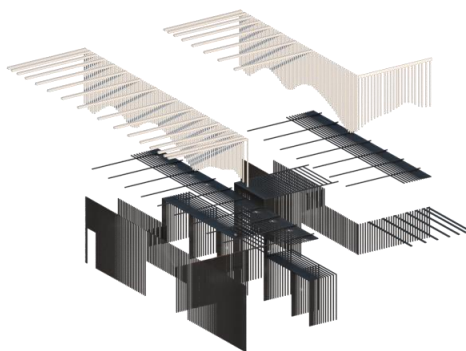
Slika 3. Prikaz obrade poda prizemlja.



Slika 4. Prikaz obrade poda galerije.

Zidovi su ogoljeni i vraćeni u originalno stanje, gde se vidi konstruktivni materijal zidova, a to je opeka. Obrada zidova je mešovita, gde su na visini od 2m obloženi sjajno belim pločicama a ostatak je ostavljen u opeci. Bele pločice imaju kako higijensku tako i estetsku funkciju. Veoma bitnu ulogu u enterijeru igraju pregrade, koje se sastoje od metalnih cevi dimenzija 50x50mm, koje su raspoređene u određenim razmacima, u zavisnosti od potrebe, čime se reguliše transparentnost i naznačava

razlika između slobodnih zona i zona sa određenom restrikcijom kretanja. Novoprojektovani kubusi unutar prostora obloženi su crnim cevima koje su gušće zbijene u delovima sa restriktivnim pristupom, a ređe ka slobodnim zonama. Bele cevi postavljene su na razmaku od 150mm jedna od druge, i nalaze se u gornjim delovima enterijera, i naznačavaju poziciju galerije, a ujedno služe i kao element rasvete. [3]



Slika 5. Prikaz grupa metalnih elemenata enterijera.

3.7. Mobilijar

Prilikom izbora mobilijara glavnu ulogu igrao je materijal. Stolice i stolovi produkti su dizajnerske firme Hay. Lagane, transparentne stolice crne boje se savršeno uklapaju u ovaj enterijer zahvaljujući tankim horizontalnim elementima ove serije stolica pod nazivom Hay-Hee.

Stolove, takođe istog proizvođača, karakteriše minimalizam, jasne linije i sjajna obrada. Ukontrastu sa crnim stolicama izabrani su beli stolovi, koji ujedno asociraju na teksturu mleka. Mobilijar za separe dizajniran je posebno za potrebe prostora, i čini ga konstrukcija od crnih, metalnih šipki sa mekanim jastucima sive boje.



Slika 6. Prikaz nameštaja u enterijeru.

Još jedan bitan element mobilijara su police za izlaganje sastavljene od kutija metalne konstrukcije obojenih u belo, kose su naslagane jedna na drugu, u zavisnosti od potrebe. Ove kutije su transparentne, sa otvorenim frontovima, osim delova koji su zatvoreni metalnom mrežom. Ovaj element enterijera predstavlja omaž bivšem postrojenju fabrike koja se ovde nekada nalazila, koja se bavila između ostalog, proizvodnjom žičanih elemenata i mreža od metala.



Slika 6. Prikaz polica i frižidera za izlaganje.

3.8. Rasveta

Rasveta unutar ovog enterijera je veoma raznolika. Kao jedan od glavnih kvaliteta prostora možemo navesti krovne prozore koji zaista daju poseban karakter prostoru, kao i veliku količinu pripadne svetlosti. Veliki stakleni otvori na fasadi takođe propuštaju dosta prirodne svetlosti što znatno poboljšava atmosferu prostora.

Pored dnevne svetlosti veoma je važno obezbediti i dobro veštačko osvetljenje koje će biti pravilno raspoređeno. Sistem osvetljenje sastoji se iz kombinacija direktnog i indirektnog svetla, i kombinacija ova dva tipa, zajedno sa prirodnim svetlom daje ovom prostoru određen šarm, kvalitet i doprinosi atmosferi. U sklopu ovog enterijera imamo šest različitih elemenata rasvete.

Prvi kojim ćemo se baviti jeste spot svetla na šinama dužine 3m, koja vise sa metalne konstrukcije, i osvetljavaju prostor prolaza i izložbenog dela enterijera. Spot svetla su pozicionirana taako da naglase određene delove prostora.

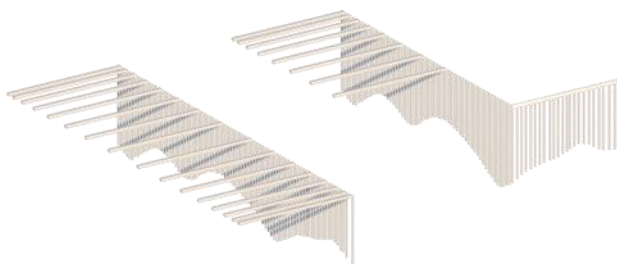
Viseći lusteri Laito L, marke SeedDesign, sa sjajnom, hormiranom završnom obradom služe da osvetle stolove i šank, kao i pult za kasu. Sjajna obrada reflektuje okolinu i stvara zanimljiv efekat u enterijeru, bez preveliko skretanja pažnje na sam element.

Led svetla na plafonu služe kao rasveta za prostorije za zaposlene, toalete, kao i prolaze i komunikaciju unutar prostora.

Trakasta led svetla primenjena su u prostorijama magacina, kao i unutar kuhinje restorana.

Akcentovana svetla u vidu led traka, koje se nalaze na podu unutar enterijera, služe da sugerišu i naglase linije kretanja unutar prostora.

Još jedan dominantan element prostora jeste metalna konstrukcija sačinjena od cevi bele boje, koje vise sa plafona, i koje na svojim krajevima imaju led svetla. Ovaj element daje specifičan karakter prostoru i naglašava poziciju galerija i prostornu kompoziciju enterijera [4].



Slika 6. Prikaz metalne konstrukcije sa rasvetom.

4. ZAKLJUČAK

Stvaranje Mlekare kao brenda prevazilazi čistu rekonstrukciju i revitalizaciju objekta unutar Kineske četvrti. Stvaranje nove fokalne tačke unutar šire sfere uticaja, koja je već sada dalekosežna, otvara nove mogućnosti, kako za samu Mlekaru tako i za njenu okolinu. Kontekst Kineske četvrti postaje još raznovrsniji, slojevitiji i aktivniji, a sve u službi očuvanja industrijskog i zanatskog duha koji dominira ovim prostorom.

Dizajn u službi ovakvih faktora postaje višeslojan, bez potrebe da bude dominantan i nametljiv, ali vrlo uticajan i neoboriv. Raznovrsnost ponude proizvoda koji se plasiraju, zadovoljavajući svačiji ukus i nutritivne zahteve, otvaraju novi prostor i daju mu mogućnost transformacije kroz korišćenje različitih funkcija ovog jedinstvenog prostora.

Revitalizacija nije samo metod promene zatečenog stanja odabranog objekta već i način posmatranja konteksta, funkcije i pristupa kako se doživljava prostor koji predstavlja savremena mlekara.

Predloženo rešenje doprinosi tome da ovaj prostor, unutar same Kineske četvrti, postane nova tačka, cilj kretanja kao i mesto zaustavljanja, ne samo uže okoline koja obuhvata Limane, Sunčani kej i plažu Štrand, već i celog Novog Sada, pa i šire.

Mogućnost edukacije o lokalnim kulturama i tradicijama konzumacije i proizvodnje mlečnih proizvoda predstavlja jedan od glavnih doprinosa ovog projekta prostoru koji zauzima i redefiniše svoju korist.

5. LITERATURA

- [1] <https://agroekonomija.wordpress.com/2011/01/21/-proizvodnja-mleka-i-mlecnih-proizvoda-u-republici-srbiji/> (septembar 2018)
- [2] D. Stančić, "Umetnička topografija Novog Sada", Matica Srpske, Novi Sad, 2014.
- [3] E. Neufert, "Architect's data", Wiley-Blackwell, 2000.
- [4] P. Zumthor, "Atmospheres", Birkhauser-Publishers for Architecture, Basel, Boston, Berlin, 2006.

Kratka biografija:



Tamara Lazić rođena je u Novom Sadu 1990. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Projektovanje enterijera odbranila je 2018.god.

Ivana Miškeljin rođena je u Zrenjaninu, 1982. godine. Doktorirala je na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu 2014. godine. Oblasti interesovanja su arhitektonsko projektovanje i projektovanje enterijera.

KUĆA ZA ODMOR SA REŠENJEM ENTERIJERA NA GOLIJU**HOUSE FOR HOLIDAY WITH AN INTERIOR SOLUTION ON GOLIIJA**Vladan Kijevčanin, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ARHITEKTURA I URBANIZAM**

Kratak sadržaj – Rad se bavi detaljnom analizom stare seoske kuće i njenom transformacijom u kuću za odmor, pri čemu se vodilo računa da se celina u kojoj se kuća nalazi ne narušava i da se iz unutrašnjosti obezbedi pogled na prirodu.

Ključne reči: *Prostor, atmosfera, struktura, adaptacija, prirodni materijali, eksterijer, enterijer*

Abstract – *The paper deals with a detailed analysis of the old village house and its transformation to a holiday house. An emphasis has been put on preserving it as an entity and enabling a view from the interior.*

Keywords: *Space, atmosphere, structure, adaptation, natural materials, exterior, interior.*

1. UVOD

Vreme u kome živimo nameće nam mnoga pravila kojim se rukovodimo u životu. Brz i dinamičan život u gradu jeste možda prednost modernog vremena, ali je zapravo i mana, nedostatak da se čovek vrati onome odakle je i došao, prirodi.

Nezavisno od mesta boravka čovek ima potrebu za odmorom i razonodom van urbane sredine. Iako mu grad to pruža u nekim drugim oblicima (da ne kažemo izobličanim i veštačkim), on ima potrebu za nečim iskonski čistim. Svakako kada pomislimo na odmor psihološki skrećemo pažnju i na kuću u kojoj bi korisnik tokom odmora boravio i obitavao. Nije slučajno da se baš za takve kuće biraju mirna, tiha i zabačena mesta, gde se zapravo stvarno i može odmoriti.

Shodno tome formiraju se narodski rečeno vikendice, kuće za odmor. One pružaju direktan kontakt sa prirodom, često su u mestima izvorišta lekovitih voda, bilja i vazdušnih banja, a ukoliko se one pak nađu u rezervatima prirode (kao što je slučaj primera istraživačkog rada), onda je to još jedna velika prednost.

Prema tome trebalo je doći do svedenog rešenja jedne takve kuće iz prošlog veka, čija je nekadašnja arhitektura glavna vodilja ovim istraživačkim radom.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila doc. dr Ivana Miškelić.

2. SEOSKO NASELJE KAO GENEZA SEOSKIH KUĆA

Kako bi razumeli a ujedno shvatili i imali celokupnu sliku o seoskom naselju u kojem je kuća nastala, pozabavićemo se osnovnim podacima tog oblika naselja kroz istoriju. Pritom razmatrajući sve discipline u razvoju sela.

2.1 Arhitektonske discipline koje razmatraju seosku arhitekturu

Neke od karakterističnih disciplina koje se bave proučavanjem problema i rešavanjem konkretnih zadataka vezanih za selo su seoska arhitektura, poljoprivredna arhitektura i rurizam [1].

Seoska arhitektura proučava selo kroz arhitektonsko-urbanističku formu, dakle počevši od prostorne organizacije sela kao primera naselja do prostorne organizacije seoskog gazdinstva pa sve do objekata u okviru njega. Poljoprivredna arhitektura i rurizam se u rešavanje problema u okviru sela uključuju direktno kroz pore arhitekture, mada je rurizam više okrenut seoskoj arhitekturi i sa njom pravi celinu, dok je poljoprivredna arhitektura više posebna stručna grana.

Gledajući i posmatrajući sve discipline koje se bave proučavanjem sela uopšteno, pa i ove tri navedene, dolazimo do zaključka da im je jedna osobina zajednička i tiče se kućišta. Zapravo sve discipline koje su povezane sa selom su u kontaktu sa osnovnom jedinicom postojanja i očuvanja sela, a to je gazdinstvo ili ti kućište.

Raščlanjivanjem uticaja koje ove discipline vrše na kućište imamo jasnu sliku o generisanju sela kao celine što će nam pomoći u shvatanju nastanka svih oblika seoske arhitekture u potpunosti.

2.2 Istorija sela

Oduvek je selo bila egzotična destinacija vikend odlazaka iz grada, pružalo je mnoge pogodnosti mir, tišinu, lepe poglede, izobilje dobre hrane i pre svega zdravog života. Iako se selo dugo nije nalazilo na listi tema koje su arhitekta razrađivale, negde od kraja XIX veka krenulo je interesovanje ali u nekom reklo bi se pogrešnom smeru. Oživljavanje starih oblika kroz prizmu nakaradnog ulepšavanja seoske arhitekture nije bitno doprinelo rešavanju značajnijih problema u smislu funkcionisanja, razvitka i uopštenog naučnog ispitivanja sela.

Kada uzmemo u obzir da zapravo arhitektura sela i nije prvobitno ispitivana iz arhitektonskog ugla već se do nje dolazilo kroz neke druge vidove ispitivanja u okviru seoske kulture koji su usko povezani sa seoskom arhitekturom, dolazimo do zaključka da je to polje arhitekture još uvek neistraženo.

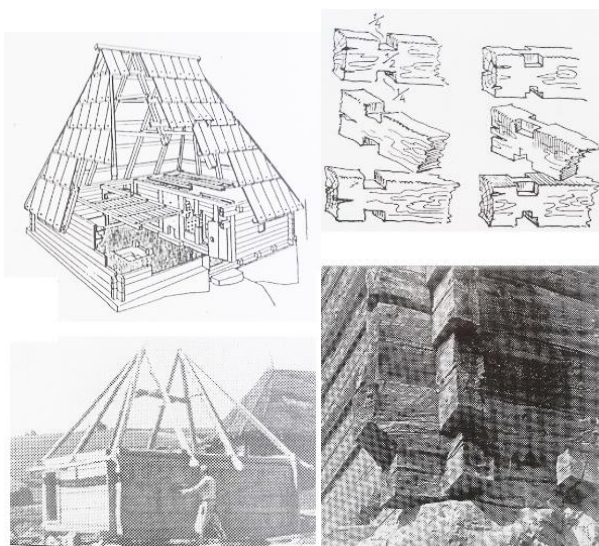
Selo je kroz istoriju uvek ostajalo po strani, prepušteno sebi i svojim vernim stanovnicima.

Ono što seosku arhitekturu kroz istoriju karakteriše jeste skromnost u izradi i upotrebi materijala u izgradnji seoskih kuća, najčešće eksploatisanih iz okoline gde se gradi, ali uz posvećenost detalju i veštom graditeljskom umeću.

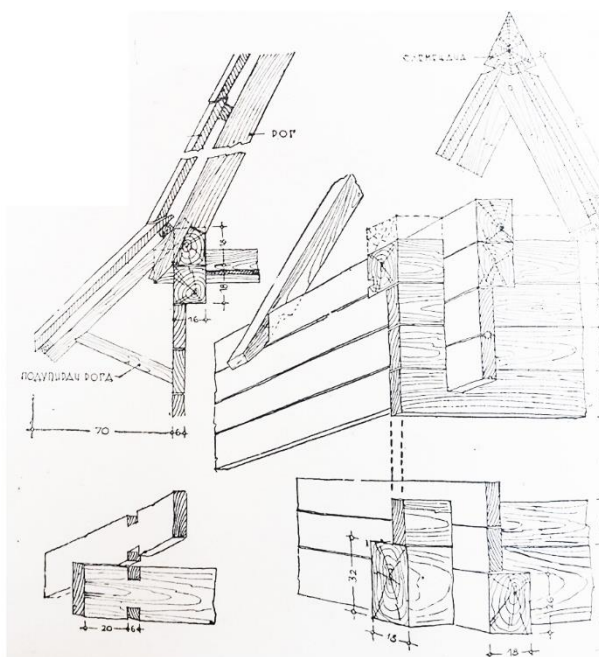
3. JEZIK ARHITEKTURE SEOSKIH KUĆA KROZ ILUSTRACIJE I SLIKE



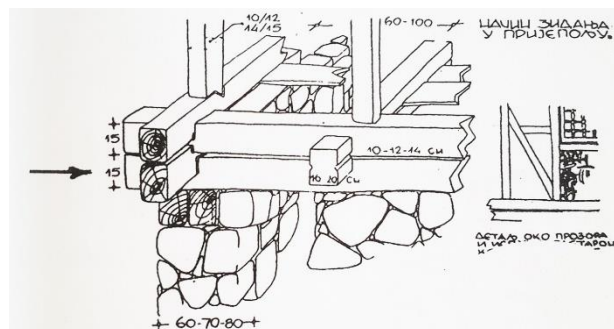
Slika 1. Slika kuliče, selo Gradac kod Raške



Slika 2. Veza masivnih talpi, konstrukcije krova i rogova



Slika 3. Detalj usecanja drvenih talpi.



Slika 4. Skica sa prikazom poklopnice

4. KRITERIJUM ODABIRA STUDIJE SLUČAJA

Prilikom odabira projekata za studije slučaja selekcija je izvršena na osnovu prethodne analize

i sličnosti primera sa novoformiranom strukturom objekta u određenim stavkama. Idealni primeri starih seoskih kuća koje su projektovane po želji korisnika se nalaze u delu Božidara Petrovića, Stare srpske kuće kao graditeljski podsticaj. Kako bi što bolje shvatili ideju tokom projektovanja i izvođenja ovih primera oni će biti prikazani kroz slike i opis.

4.1 Primeri iz Srbije

Opštu sliku o kućama koje se nalaze u našem okruženju dopuniće primeri iz seoskih krajeva Srbije. Nije slučajno što se baš u selima planinskih krajeva Srbije gradilo najviše prirodnim i autohtonim materijalima. Pristupačnost ka drugim materijalima sem lokalnim u najvećoj meri nije bila moguća. Veštost i spretnost nekadašnjih majstora se merila snalažljivošću i umećem za gradnju i egzistenciju u tako surovim uslovima života. Kroz nekoliko primera biće prikazane kuće koje su nastale u najvećoj meri po sećanju i memoriji na nekadašnje stare seoske kuće na teritoriji Srbije.

„Primeri starih seoskih kuća za stanovanje po selima Srbije najrečitije potvrđuju umešnost samoukih narodnih graditelja da sa skromnim graditeljskim sredstvima ostvare nesvakidašnje vredne arhitektonske, oblikovane i likovne rezultate“ [2].

5.3 Zaključak

Na osnovu studije slučaja i selekcije koja je izvršena, kroz analizu primera, evidentno je da primeri odgovaraju strukturalnim sadržajima koji su u nekom vidu inkorporirani i sadržani u temi koja je predmet rada. Tiču se eksterijera i enterijera kuća, koje uz upotrebu prirodnih materijala daju utisak postojanosti i pripadnosti u datom okruženju.

Doprinosi dodatnoj razradi projekta, pospešuju razmišljanje i razvijanje svesti o korišćenju prirodnih materijala prilikom građenja i daju sveukupnu sliku o temi koja se obrađuje.

6. UVOD U KONCEPT PROJEKTA

Zapitate li se samo nekada, koliko je tamo negde tih nepomičnih kuća, a zapravo izvorišta iskonski čiste arhitekture nekada većih majstora, koje vane za preobražajem. One zapravo čekaju da ih neko prepozna, da li kao nasleđe i kulturnu vrednost od strane institucije ili pojedinca, svejedno. Upravo takva jedna je prepoznata i inkorporirana u koncept kuće za odmor.

Ništa ne može biti jače od želje za nečim što zapravo i nema cenu. Kuća je oduvek bila mesto susreta najbližih i najrođenijih, u skladu sa tim ona je kao materijalno nasleđe svakako deo kulture jedne porodice koja živi u njoj. Ono što nam generacije pre nas ostavljaju u nasleđstvo sa verom da ćemo sačuvati od propadanja treba ceniti i poštovati.

Ako ipak to ne možemo sačuvati, a tiče se materijalnog, svakako da postoji način da se barem očuva sećanje na to nešto za nas vredno, kroz neke druge vidove memorije a ujedno i to nasleđe prenese dalje. Jedan od tih vidova je i fotografija koja najvernije reklo bi se čuva sećanja. Ako se fotografiji pridoda par većih skica koje će uobličiti arhitekturu kuće onda to predstavlja ozbiljniju istraživačku građu koja ima svoju težinu. Imajući u vidu da je kuća stara skoro čitav jedan vek čini se da je pravo vreme za takvim poduhvatom. Koncept će pratiti projekat kroz skicu i slike detalja nekadašnje kuće inkorporiranih u novo rešenje.

6.1 Koncept

Primarna ideja jeste da ovaj projekat bude praćen konstantnim diskursom detalja. Zapravo trebalo je od jedne stare seoske kuće napraviti kuću za odmor, razonodu, uživanje, a da ona ne izađe iz opsega duha vremena kojem pripada.

Iako tako stara, dotrajala i oronula, za oko posmatrača, iz nje se moglo izvući mnogo poruka i pouka nekadašnjih neimara. Jasnih rešenja i veštost majstorskih ruku im nije nedostajalo u tom periodu gradnje što će se u priloženim skicama i videti.

Upotreba materijala trebala je biti svedena samo na prirodne materijale sa podneblja planine Golije, koji su se već nalazili na objektu. Kamen (siga) i borova građa su primarni materijali u ovom konceptu, dok inkorporirana opeka u unutrašnjosti sa nekada spoljašnjih fasada sada zadržava toplinu enterijera i tu je samo radi psihološke prisutnosti memorije korisnika.

Posebna stvar jeste to što jedan arhitekta zapravo projektuje kuću za odmor lično za sebe pa u skladu sa tim se teško i oprašta od nekih detalja iz okoline ovog objekta koje pamti još iz detinjstva.

Neki detalji u projektu su zapravo tu samo iz psihološke barijere prema promenama. To će se najviše osetiti u orijentaciji kuće (ostavljanje otvora na severnoj fasadi jer je tu nekada postojao ulaz u kuću, a zapravo i izlaz na među dvorište između dva porodična objekta).

Već postavljeni temelji u skladu sa konfiguracijom terena i orijentacija kuće istok-zapad bili su pravi reperi za dalji tok razrade rešenja.

6.2 Organizacija prostora u enterijeru

Organizaciono objekat se sastoji iz podruma (u vidu suterena), prizemlja (u vidu visokog prizemlja) i galerije u potkrovlju.

Podrum u kući ima svoju punu funkcionalnost, ukopan je u zemlju pa prostorija ima svoju konstantnu temperaturu u svim godišnjim dobima sa veoma malim odstupanjima. To mu omogućuje i materijalizacija zidova koji su od čistog kamena. Projektovan je za odlaganje pića i hrane, kao i njihovu degustaciju u ovom specifičnom prostoru. Karakteristika za podrum je da im tama prija, tako ovaj prostor ima samo prozor dimenzija 60*60cm na parapetu od 150cm koji je zapravo radno svetlo u toku dana.

Prizemlje iako odignuto od zemlje u većem delu prema južnoj fasadi, ima dodira sa tlom na zapadnoj strani kuće. Sa ulaza na zapadnoj strani niže se prostorije gledajući prema istoku. Hodnik kao pristupna zona uvodi nas u kuću. Sa leve strane je stepenište koje vodi na galerijski prostor, odmah pored je kupatilo, a zatim i moderno opremljena kuhinja sa stolom za ručavanje u čijem produžetku je dnevni boravak iz kog se pruža pogled na planinske predele.

Osvetljenje se postiže kroz dva horizontalna prozora na zapadnoj i severnoj fasadi, kao i preko velikog portala na južnoj fasadi koji je ujedno i primarni. Prozor na zapadnoj fasadi je na parapetu od 180cm i njegova visina iznosi 40cm, ciljano projektovan da korisnik ima vizuru ka spoljašnjoj sredini samo dok stoji a da spoljašnji pogledi ka unutra budu kontrolisani. Ujedno korisnicima kuće se skreće pogled ka južnom otvoru koji postaje centralni motiv prostora prizemlja i galerije.

Galerija u potkrovlju odiše mirom i tišinom. Prostor pruža izuzetnu vizuru kroz veliki otvor na istočnoj fasadi objekta. Zapadna fasada ima otvor na parapetu od 77cm i visine 40cm, dok je severna strana sa prozorom na parapetu od 37cm i visinom od 40cm, dakle ove dve strane pružaju "intimne" poglede od strane unutrašnjeg dvorišta kuće a ujedno daju dodatnu svetlost tavanskom delu.

6.3 Eksterijer

Svakakao da projekat eksterijera ima direktnu povezanost prvenstveno sa enterijerom a onda i sa svojim neposrednim, prirodnim okruženjem. Materijali iz enterijera zapravo prelaze u eksterijer, tako da ih možemo sagledati iz dva ugla. Prateći njihovu postojanost kroz vreme, shvatićemo njihovo uklapanje u okruženje, u ovom slučaju iskonski čistu prirodu. Vreme će pokazati da li je ova novoformirana arhitektura dosledna postojanja u datom okruženju. Dok smo se u enterijeru trudili da naš prostor bude tako koncipiran da se nadovezuje na spoljašnjost i njegov utisak tako pojača, u eksterijeru je to nešto drugačije, jer je zapravo kuća deo celokupnog spoljašnjeg utiska sa okruženjem koju posmatrač percipira.

Stvara se utisak da je kuća postojbina. Autohtonim materijalima iz okolnih izvorišta se postiže nekadašnji duh vremena, a veštost u konstruktivnom rešavanju detalja naglašava poštovanje starih tehnika gradnje. Na nekada kameni postament kuće, sada očuvan i zaštićen od propadanja se u horizontalnom položaju ređaju drvene talpe

od borovog drveta, koje natkriva šindra. Veliki stakleni otvor na istočnoj strani, koji se u vertikalnom položaju nadovezuje na vrata podruma, ima pre svega funkcionalnu vrednost u dnevnom osvetljenju kuće a onda i estetsku. Zapadna fasada je pristupna zona u objekat, dok su severna i južna fasada sekundarne u osvetljenju unutrašnjih prostora kuće.

7. ZAKLJUČAK

Tema rada je bila Kuća za odmor sa rešenjem enterijera na Goliji. Kuća se nalazi na području nacionalnog parka Golija, u rezervatu prirode, gde ona predstavlja deo prirodne celine. Kuća je rađena u skladu sa okruženjem i arhitekturom nekadašnje stare seoske kuće sa tog područja.

Analiziranjem koje je vršeno i tiče se seoskih naselja i kuća, utvrđeno je da u zavisnosti od stepena razvijenosti naselja kroz istorijski uticaj okoline, njihov položaj i lokacija znatno utiču na razvoj starih seoskih kuća, na njihov konstruktivni sklop, materijalizaciju i njihovo funkcionisanje.

Pre samog projektovanja raščlanjeni su nazivi pojedinih delova starih seoskih kuća, njihovi principi gradnje i njihove upotrebne vrednosti. Analizirano je pet studija slučaja koji su odabrani na osnovu unapred određenih kriterijuma, koji su i bili vodilja daljeg projektovanja. Njihovom analizom utvrđeno je da stare seoske kuće u prirodnom okruženju imaju odličan potencijal da se rekonstruišu u kuće za odmor. Tako će se oživeti male nerazvijene sredine sa velikim potencijalima a ljudi će se vratiti prirodi. Nakon studije slučaja prikazan je primer stare seoske kuće u odnosu na koju je i formiran koncept, potom je usledio detaljan diskurs detalja koji je uveliko i koncipirao projekat. Zatim je usledilo formiranje strukture enterijera kroz organizaciju, materijalizaciju i prostorne odnose, a potom i eksterijera kroz lokaciju, konstrukciju i sintezu.

Rad je rezultirao projektom enterijera i eksterijera kuće za odmor koja je u potpunosti okrenuta svom prirodnom okruženju.



Slika 5. Vizualizacija eksterijera kuće.

8. LITERATURA

- [1] Seoska arhitektura i rurizam, Branislav Kojić (Građevinska knjiga, Beograd, 1973), str. 3.
- [2] Stare srpske kuće kao graditeljski podsticaj, Kuće Bože Petrovića (Beograd 1997), str 10.
- Slika 1. Ilustrovani rečnik izraza u narodnoj arhitekturi, Slobodan B. Nenadović (Prosveta, Beograd 2002), str. 117.
- Slika 2. Ilustrovani rečnik izraza u narodnoj arhitekturi, Slobodan B. Nenadović (Prosveta, Beograd 2002), str. 121.
- Slika 3. Ilustrovani rečnik izraza u narodnoj arhitekturi, Slobodan B. Nenadović (Prosveta, Beograd 2002), str. 147.
- Slika 4. Stara gradska i seoska arhitektura u Srbiji, Branislav B. Kojić (Prosveta-Beograd 1949), str. 146.
- Slika 5. Autorsko delo.

Kratka biografija:



Vladan Kijevčanin rođen je u Novom Pazaru 1993. god. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitektura i urbanizam odbranio je 2017.god.

Ivana Miškeljin rođena je u Zrenjaninu, 1982. godine. Završila je integrisane osnovne i diplomske akademske - master studije na Odseku za arhitekturu Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu (2001 - 2006). Doktorirala je na Fakultetu tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu u januaru 2014. godine.

VIRTUELNA REALNOST U ARHITEKTURI NA PRIMERU ZEMUNSKOG KEJA**VIRTUAL REALITY IN ARCHITECTURE ON THE EXAMPLE OF ZEMUN QUAY**

Jovana Plavšić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – DIGITALNE TEHNIKE, DIZAJN I PRODUKCIJA U ARHITEKTURI I URBANIZMU

Kratak sadržaj – U radu je obrađena tema primene tehnologije virtuelne realnosti kao novog medija u prezentaciji arhitektonskih i urbanističkih projekata. Istaknuta je problematika upotrebe virtuelne realnosti u arhitektonskoj vizuelizaciji. Praktični deo rada podrazumeva kreiranje simulacije Zemunskog keja.

Ključne reči: Virtuelna realnost, arhitektonska vizuelizacija, Zemunski kej.

Abstract – The paper explores the possibilities of using virtual reality technology as a new medium for presentation of architectural and urban projects. The paper highlights the problems of using virtual reality in architectural visualization. The practical part relates to the creation of a simulation of Zemun Quay.

Keywords: Virtual Reality, Architectural Visualization, Zemun Quay

1. UVOD

Tema koja je obrađena u radu je primena tehnologije virtuelne realnosti (VR) za prikaz arhitektonskih i urbanističkih projekata. Tema je odabrana zbog uske veze između VR – a i arhitekture, disciplina koje se bave poimanjem prostora. U teorijskom delu rada su definisani pojmovi koji su relevantni za predmet istraživanja, dok se praktični deo rada odnosi na kreiranje virtuelne ture kroz Zemunski kej u Beogradu.

Projekat je rađen u saradnji sa Institutom za arhitekturu i urbanizam Srbije (IAUS) i Fakultetom tehničkih nauka. U radu su izloženi glavni problemi do kojih je došlo pri stvaranju simulacije. Biće predstavljene i upoređene različite metode za rešavanje ovih prepreka. Cilj rada je predstaviti moguća rešenja za simplifikaciju procesa kreiranja simulacije, radi što boljeg prikaza projekta. Očekivani rezultat rada je popularizacija ovog medija za prikaz različitih prostornih rešenja.

2. DEFINISANJE POJMOVA

Virtuelna realnost je termin koji se koristi za definisanje interaktivnog, trodimenzionalnog, kompjuterski generisanog prostora koji korisnici doživljavaju posredstvom čulnih, odnosno tehnoloških pomagala.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Vesna Stojaković, vanr. prof.

Neki od sinonima za virtuelnu realnost su: artificijelna ili veštačka stvarnost, sajber – prostor, virtuelna prisutnost, teleprisutnost i kompjuterski generisano okruženje. Etimološki, pridev virtuelno (*lat.* virtus) označava ono što dolazi iz privida, što je nestvarno, postoji samo u umu, nema fizički oblik (ali se uz pomoć softvera čini da ga ima), dok je imenica realnost (*lat.* realis) činjenično i stvarno stanje stvari koje postoje i mogu biti doživljene. Iako je kovanica virtuelna – realnost naizgled kontradiktorna, ona bi mogla biti shvaćena kao kreiranje nestvarnog, sintetičkog mikrosveta u stvarnom, postojećem svetu.

Kada se govori o virtuelnoj realnosti, skreće se pažnja na pojam imerzije. Imerzija označava mentalno ili fizičko utonjuće, utapanje i uronjivanje u neki sadržaj ili medij. Ona je „senzacija prisutnosti unutar jednog okruženja; može biti čisto mentalno stanje ili se može postići fizičkim sredstvima: fizičko utonjuće određuje karakteristiku virtuelne realnosti“ [1].

Simulacija virtuelne realnosti nastoji da stvori neprirodno iskustvo fizičkog i mentalnog prisustva na imaginarnom mestu, te da zavara um da se nalazi na drugoj lokaciji. „Biti deo sintetičkog iskustva znači da iako je neko u određenoj meri uronjen u doživljaj, on je i dalje svestan spoljnog sveta. Kompletna imerzija se ne dešava“ [2]. Dakle, veoma je izazovno stvoriti osećaj prisustva na imaginarnom mestu. Sprovode se veliki naponi kako bi korisnik bio potpuno psihološki uvučen u kompjutersku simulaciju.

3. PREZENTACIJA ARHITEKTONSKIH PROJEKATA

Arhitektonska vizuelizacija je oduvek predstavljala bitan aspekt za prikaz arhitektonskih i urbanističkih projekata, zbog toga što je na ovaj način ljudima koji ne umeju da čitaju dvodimenzionalne crteže omogućeno da razumeju projekat ili konceptualno rešenje. Trodimenzionalni prikaz zahteva posebnu pažnju, jer se ovim putem najbolje i najdirektnije doživljava prostor.

Jedan od prvih vidova prezentacije arhitektonskih projekata je putem makete, modela umanjenih veličina u odnosu na pravi objekat. Maketa je često uprošćeni, simbolički vid interpretacije arhitektonskog projekta. Akcenat je najčešće na šematskoj reprezentaciji forme, pre nego na realističnom prikazu.

Prostor je takođe moguće sagledati u vidu kompjuterski generisane slike – rendera. Upotrebom softverskih alata se kreira 3D model prostora. Prostor se sagledava iz unapred predodređenog ugla. Najčešće je cilj stvoriti što realističniji render, koji podseća na fotografiju.

Prednost ove vrste prikaza jeste visok kvalitet kompleksnih enterijerskih i eksterijerskih scena, sa velikim brojem detalja. Mana je što je izrada prikaza još uvek vremenski zahtevna.

Jedna od najnovijih mogućnosti prezentacije arhitektonskih i urbanističkih projekata je uz pomoć tehnologije virtuelne realnosti. Ona se koristi za dizajn i vizuelizaciju zgrada, tako da je moguće proučiti njihov uticaj na prostorni plan grada. Kao i u prethodnom primeru, mogu se prikazati složene enterijerske i eksterijerske scene. Pomoću ove vrste tehnologije može da se kreira virtuelna tura kroz grad.

Korisniku, arhitekti ili investitoru je omogućeno da sami sagledaju prostor iz različitih uglova u realnom vremenu i da na taj način detektuju potencijalne problematične regije. Ono što je mana kod ove vrste prikaza je ograničen broj detalja i još uvek nedovoljan kvalitet u poređenju sa 3D renderima. Međutim, VR je jedini vid prezentacije koji nudi neposrednu interaktivnost sa kreiranim prostorom.

4. VR SIMULACIJA ZEMUNSKOG KEJA

Praktični deo rada predstavlja izradu simulacije virtuelne ture kroz Zemunski kej u Beogradu, u cilju prezentacije ovog projekta pre početka izvođačkih radova. Vrsta prikaza upotrebom tehnologije virtuelne realnosti je odabrana radi unapređenja načina interpretacije arhitektonskih i urbanističkih projekata na području Republike Srbije, te postizanje kvalitetnijeg nastupa ka partnerima, drugim institucijama i široj javnosti.

4.1. Informacije o projektu

Projektant uređenja Zemunskog keja u Beogradu je dr Igor Marić, arhitekta i naučni savetnik IAUS – a. Projekat je planiran kao nadgradnja postojećeg Keja Oslobođenja na desnoj strani Dunava, a proteže se sve do mosta Mihaila Pupina (Slika 1).



Slika 1. Lokacija novog dela Zemunskog keja

Planirani termin za početak izvođačkih radova je novembar 2018. godine. Dužina šetališta je oko 2,5 km. Projektom je obuhvaćena izgradnja nekoliko objekata, od kojih su 3 poslovni i službeni prostori, dok su ostali kuće u nizu koje su predviđene za izdavanje i stanovanje. Centralni deo keja je predviđen za izgradnju glavne marine. Planirana je izgradnja prostora za rekreaciju, odnosno sportskih

terena za košarku, tenis i odbojku. Duž šetališta će se nalaziti različiti prostori za odmor, poput gazebo. Kej se završava vidikovcem, pomoću kog je moguć pristup naselju koje se nalazi na brdu kojim je kej oivičen. Programi koji su korišćeni za kreiranje simulacije su 3ds Max, program za 3D modelovanje i Unity 3D, gejming platforma koja podržava tehnologiju virtuelne realnosti.

4.2 Virtuelna tura kroz Zemunski kej

Pored tehničkih detalja pri stvaranju 3D modela Zemunskog keja, kroz koji je omogućena virtuelna tura, potrebno je posvetiti naročitu pažnju kreiranju atmosfere koja preovladava u sceni, u cilju pojačavanja imerzivnog iskustva sa kojim će se korisnik poistovetiti.

Deo rada koji se odnosi na stvaranje ambijenta i okruženja je rađen u Unity 3D programu, dok je modelarski deo pojedinačnih objekata rađen u programu 3ds Max. Prva važna odluka koju je bilo potrebno doneti u stvaralačkom procesu je u koje vreme je scena postavljena.

Pošto je u pitanju eksterijer koji se nalazi kraj reke Dunav, i čiji je najveći deo obuhvaćen marinom i sadržajima predviđenim za plovni saobraćaj, odabrano je da se scena odigrava u letnjem periodu. Takođe, uz pretpostavku da se većina sadržaja pretežno koristi u toku dana, odabrana je dnevna varijanta (Slika 2). Sa tehničkog aspekta rada, problem koji se pojavio kao značajan je kompatibilnost između korišćenih programa. Jedan od primera koji dobro ilustruje ovu pojavu je izvoz materijala i tekstura iz programa za 3D modelovanje u program koji podržava virtuelnu realnost.

Materijali se gube ili bivaju modifikovani prilikom njihovog uvoza u Unity 3D, zbog toga što ovaj program ne podržava veliki broj materijala koji su zahtevni u pogledu računarских performansi. Pošto je optimizacija od izuzetnog značaja za VR, kao najpraktičnije rešenje pokazalo se kreiranje novih materijala u Unity 3D – u.



Slika 2. Virtuelna tura kroz Zemunski kej

4.3 Kretanje korisnika kroz virtuelni prostor

Zamišljeno je da se simulacija Zemuskog keja upotrebom virtuelne realnosti sagleda iz ugla budućeg posmatrača koji prolazi šetalištem. Jedno od glavnih pitanja koja su se javila prilikom kreacije virtuelne ture je na koji način je moguće preći željeno rastojanje u odgovarajućem vremenu.

Ukoliko se korisnikov fizički pokret simultano reprodukuje u virtuelnom okruženju, potrebno je obezbediti dodatnu hardversku opremu u vidu specijalno dizajnirane pokretne platforme. Na ovaj način je omogućena aktivna navigacija korisnika u svim pravcima. Međutim, zbog neposjedovanja ove vrste pokretne trake, bilo je potrebno pronaći drugo rešenje kojim bi bilo premošćeno željeno rastojanje. Takođe, nekim korisnicima bi dugo koraćanje bilo naporno.

Jedno od mogućih rešenja je upotreba džojstika, putem kog se komunicira sa računom pritiskom odgovarajućih tastera, kojima se korisnik kreće u željenom pravcu. Problem kod ove vrste prikaza jeste trajanje VR iskustva, koje bi bilo poželjno ograničiti na period od oko 5 minuta. U tom vremenskom periodu je bilo potrebno preći rastojanje od 2,5 kilometara, što znači da bi korisnik trebao da se kreće brzinom od oko 8 metara u sekundi. Brzina kretanja pešaka u virtuelnoj realnosti je uglavnom 1,5 m / s, tako da je vreme za prelazak celokupne distance 25 minuta, što je previše dugo za VR demonstraciju arhitektonskog projekta.

Sledeći način na koji je moguće preći duža rastojanja u kraćem vremenskom periodu je upotrebom prevoznog sredstva. Na konkretnom primeru projekta Zemuskog keja, odgovarajuća sredstva bi bila brod ili bicikl. Na isti način kao u prethodnom slučaju, upotrebom džojstika se kontroliše navigacija korisnika koji koristi prevozno sredstvo. Ukoliko se koristi tip vodenog transporta, poput broda, skutera ili glisera, svi sadržaji na kopnu se sagledavaju sa distance, te nisu dostupni posmatraču. Bicikl je u ovom slučaju korektnije rešenje, jer se većina sadržaja nalazi na kopnu, međutim određeni sadržaji, poput platformi i pontona ostaju nedostupni.

Jedan od mogućih načina za manipulisanje pokreta korisnika u virtuelnom prostoru je upotreba pomagala u kontrolera osetljivih na dodir. Način upotrebe je sličan kao kod džojstika, gde se pritiskom odgovarajućih tastera pokret reprezentuje u virtuelnom svetu, ali sa jednom značajnom razlikom. Upotrebom kontrolera osetljivih na dodir moguće je, uslovno rečeno, preskakati ili teleportovati se na druge lokacije, odnosno pokret nije konstantan. Kada se koristi džojstik, korisnik se sve vreme kreće istom brzinom (osim ukoliko ne potrči), dok se korišćenjem kontrolera on sve vreme premešta sa jedne lokacije na drugu. Ova tehnika može biti veoma pogodna za kretanje kroz prostore većih dimenzija.

Takođe, primena kontrolera može biti izuzetno praktična u slučaju ograničenog fizičkog kretanja korisnika, ukoliko se on nalazi u skućenom prostoru, prostoru sa mnogo ljudi ili ukoliko je kabl naglavnog seta isuviše kratak za sagledavanje celokupnog virtuelnog prostora.

Međutim, na konkretnom primeru virtuelne ture kroz Zemuski kej se insistira na stvaranju doživljaja koji ima budući posetilac koji se kreće šetalištem. Imajući to u

vidu, rešenje možda nije najpogodnije u ovom slučaju, uprkos posedovanju ove vrste opreme, zbog gubitka kontinuiteta u koraćanju.

Kao najpogodnije rešenje se pokazalo korišćenje džojstika, ali tako da je brzina hoda suptilno prilagođena. Na ovaj način je moguće preći celokupan kej za nešto više od 5 minuta, uz omogućen pristup svim sadržajima na kopnu i vodi, uz konstatno kretanje koje čovek ima u prirodi.

4.4 Demonstracija simulacije

Po završetku kreiranja simulacije Zemuskog keja primenom tehnologije virtuelne realnosti, bilo ju je potrebno demonstrirati i prikazati timu IAUS – a. U prvoj fazi rada, prezentacija je poslužila kao alat za detektovanje potencijalnih problema u projektu. Kao bitan problem prilikom demonstracije simulacije, pojavilo se pitanje na koji način ju je moguće prikazati, s obzirom na to da u partnerska institucija ne poseduje opremu potrebnu za sagledavanje simulacije. Ovo pitanje je veoma značajno za ovu oblast rada. Trenutna situacija je takva da ova tehnologija još uvek nije u potpunosti zaživela na teritoriji Republike Srbije. Cilj je pronaći odgovarajuće rešenje kako bi saradnicima sagledavanje simulacije bilo omogućeno.

Jedan od načina za prikaz VR simulacije je putem aplikacije za mobilni telefon. Ovo je ujedno jedan od najpogodnijih načina za demonstriranje ovakve simulacije, zbog velike rasprostranjenosti mobilnih telefona, čime se postiže mogućnost pregleda velikog broja ljudi, bilo građanstva ili klijenata. Međutim, kreiranje aplikacije za mobilni telefon ima određena ograničenja u pogledu kvaliteta i optimizacije modela koji se sagledava. U poređenju sa posmatranjem istog sadržaja na računaru, efekat koji se dobija je vidno slabiji. Takođe, potrebno je posedovati hardversku opremu za sagledavanje VR aplikacije, što je headset u koji se umeće mobilni telefon.

Sledeće moguće rešenje, a koje podrazumeva upotrebu standardne VR opreme, je organizovanje poseta instituciji koja se bavi stvaranjem simulacije. Naročito je nepraktično ukoliko se institucije nalaze u različitim gradovima, što je slučaj sa Institutom za arhitekturu i urbanizam Srbije, koji je lociran u Beogradu, i Fakultetom tehničkih nauka u Novom Sadu, u kom se nalazi laboratorija za virtuelnu realnost.

Takođe, na ovaj način je znatno otežana komunikacija, zbog ograničenog pristupa simulaciji strani koja ne poseduje odgovarajuću opremu za virtuelnu realnost. Međutim, prednost ove vrste prikaza je što omogućava visok kvalitet simulacije u odnosu na aplikaciju za mobilni telefon, te je moguće detaljnije sagledati virtuelni prostor.

Osim pozivanja korisnika u instituciju koja poseduje neophodnu opremu, oprema se može postaviti na dogovorenom mestu, koje može biti javnog karaktera. Na ovaj način zainteresovani korisnici dolaze na mesto dešavanja u cilju isprobavanja VR simulacije.

Na ovaj način se postiže mogućnost prikaza široj publici. Ograničenja su ta, što je potrebno pronaći odgovarajući prostor, transportovati i postaviti opremu, i najbitnije od svega, vremensko ograničenje. Korisnici mogu da

sagledaju simulaciju isključivo u vremenskom okviru koji je predviđen za to.

Ispostavilo se da je dolazak članova tima Instituta za arhitekturu i urbanizam Srbije u prostorije Fakulteta tehničkih nauka dobra solucija, zbog toga što su bili u mogućnosti da daju instantnu povratnu informaciju o nedostacima u projektu i samoj simulaciji, na šta se moglo direktno uticati. Takođe, nije postojalo vremensko ograničenje, tako da je svaki član imao priliku da detaljno doživi simulaciju.

5. ZAKLJUČAK

U radu je predstavljena virtuelna realnost, kao značajna tehnologija koja je primenljiva na polju arhitekture i urbanizma. Čitalac se najpre upoznaje sa oblašću rada definisanjem relevantnih pojmova, nakon čega se tema svodi na užu oblast arhitekture i urbanizma. Praktični deo rada podrazumeva kreiranje simulacije virtuelne ture kroz neizgrađeni deo Zemunskog keja u Beogradu. Stvaranje simulacije je izazovno, ne samo u pogledu savladavanja softvera, već i zbog prevazilaženja prepreka koji se tiču relacije korisnika i tehnologije virtuelne realnosti. Prikazani su neki od načina putem kojih je omogućeno kretanje korisnika kroz virtuelni prostor, kao i tip demonstracije simulacije korisniku nakon što je ona kreirana.

Poređenjem različitih metoda, odabrana su najpraktičnija rešenja, na čijem usavršavanju i dalje treba raditi, zbog toga što su ova pitanja od ključne važnosti kada govorimo o bilo kojoj primeni virtuelne realnosti. Problemi koji su istaknuti u ovom master radu se bave podsticanjem ideologije da „virtuelna realnost mora da funkcioniše svuda, u suprotnom neće funkcionisati uopšte“ [3].

Očekuje se da će tehnologija virtuelne realnosti postati sve prisutnija u svim poljima rada, imajući u vidu to da se ona već sada koristi kao rasprostranjen medij u različite svrhe. Kada govorimo o primeni na polju arhitekture i urbanizma, virtuelna realnost svakako ima preimućstvo u odnosu na standardni tip prezentacije. Još uvek postoje ograničenja koja je potrebno prevazići kako bi upotreba tehnologije virtuelne realnosti za prikaz arhitektonskih i urbanističkih projekata zaživela.

Ona je jedna od dominantnih i fleksibilnih razvojnih oblasti na polju arhitektonske vizuelizacije, simulacija virtuelnih tura kroz grad, kao i prodajom nekretnina. VR je od naročitog značaja za polje arhitekture i urbanizma, zbog toga što se, i jedna i druga oblast, bave poimanjem prostora, sa razlikom u virtuelnom i fizičkom prostoru. VR omogućuje arhitekti da vidi prostor onako kako će ga videti njegov budući korisnik.

Kada je u pitanju primena na polju arhitekture i urbanizma, virtuelna realnost je i dalje otvoreno igralište i široka tema za istraživanje, u povelju.

6. LITERATURA

- [1] Šiđanin P., Lazić M., „Virtuelna i proširena realnost: koncepti, tehnike, primene“, Novi Sad , Fakultet tehničkih nauka, 2018.
- [2] Kalawsky, Roy S. „The Science of Virtual Reality and Virtual Environments“, Wokingham, Addison Wesley Publishing Company, 1994.
- [3] Martin Enthel (IKEA), „IKEA VR/AR/MR and meatballs“ – prezentacija (Total Chaos konferencija organizovana od strane Vray Chaos Grupe, Sofija, Bugarska, 2018.

Kratka biografija:



Jovana Plavšić rođena je u Somboru 1994. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitektura i urbanizam – Digitalne tehnike, dizajn i produkcija u arhitekturi i urbanizmu odbranila je 2018.god.
kontakt: jovanazdaja@gmail.com

VILA U BIJELOJ**VILLA IN BIJELA**

Nikolina Orelj, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – Rad se bavi istraživanjem tipologije mediteranske kuće od prirodnih materijala, prvenstveno kamena, kako na urbanističkom, tako i na arhitektonskom nivou. Rad se bavi materijalizacijom objekata, razvojem izgradnje obrekata sa kamenom kroz istoriju kao i aktuelnim pitanjima na polju savremene arhitekture i primene ovog materijala na objekte, analizirajući kulturne tokove našeg vremena i čovečanstva. Projekat mediteranske kuće svojom otvorenosću, pozicijom, predstavlja spoj različitih spartnih sadržaja, različite funkcionalnosti, povezan u jednu skladnu celinu koja na kraju kao rezultat daje idealan prostor za odmor, druženje i komunikaciju.

Ključne reči: Jednoporodična kuća u Bijeloj, Mediteranska kuća, Kuća u Crnoj Gori

Abstract – The thesis analyzes the typology of a Mediterranean house of natural materials, primarily stone, both on urban and architectural levels. The paper deals with the materialization of objects, the development of construction of stone frets through history, as well as the current issues in the field of contemporary architecture and the application of this material to objects, analyzing the cultural flows of our time and humanity. The project of a Mediterranean house with its openness, position, represents a blend of various spartan contents, different functionalities, connected to a harmonious whole, which ultimately results in an ideal space for rest, socializing and communication.

Keywords: Single-family house in Bijela, Mediterranean House, House in Montenegro

1. UVOD

Arhitektura stambenih celina je vrlo delikatna disciplina, jer ljudi tokom svog života najviše vremena provedu u svojim domovima, i zbog toga moramo pažljivo analizirati svaki segment prostora u koji implementiramo nove korisnike. Pre svega, nezavisno od novih parametara, jednoporodična kuća treba da funkcionalno, fizički i estetski zadovolji njene korisnike, kao i da se na određeni način eventualno prilagodi novim zahtevima korisnika. Što se tiče urbanističkih parametara, da odgovori, odnosno uklopi u postojeći kontekst, ali i da zadrži dovoljno visok nivo privatnosti.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Ivana Miškelić, docent.

Ideja je da se da odgovor na gore navedenu temu. Takođe ona zahteva niz dodatnih pitanja i odgovora koji zahtevaju dodatnu analizu u kontekstu u kom će se nalaziti novo-projektovana kuća. Pre svega, nezavisno od novih parametara, jednoporodična kuća treba da funkcionalno, fizički i estetski zadovolji njene korisnike, kao i da se na određeni način eventualno prilagodi novim zahtevima korisnika. Što se tiče urbanističkih parametara, da odgovori, odnosno uklopi u postojeći kontekst, ali i da zadrži dovoljno visok nivo privatnosti.

2. ISTORIJSKI RAZVOJ GRADNJE SA KAMENOM

Naši preci, još u vreme oko 35.000 godina pre nove ere su počeli da koriste kamen u svojim životima u svakodnevnoj upotrebi. Prvo za oruđa, a vremenom i za gradnju najmonumentalnijih građevina naše istorije. Dovedi su obradu kamena do savršenstva, i koristili su ga u različite svrhe. Savremeni čovek samo je jasno i u potpunosti oblikovao sadržaje koje je u kamen položio naš predak, neandertalac.

Početak zidanja Crnogorske kamene kuće je kompleksna tema. Seže vekovima unazad i teško je o tome ukratko pričati. Potrebu za kvalitetnijim domom na našim prostorima imao je svako u burnim migratornim kretanjima. Kulturna graditeljska zaostavština prastanovnika Ilira, Grka, Rimljana kroz vekove nije zapečatila jasnu sliku, recepturu kojom bi danas mogli definisati jedan tip kuće, doma, vezanog za staru Crnu Goru [1].

2.1. Kamene kuće

Kamene kuće, po visini su u većini slučajeva bile prizemljuše ili potleušice, a po obliku osnove pravougaone. Crnogorska kuća je vezana za mediteranski stil gradnje po svim specifičnostima. Od kamena je, uz kamen i na kamenu. Često i pod kamenom. Ogledaju se u obliku, visini, proporcijama, kamenom slogu, vrsti obrade, kamenoj plastici i sl. [2].

S tim da je ognjište predstavljalo izuzetno važnu ulugu u životima naših predaka, pa sve do danas ono je činilo mesto okupljanja porodice, njihovog obedovanja, i mesto gde su najviše vremena provodili zajedno. Isto tako su se formirale i grupacije kuća, oko matice jedne kuće, da bi zadržale zajedništvo. Ovo je navelo da u ovom objektu omogućim mojoj porodici da imaju što više prostora u kojem će moći da provode kvalitetno vreme zajedno, kada nisu zatrpani sa svakodnevnim obavezama. Napravila sam im prostore u kojima mogu da se odmore, i da uživaju u zajedničkom vremenu sa svojim bližnjim.

2.2. Područja građenja kamenom

Dalmatinsko i Bokeljsko zaleđe su geološkom smislu krševita, dok su u kulturnom smislu prožeta dinarskom i jadranskom kulturom. Svako tradicijsko graditeljstvo obeležava dve grupe činilaca: skup prirodnih i skup društvenih.

Jedan iz skupa prirodnih činilaca jeste kamen kao najvažniji materijal za gradnju. To je materijal kojeg ima svuda u prirodi i on je obeležio tradicijsko graditeljstvo ove regije. Kamen za gradnju kuća vađen je u okolini sela, u manjim kamenolomima, kavama. Kamen nije svuda bio istog kvaliteta. Za stambene kuće se nastojalo da se kamen bolje obradi, dok je za gospodarske i pomoćne građevine obrada često bila jednostavnija [3].

Kamen koji se koristio prilikom izgradnje objekata je bio je iz neposrednog okruženja. Kamen za gradnju kuća vađen je u okolini sela, u manjim kamenolomima, kavama. Kamen nije svuda bio istog kvaliteta. Za stambene kuće se nastojalo da se kamen bolje obradi, dok je za gospodarske i pomoćne građevine obrada često bila jednostavnija.

Zadržalo se ognjište u prizemlju, koje je bilo povezano sa komunikacijama, a u projektu je kao zamena za ognjište postavljen kamin koji je na moderan način uklopljen ostatak kuće.

Da bi se obnovilo tradicionalno graditeljstvo, veoma je važno da, uz primereno očuvanje tradicije građenja sprovedu integracije savremenih nužnih sadržaja potrebnih za savremeni život.

Važno je takođe i obratiti pažnju na svaki element i detalj kako građevina ne bi izgubila izvornost, ono dakle što je čini baštinom. Jako je bitno da prilikom ovakvog načina građenja u savremenom dobu ne „izmišljamo“ tradiciju, da ne kopiramo tradicije drugih sredina ili kultura, da ne prilagođavamo tradicionalne građevine novim sadržajima, nego sadržaje postojećem prostoru, kao i da upotrebljavamo prirodne materijale koji su se i pre upotrebljavali.

3. PROSTORNA ORGANIZACIJA

Formu objekta definiše najvećim delom teren na kom je objekat smešten, kao i tradicionalni mediteranski kontekst gradnje kamenom i prisustvo morskog okruženja. Te karakteristike prate razradu ovog projekta.

Kuća je u nivoima postavljena na parceli, zbog brdovitog terena. Svaki nivo za sebe predstavlja posebnu namenu i celinu. Korišćenjem tradicionalnih materijala iz okruženja (drvo i kamen), i utapanjem u prirodno okruženje, dobijamo jednu nerazdvojivu celinu koja spaja unutrašnjost i spoljašnjost objekta. Ovo sam postigla kroz velike staklene otvore duž cele kuće, koji se otvaraju spajaju nas sa spoljašnjim okruženjem.

Postignut je visok nivo privatnosti, jer jednoporično stanovanje zahteva tu karakteristiku u velikoj meri. Objekat je zatvoren, u dva nivoa je u potpunosti ušuškan, a prizemlje i sprat su orijentisani ka moru, a deo ka magistrali je zatvoren.

Javni prostor ne sagledava dešavanja u unutrašnjost objekta, dok je iz drugog smera vidljivost omogućena.



Slika 1. 3D prikaz frontalnog dela fasade (vidljiva materijalizacija i položaj objekta)

3.1. Energetska efikasnost

U cilju racionalnog korišćenja energije, uveden je princip energetske efikasne i ekološki održive gradnje:

- smanjenjem gubitaka toplote iz objekta poboljšanjem toplotne zaštite spoljašnjih elemenata i povoljnijem odnosu površine i zapremine objekta (koristila sam savremene termoizolacione materijale);
- povećanje toplotnih dobitaka u objektu povoljnom orijentacijom objekta i korišćenjem sunčeve energije, primenom obnovljivih izvora energije (biomasa, sunce, vetar i dr.);
- povećanjem energetske efikasnosti termoeenergetskih sistema.

Instalacije su projektovane na taj način da se barem 20% potrebne energije obezbedi iz alternativnih izvora energije (solarnim kolektorima, geotermalnim pumpama, toplotno vazдушnim pumpama itd.), pri čemu je vođeno računa da te instalacije ne ugroze ambijentalne i pejzažne karakteristike okruženja.

4. ENTERIJER

Prostor je dizajniran tako da se maksimalno iskoristi dnevna svetlost, a prostorije budu svetle, prostrane i prozračne. Povezanost spoljašnjih i unutrašnjih elemenata je postignuta materijalizacijom i otvaranjem unutrašnjih prostora ka spoljašnjim.

Sobe su dizajnirane tako da preovladavaju svetle boje, prozračne su, osim prirodne svetlosti ubačene sui lampe i lusteri koji daju izuzetno lep izgled prostoriji i daju uslove za rad, učenje, kao i opuštanje. Enterijer je ceo usklađen za sve uzraste, prirodnim i toplim bojama, moderan i udoban.

Spa zona: Zidovi su ukrašni različitim tehnikama, negde su obloženi i kamenom. A podovi su potpuno u prirodnom mermeru, koji u kombinaciji sa drvetom i ostalim materijalima predstavlja idealan spoj. Ležaljke, sauna, prostor za vežbanje su samo neki od sadržaja koji ovaj prostor čine savšenim za odmor.

Prostor je otvoren ka spolja i izlazi direktno na veliki bazen i dvorište. Trpezarija i dnevna su takođe uređene u svetlijim nijansama. Prirodni materijali su korišćeni i ovde kao i kroz ceo objekat. Dominira drvo i kamen. Kamin u dnevnoj sobi predstavlja bitan element, koji se vezuje za ognjište još iz davnih vremena naših predaka.

Organizacija prostora je takva da čini ovaj prostor pogodan za sve dnevne aktivnosti, pogotovo za vreme sa porodicom. Stakleni paneli razdvajaju ove prostore od glavnog hodnika, a opet svojom transparentnošću spajaju ovaj prostor u jednu celinu.

Centralni element u ovom objektu čine stepenice, obložene mermerom, sa unikatnim staklenim lusterom iznad koji pored osnovne funkcije predstavlja i skulpturni element.



Slike 2 i 3. 3D prikazi trpezarije sa dnevnom sobom, i spa zone

5. LOKACIJA

Odabrana lokacija za izgradnju mediteranske jednogodišnje kuće se nalazi u naselju Bijela, koje je locirano između Baošića i Risna, u Crnoj Gori uz samu obalu Jadranskog mora.

Parcela se graniči sa Jadranskim putem sa gornje strane parcele, a sa donje strane izlazi na Bijelanski put koji je ujedno i šetalište uz samu vodu.

Najbliži morski prelaz je prelaz trajektom Bijela – Tivat. Parcela je nastala spajanjem dve parcele: 1621 i 1622.

Ono što je važno, jeste da je potrebno parcelu bilo potrebno sagledati iz svih mogućih uglova i odrediti sve pozitivne i negativne karakteristike koje je opisuju, a one dobre iskoristiti na način da se prilagodi novim potrebama, ali isto tako treba prevazići sve loše aspekte analizirajućeg područja.

Lokacija je inspirativna i nije suviše slobodna. Kontekst je u potpunosti definisan, tako da novoprojektovani objekat mora da se veže za njega. Odlikuje je brdoviti položaj, i neposredna blizina mora, kao i mnoštvo zelenila niskog, srednjeg i visokog rastinja.

Takođe pripada turističkoj zoni i prvom pojasu turističkog naselja.

5.1 Geografski položaj objekta

Geografski položaj predstavlja osnovnu determinantu u izboru lokacije naselja ili dela naselja, odnosno objekta i opredjeljuje njegov razvoj. Lokacija ovog objekta, sa ovog aspekta, kako posmatrajući njegove funkcionalne, tako i estetske komponente, ima niz kvaliteta koji je valorizuju kao jednu od najatraktivnijih na teritoriji hercegnovske opštine.

Objekat se nalazi uz Šetališta Bijele, na samom početku naselja Bijela, krećući se od centra grada, tako da je sa kuća sa severne strane okrenuta glavnoj magistrali koja se kreće ka Herceg Novom, sa juga je okrenuta ka moru i izlazi na šetalište, a sa istoka i sa zapada se graniči sa drugim parcelama i preostalim dijelom naselja Bijela.

Pozicija na obali, neposredno na ulazu u Bijelu, a ipak dovoljno zaštićena od uticaja vjetrova i mora, blizu centra

grada i teritorijalnog težišta opštine, sa neposrednim kontaktom sa svim bitnim saobraćajnim čvorištima, a povučena u svoj mir okružen zelenilom.

Ovakava mikrolokacija, u kombinaciji sa inače atraktivnom geografskom pozicijom, čini lokaciju, jednim od najatraktivnijih prostora Opštine.



Slika 4. Prikaz lokacije [7]

6. PRIRODNI USLOVI

6.1. Klimaski uslovi

Ova karakteristika i visoki planinski lanac prema severu daju posebno obeležje ovom bazenu, koji se u klimatološkom pogledu bitno razlikuje od lokacija na otvorenom delu Crnogorskog primorja i Tivatskog zaliva.

Temperatura vazduha: Najniža srednja mesečna temperatura je u januaru mesecu i iznosi 8° - 9° C, a najviša srednja mesečna temperatura je u avgustu sa 24° - 25° C.

U Herceg Novom ima prosečno godišnje 105 dana sa temperaturom preko 25° C i 33 dana sa temperaturom preko 30° C, dok samo 3,3 dana prosečno godišnje, temperatura pada ispod 0° C [8].

6.2. Geološka građa terena

Područje pripada geotektonskoj jedinici Budvansko-Barska zona. Lokacija i šire područje su zapunjeni aluvijalnim i proluvijalnim (al, pr) nanosom kao i marinskim sedimentima (m). Dublje u podlozi su sedimenti fliša (E2) koji su predstavljeni laporcima i glincima, tektonski ubrani, ispucali i oštećeni [9].

6.3. Morfološka svojstva tla

Lokacija je morfološki gledano brdoviti predeo u Bijeloj, na samoj morskoj obali.. Iznad lokacije su objekti različite spratnosti [10].

7. ZAKLJUČAK

Obzirom na sve analizirane parametre lokacije, kako pozitivne tako i negativne, iskorišćene su na adekvatan način i implementirane u novu programsku celinu.

Karakteristike kuće su u potpunosti povezane sa okruženjem i zatečenim resursima u cilju što ekonomičnijeg projekta koji je prilagodljiv u upotrebi četvoročlane porodice. Pored neposredne okoline, kuća prati i ne narušava zatečeni suburban kontekst i ne predstavlja dominantnu tačku u prostoru, ali svojim izgledom sigurno ne ostaje neuočljiva.

Okolno zelenilo čini jednu od najbitnijih odlika ove lokacije, kao i blizina mora, kao i parcela koja se nalazi na brdovitom području, pa su ti parametri iskorišćeni na način da se pravilno implementira u novoprojektovanu celinu, kako vizuelnom povezanošću, tako i odnosom privatno-javno.

Prirodni parametri su oni kojih se najviše treba držati prilikom projektovanja jednorodnih objekata, jer ljudi najveći deo svog života provedu kod kuće.

U većim gradovima, kao i u prigradskim naseljima u ovom slučaju, zelenilo je prava dragocenost, pa ako postoji u bilo kojoj količini, treba je na visokom nivou razmotriti i implementirati u novoprojektovanu programsku celinu. Građenjem po principu održivosti mogu se očuvati sve one karakteristike koje priroda nudi, a samo na taj način odnos čovek-priroda može postati dugotrajan, ako ne i stalan, a sve je to moguće primenom savremenih tehnologija.

8. LITERATURA

- [1] [2] <http://www.vijesti.me/vijesti/crnogorska-kuca-od-kamena-uz-kamen-cesto-i-pod-kamenom-116374>
- [3] Tradicija kamena kuća dalmatinskog zaleđa – priručnik za obnovu i turističku valorizaciju- Zdravko Živković, Lektor: Tomislav Salopek, Zagreb 2015.
- [4] Autor 2018.
- [5] Autor 2018.
- [6] Autor 2018.
- [7] Autor 2018.
- [8] Opština Kotor; Sekretarijat za urbanizam, građevinarstvo i planiranje; Zakon o izgradnji i uređenju prostora.
- [9] Opština Kotor; Sekretarijat za urbanizam, građevinarstvo i planiranje; Zakon o izgradnji i uređenju prostora.
- [10] Opština Kotor; Sekretarijat za urbanizam, građevinarstvo i planiranje; Zakon o izgradnji i uređenju prostora.

Kratka biografija:



Nikolina Orelj rođena je u Kninu, Hrvatska, 1991. god. Diplomirala je na Fakultetu tehničkih nauka na Odseku za Arhitekturu i urbanizam 2016. godine. Master rad brani na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitektura i urbanizam – Dizajn enterijera, u oktobru 2018.god. kontakt: nikolina_orelj@live.com

DINAMIČKA FASADA GRADSKOG MUZEJA U HERCEG NOVOM**DINAMIC FACADE ON THE MUSEUM OF THE CITY OF HERCEG NOVI**

Anja Marković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – Cilj ovog rada jeste primjena dinamičkih fasadnih sistema koji su bazirani na konceptu Mashrabiya jedinica na konkretnom primjeru novo-projektovanog muzeja grada Herceg Novog u Boki Kotor-skoj, Crna Gora – gdje je osnovna struktura muzeja radjena kao predmet mog diplomskog rada, a ovdje usavršena i predstavljena kroz istraživanje o interaktivnim dinamičkim fasadama.

Abstract – The main goal of this project is applying of dynamic façade systems based on the concept of Mashrabiya façade on the newly-designed museum of the city of Herceg Novi in Boka Kotorska, Montenegro - where the basic structure of the museum was the subject of my graduation thesis, here presented through research on interactive dynamic facades.

1. UVOD

Kako se svijet rapidno mijenja, zabrinutost za životnu sredinu i globalni ekonomski problemi zahtijevaju konstantno inoviranje arhitektonskih rješenja sa sve manje sredstava na raspolaganju. Postoji više faktora koji utiču na arhitektonske aspiracije. I javni i privatni sektor zahtijevaju povećane performanse i poboljšanu efikasnost. Arhitektonski dizajn mora odgovoriti na mnogobrojne izazove, od udobnosti korisnika, do efikasnosti, realizacije i održivosti. Naše ideje i stvaranje takođe treba da se mijenjaju.

Jedna od većih inovacija novog doba u arhitekturi jesu dinamičke fasade, koje imaju sposobnost da se mijenjaju kako bi obezbijedile optimalne performanse u skladu sa svojom okolinom.

Kao uspješan primjer primjene dinamičke fasade može se navesti kula Al Bahr u Abu Dabiju.

2. PREDMET I CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Tema ovog istraživanja je primjena savremenih, inovativnih digitalnih metoda i inovacija na na projektovanom objektu muzeja, složenog dizajna, smještenog u prirodnom okruženju, a sve radi dobijanja kompletnog proizvoda koji će zadovoljiti i odgovoriti na sve zahtjevnije potrebe savremenog društva.

Primjena dinamičke fasade je u cilju zaštite unutrašnjeg prostora od pretjerane insolacije i stvaranju komfora u objektu u kojem će se, korišćenjem novih digitalnih pristupa i tehnologija, ostvariti integracija objekta sa prirodnim inputima. Muzej predstavlja novi parametar u posmatranju identiteta grada i nezaobilazan korak ka

ostvarenju Herceg Novog kao savremenog regionalnog kulturnog centra. Ovaj način korišćenja i prezentovanja prostora, kao i preobražavanje postojećih ideja u korisne i nove oblike, kombinacijama i metodama koje su drugačije, omogućavaju se ciljevi razvoja kroz korišćenje tehnoloških rezultata i potencijala.

U cilju postizanja postavljenih zadataka, bilo je neophodno pristupiti primjeni principa inovativnih fasadnih sistema koji se ogledaju kroz:

- Zaštitu prostora od pretjerane insolacije unutrašnjeg prostora;
- Poboljšanje korisničkog komfora i unapređenje fizičkog i psihološkog stanja korisnika;
- Povećanje osvijetljenosti prostorija prirodnim difuznim svjetlom;
- Bolja vidljivost okoline, smanjena upotreba opstruktivnih i psihološki zamarajućih roletni i barijera;
- Unaprijeđen komfor postignut smanjenjem teškog klimatizovanog vazduha i ventilacijom;
- Stvaranje zgrade sa jedinstvenim identitetom, ukorijenjenim u lokalnom naslijeđu i životnoj sredini;
- Stvaranje jedinstvenog i zanimljivog oblika kako za korisnike tako i za posjetioce;

Cilj ovog rada jeste primjena dinamičkih fasadnih sistema koji su bazirani na konceptu Mashrabiya jedinica na fasadi novo-projektovanog muzeja grada Herceg Novog u Boki Kotor-skoj, Crna Gora.

3. AL BAHR KULE I MASHRABIYA JEDINICE

Al-Bahr kule predstavljaju novo sjedište Investicionog odbora Abu Dabija i sam projekat je bilo predstavljen na međunarodnom takmičenju na kojem je pobijedio Aedas-UK (današnji AHR) u saradnji sa Arup-om, 2007. godine. Dvije istovjetne, 150 metara visoke kule, prikazane na Slici 1, se nalaze u Abu-Dabiju, Ujedinjeni Arapski Emirati. Među mnogobrojnim performansama dizajna, zgrada se ističe svojim tečnim oblikom (strukturom inspirisanom spiralnom kašikom za med) i svojim automatizovanim dinamičnim solarnim panelima. Fasadni sistem kinetički odgovara na kretanje Sunca i daje zgradi njen prepoznatljivi identitet.

Dizajn je izvučen iz svog konteksta, uzimajući u obzir životnu sredinu, tradiciju i tehnologiju. Ovaj inicijalni nacrt ilustruje integraciju ovih elemenata.

Inspiracija je proizašla iz tradicionalne tehnologije, koja se kroz vjekove pokazala dobrom u cilju postizanja potrebnog komfora u pustinji. Sve ove ideje su učestvovala u procesu traženja finalnog oblika kao arhitektonske definicije i korijen principa performansi. Iako su stvorene iz jednostavnih inspiracija, pomenute ideje su rasle i postale ambicioznije i kompleksnije u arhitektonskom smislu.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio Bojan Tepavčević.



Slika 1. Al-Bahr kule

Vjetar je predstavljao jedan od značajnijih faktora uticaja na dinamičku fasadu kula. Iz tog razloga je sproveden niz ispitivanja u aerodinamičkim tunelima na različitim jačinama, kako bi se simulirala kombinacija naleta vjetra na zgradu uopšte, i lokalno na Mashrabiya jedinice.

Glavni potporni okvir sistema je dizajniran da traje 50 godina. Ostale komponente kao što su pokretači i oslonci, dizajnirani su za minimum 15 godina, kada će ih biti potrebno zamijeniti.

Pogon mehanizma Mashrabiya jedinice je centralno-pozicionirani električni aktuator sa navojima, koji prilikom rada troši vrlo malo energije (svaki motor koristi manje energije od obične sijalice). Aktuator ima hod koji dostiže 1000 mm, što omogućava savijanje mehanizama i obezbjeđuje do 85% čistog otvorenog dijela. Svi mehanički spojevi su izradjeni od nautički provjerenih teflon ležaja.

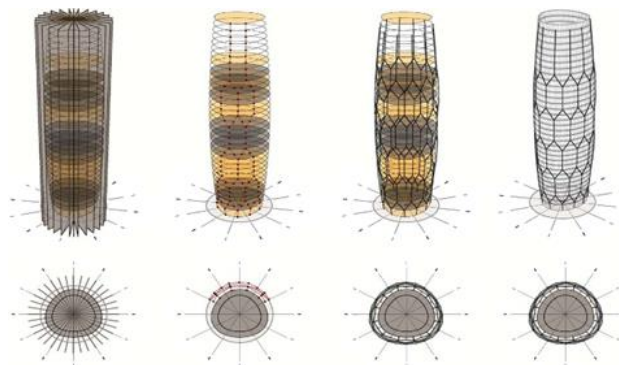
Sistemi dinamičkog zasjenjivanja nisu novi, a razvoj sistema kao što je Mashrabiya obično se primjenjuje na projektima manjih razmjera, gdje se lakše upravlja rizicima. U slučaju Al-Bahr kula iz upravo iz navedenih razloga, projektantski tim se suočio sa kombinacijom kompleksnih izazova.

Dizajn i izgradnja Al-Bahr kula podrazumijevali su stvaranje jedinstvenog rješenja velikih razmjera, koje je zahtijevalo pažljiv dizajn, inženjering i optimizaciju kako bi se kontrolisali troškovi. Bilo kakve koristi, prednosti ili druga pravdanja za svaki pojedinačni element, predstavljala su izuzetan izazov, koji se zasnivao na srodnim troškovima i povratnoj vrijednosti projekta. Prethodno racionalizovana priroda inovativne dinamične fasade, sa fokusom od samog početka na "dizajnu sa konstruktivnim pristupom", omogućila je smanjenje otpada materijala. Dijeljenje dizajnerskih principa kroz CODE, igralo je veliku ulogu u ovom postignuću.

Složena priroda geometrije zgrade i dinamično ponašanje mehanizovanih jedinica značilo je da se komponente povezuju u brojnim konfiguracijama. Zbog toga je bilo veoma važno usvojiti pristup "univerzalnog dizajna", gdje bi veze i interfejsi bili dizajnirani tako da se prilagode što većem broju scenarija. Ovo je ograničilo složenost u vezi sa jedinstvenim veličinama, dok je smanjilo broj jedinstvenih građevinskih rješenja.

Ovaj pristup se sasvim dobro primjenjuje na parametarski dizajn, uključujući različite pakete poput Grasshopper, Digital Project (CATIA), Tekla, Inventor i SolidWorks,

između ostalih. Omogućeno je direktno izvlačenje podataka sa digitalnih modela, radi kontrole CNC mašina za izradu. Upotrebom CODEa je omogućena efikasna koordinacija više od petnaest različitih softverskih paketa korištenih sa različitih strana.



Slika 2. Zid-zavjesa Al-Bahr kule i konstrukcija u obliku saća

Princip zamračivanja je najefikasniji kada je direktno usmjeren ka sunčevim zracima, npr. ortogonalno. Zamračujući element mora bacati sijenku svih svojih ivica na susjedni element zamračivanja, kako bi se izbjegli direktni sunčevi zraci koji padaju na prozorsko staklo iza njih. Međutim, s jedne strane, pomjeranje sunčeve svjetlosti dovodi do padanja sunčevih zraka na zid-zavjesu u svim smjerovima. S druge strane, nemaju svi direktni sunčevi zraci (koji prodiru u unutrašnjost zgrade) uticaj na sveukupne performanse omotača. Konfiguracija zasjenjivanja je bazirana na optimizovanoj kategorizaciji sunčevih zraka.

Geometrija mora izbjeći značajno izvrtanje, savijanje i istezanje komponenti, dok ide od jedne konfiguracije otvaranja do druge, kako bi se smanjio rizik od preklapanja i nisko-frequentnih vibracija, koje mogu potpuno srušiti sistem, naročito na visokim nivoima. Ovo je razlog za usvajanje origami rješenja sklapanja, u kojem sve komponente zadržavaju svoje geometrijske karakteristike.

Pored prednosti strukturne čvrstine i sposobnosti savijanja, trouglasti oblik svake dinamične Mashrabiya jedinice, znači da se ona nalazi na bilo kojoj geometrijski složenoj površini (princip triangulacije), bez potrebe za hladnim oblikovanjem ili preklapanjem da bi se jedna spojena dinamična jedinica uklopila pored druge.

4. PRIMJENA DINAMIČKE FASADE NA MUZEJU GRADA HERCEG NOVOG

Osnovni koncept formiranja dinamičke fasade na muzeju grada Herceg Novog ogleda se u primjeni Mashrabiya jedinica kao elementa koji je svojim karakteristikama i osobinama odgovorio na sve zadate kriterijume u cilju stvaranja komfora u unutrašnjem prostoru muzeja.

4.1. Analiza lokacije

Podneblje Boke Kotorske ima mediteransku klimu, čije su osnovne odlike suva i topla ljeta i blage zime. Sam Herceg Novi ima specifičnu mikro klimu koja je uslovljena izuzetno dobrom južnom ekspozicijom, blizinom mora, krečnjackom podlogom i planinskim zaleđem, koje sprečava prodor hladnih vazdušnih masa.

Zbog svega toga Herceg Novi ima vrlo visoku prosječnu godišnju temperaturu vazduha koja iznosi 16,2 °C i čak prosječno godišnje oko 200 sunčanih dana. Ljeti, u julu i avgustu, grad ima prosječno 10,7 sunčanih sati dnevno. Karakteristična su, takođe, i mala temperaturna kolebanja tako da je prosječna dnevna oscilacija temperature samo oko 4 °C.

Navedene klimatske karakteristike i spoljašnji faktori uslovljavaju upotrebu ovakvog tipa dinamičke fasade. Bilo je potrebno posebnu pažnju posvetiti zaštiti od spoljašnjih uticaja sunca, vjetrova, vlage, kiše i uticaja soli zbog blizine mora.

4.2. Osnovna ideja i koncept muzeja

Glavna ideja, na kojoj je zasnovan koncept objekta, jeste kretanje kroz muzej, stvaranje ambijenata kao i omogućavanje vizura prema moru i botaničkoj bašti, koje predstavljaju jedinstvene kvalitete. U cilju ostvarivanja ove ideje i zbog potrebe savladavanja visinske razlike, nametnulo se formiranje rampe, kao najpovoljnijeg rješenja zadatog cilja.

Naime, osim osnovne funkcije (savladavanje visine) rampa u određenim djelovima postaje prostor za izlaganje eksponata (na sjevernoj strani), zbog svoje pozicije na južnoj strani (izlazi van gabarita objekta) omogućava vizure posjetilaca prema moru i botaničkoj bašti, što penjanje čini veoma interesantnim. Svi vizuelni doživljaji na koje posjetilac nailazi prilikom kretanja kroz prostor muzeja, ne ostavljaju ga ravnodušnim i drže pažnju tokom cijelog obilaska.

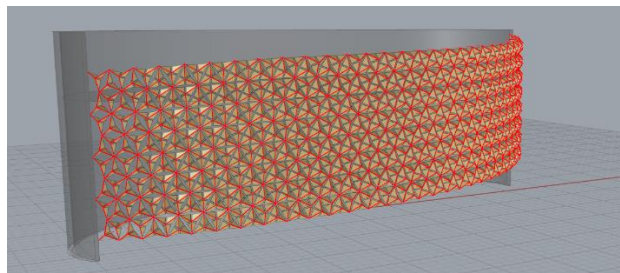
Objekat je sastavljen iz dvije međusobno povezane cjeline – centralni prostor (koji se proteže po svim etažama i namijenjen je izlaganju eksponata i potrebnim pratećim sadržajima) i rampama (koje osim što predstavljaju glavne vertikalne komunikacije, ujedno omogućavaju prelijepe vizure ka moru i botaničkoj bašti i obezbjeđuju dodatni prostor za izlaganje eksponata). Objekat je elipsoidnog oblika, sastavljen iz tri elipse koje su međusobno zarotirane. Objekat je spratnosti S+P+3. Muzej je projektovan da prati nagib terena i njegove karakteristike.

4.3. Primjena Mashrabiya jedinica na konkretnom primjeru

Detaljnim istraživanjem načina funkcionisanja i primjene Mashrabiya jedinica na Al Bahr kulama, pojavila se ideja o primjeni navedenog dinamičkog fasadnog sistema na objektu muzeja grada Herceg Novog u cilju doprinosenja održivom načinu života, stvaranju zdrave životne okoline, što bolje energetske efikasnosti i postizanju visokih estetskih ciljeva.

Zbog svih pogodnosti i povoljnih atributa koje posjeduje Mashrabiya jedinica, ali i zbog sličnosti sa geometrizovanim rozetetom, stvorila se mogućnost i potreba njene primjene na južnoj strani objekta (u visini od tri etaže) gdje je osim funkcionalne i zaštitne uloge, u potpunosti zadovoljila i estetske zahtjeve.

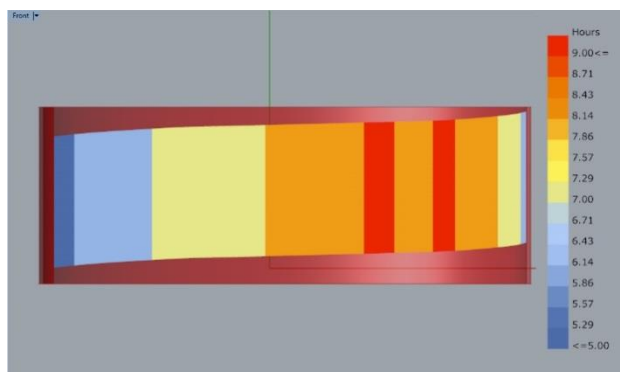
Broj Mashrabiya jedinica na južnoj fasadi muzeja iznosi 456 (Slika 3). U cilju postizanja ravnoteže i cjelovitosti u estetskom smislu, na kamenoj fasadi sa sjeverne strane objekta (koja ne posjeduje prozorske otvore) je primijenjen samo skelet Mashrabiya jedinica.



Slika 3. Generisane Mashrabiya jedinice u južnoj fasadi muzeja (Rhinoceros + Grasshopper)

4.3.1. Analiza osunčanosti kroz primjenu paketa LADYBUG-a (Grasshopper)

Da bi primjerna Mashrabiya jedinica bila opravdana, bilo je neophodno prije svega izvršiti potrebne analize. Najznačajniji faktor uticaja koji ujedno predstavlja i polaznu tačku jeste insolacija fasade predmetnog objekta. Programski paket koji omogućava vršenje te analize sa potrebnim izlaznim parametrima je Ladybug tools - dodatak Grasshopperu (Slika 4).



Slika 4. Rezultat analize osunčanosti primarne geometrije (prednje fasade) - (Grasshopper + Ladybug)

Kao rezultat izvršene analize, dobijen je spektar boja na Medjuspratnoj ploči objekta (od plave do crvene) koji u zavisnosti od nijanse predstavlja satnicu izloženosti iste Suncu.

Na osnovu rezultata i vrijednosti preuzetih iz analize osunčanosti prednje fasade, u već definisanim centralnim tačkama panela, generisani su radijusi krugova koji su promjenjivi u zavisnosti od dužine trajanja izloženosti određene tačke Suncu. Radijus kruga je veći što je satnica osunčanosti duža.

Generisani radijusi krugova promjenjivih vrijednosti predstavljaju ulazni podatak za određivanje ugla otvorenosti Mashrabiya jedinica.

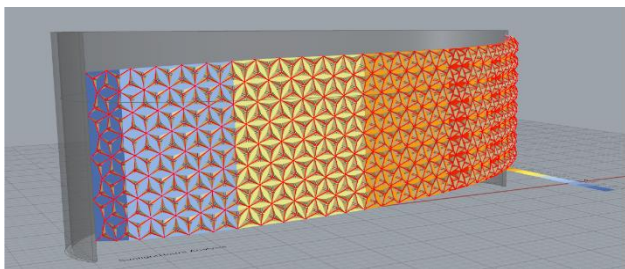
4.3.2. Formiranje fasade primjenom paketa Rhinoceros i Grasshopper

U daljem procesu projektovanja bilo je neophodno formirati digitalni model koji bi omogućio direktno izvlačenje podataka i sagledavanje mogućnosti dinamičke fasade. Primjenom Rhinoceros i Grasshopper paketa omogućena je parametarska kontrola zadatih podataka i generisanje promjena na predmetnoj geometriji a da se u isto vrijeme zadrže principi osnovnog koncepta.

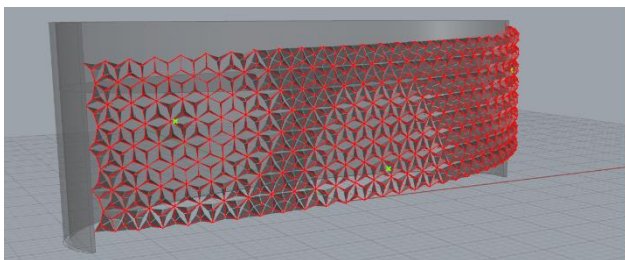
U ovom radu su razradjenja tri faktora koji utiču na ugao i dinamiku otvaranja Mashrabiya jedinica, i to:

1. Nivo osunčanosti prednje fasade (Slika 5);
2. Udaljenost panela u odnosu na zadate tačke (geometrije) - (Slika 6);
3. Mogućnost manualnog zadavanja brojčanih vrednosti (putem slajdera) u cilju definisanja ugla otvaranja Mashrabiya jedinica u vandretnim situacijama (oluja, naleti vjetra, jaka kiša i dr.)- (Slika 7);

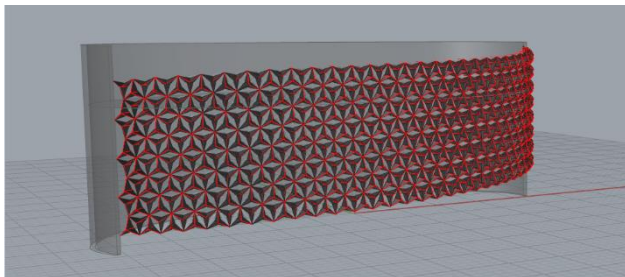
U cilju testiranja Grasshopper koda za formirani fasadni sistem, bilo je potrebno uvesti neki faktor nezavisan od spoljašnjih prirodnih uticaja. Izabrane su dvije nasumične tačke koje prikazuju mogućnost otvaranja panela na precizno odredjenim lokacijama. Ovakav pristup može biti interesantan kada je potrebno naglasiti (otvoriti ili zatvoriti) željene djelove fasade manualnim rukovanjem.



Slika 5. Dio koda iz Grasshopper paketa koji se odnosi na otvaranje ugla panela u zavisnosti od nivoa osunčanosti (Rhinceros + Grasshopper).



Slika 6. Dio koda iz Grasshopper paketa koji se odnosi na definisanje ugla otvaranja u zavisnosti od udaljenosti panela od zadate tačke (Rhinceros + Grasshopper).



Slika 7. Dio koda iz Grasshopper paketa koji se odnosi na zadavanje brojčanih vrijednosti ugla otvaranja Mashrabiya jedinica putem slajdera (Rhinceros + Grasshopper).

5. ZAKLJUČAK

Preklapanje prostora sa različitim sadržajima, otvorenost ka spoljašnjosti i transparentnost kao način povezivanja kulture sa korisnikom, objekta sa svjetlošću, fasade sa suncem je omogućeno primjenom dinamičke fasade.

Projekat se bazira na neraskidivoj vezi sa prirodom – suncem i energijom koja kreira njegov tok života. Prenošenjem te energije na unutrašnji prostor muzeja, svaki element predstavlja eksperiment ozvaničen u unutrašnjosti, gdje dolazi do neočekivanog susreta sa osnovnim djelovima zgrade – podom, zidom, plafonom.

Dinamični Mashrabiya solarni paneli otvaraju nove mogućnosti iz oblasti adaptirajućih građevinskih sistema i razvijaju inovativne ideje. Ovaj novi pristup ima značajne kvantitativne i kvalitativne benefite i u proizvodno-građevinskom, ali i dizajnerskom procesu u cilju stvaranja što komfornijeg prostora za korisnike.

Ovaj metod nudi put koji ohrabruje razvoj i izradu naprednih inovativnih sistema. Dinamička arhitektura je sposobna da da automatizovane odgovore na spoljašnje izvore informacija, kako bi se postigao sistem visokih performansi.

6. LITERATURA

- [1] Peter Oborn, *Al Bahr Towers: The Abu Dhabi Investment Council Headquarters*, Wiley, United Kingdom, November 2012.
- [2] Russell Fortmeyer i Charles Linn, *Kinetic Architecture: Designs for Active Envelopes*, The Image Publishing Group, Victoria, 2014.
- [3] Helmut Köster, *Dynamic Daylight Architecture: Basics, Systems, Projects*, Birkhäuser Architecture, June 2004.

Kratka biografija:



Anja Marković rođena je u Beranama 1992. godine. Završila SPECIJALISTIČKE studije – PROJEKTANTSKI smjer 17.12.2014. na Arhitektonskom fakultetu u Podgorici. U septembru 2015. godine upisala master studije na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, na departmanu za digitalne tehnike, dizajn i produkciju u arhitekturi i urbanizmu, dizajn enterijera. Do današnjeg dana zaposlena u „Pizzarotti Montenegro“ kompaniji koja predstavlja glavnog izvođača radova na projektu Porto Novi (projekat luksuznih i prostranih rezidencija) u Kumboru. Kontakt adresa: anja.markovic0303@gmail.com

UPRAVLJANJE PNEUMATSKOM OPRUGOM SAPOVRATNOM SPREGOM PO POZICIJI

POSITION FEEDBACK CONTROL OF PNEUMATIC SPRING

Nenad Komar, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MEHATRONIKA

Kratak sadržaj – U ovom radu prikazane su opruge kao mašinski elementi, kao i različite vrste upravljanja sa povratnom spregom. Prikazan je postojeći sistem pneumatske opruge. Razvijeno je novo upravljanje sa povratnom spregom po poziciji i implementirano je na postojeći sistem. Testiran je rad sistema. Izvučeni su potrebni zaključci.

Ključne reči: Upravljanje po poziciji, Pneumatska opruga, Povratna sprega

Abstract – In this paper the spring as mechanical element is described. The different types of feedback control are shown. The description of current pneumatic spring is shown. The new position feedback control is developed and implemented to the current system. The system is tested. All necessary conclusions are drawn.

Keywords: Position control, Pneumatic springs, Feedback loop

1. UVOD

Da bi se moglo uspešno upravljati nekim sistemom potrebno je poznavati prirodu procesa koji se u njemu odvijaju i imati na raspolaganju odgovarajući upravljački algoritam kojim je moguće postići zahtevane ciljeve, tj. performanse sistema. Pored ovoga, neke upravljačke strategije zahtevaju i treći skup informacija koji se odnosi na poznavanje tekućeg stanja upravljanog procesa. Ako se ovo ima u vidu, onda se upravljački sistemi mogu podeliti na sisteme bez povratne sprege i sisteme sa povratnom spregom.

Upravljanje u sistemima sa otvorenom povratnom spregom se zasniva na zadatom algoritmu baziranom na poznavanju funkcionisanja upravljanog sistema i na njega ne utiču promene izlaznih promenljivih ili smetnje. Algoritam takvog funkcionalnog upravljanja se obično definiše pri projektovanju sistema a zatim se realizuje odgovarajući uređaj, tj. programator. Ovaj oblik upravljanja ima široku primenu iako ima ozbiljne nedostatke. Osnovni nedostatak se pokazuje u slučajevima kada sistem promeni režim i uslove rada. Tada može doći do nedozvoljenog odstupanja između željenog i stvarnog ponašanja sistema. Prvi način prevazilaženja ovog problema se može realizovati korekcijom funkcionalnog upravljačkog algoritma na bazi merenja smetnji. Ovaj oblik upravljanja se zove upravljanje po smetnji. Drugi način se realizuje uvođenjem povratne sprege u sistem.

Zadatak povratne sprege je da vraća na ulaz u sistem izmerene izlazne veličine sistema upoređujući ih sa referentnim, željenim vrednostima izlaza. Na taj način se formira greška ili odstupanje nominalnog od stvarnog ponašanja i ona predstavlja veličinu koju upravljački sistem treba da minimizira [1].

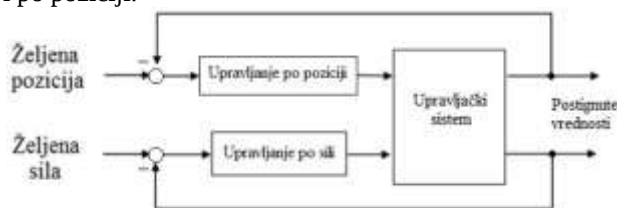
NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dragan Šešlija, red.prof.

U upravljačkom sistemu prikazanom u ovom radu korišćene su dve vrste upravljanja sa povratnom spregom:

- upravljanje po poziciji pri čemu se za cilj ima dostizanje odgovarajuće pozicije klipnjače cilindra dvosmernog dejstva a kao povratna spega korišćena je informacija o trenutnoj poziciji koja se dobija sa digitalne merne letve, i
- upravljanje po sili gde se vrši regulacija zadate sile na klip cilindra podešavanjem vrednosti pritiska (direktna proporcionalnost između sile i pritiska) a kao povratna sprega korišćena je informacija o trenutnoj vrednosti pritiska koja se dobija sa daljinski upravljanoj regulatora pritiska.

Na slici 1 prikazan je sistem sa povratnom spregom po sili i po poziciji.



Slika 1. Sistem sa zatvorenom povratnom spregom po sili i po poziciji

2. OPIS EKSPERIMENTA

Pneumatska opruga je sistem koji omogućava simulaciju rada mehaničke opruge pri različitim uslovima pri sabijanju. Razvijena je na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Predstavlja klasični mehatronički sistem jer u sebi integriše više različitih elemenata. Korisnik u korisničkoj aplikaciji unosi parametre opruge na osnovu kojih se proračunava željena vrednost pritiska u upravljačkom sistemu. Zatim se podaci preko serijske komunikacije šalju na programabilno logički kontroler (u daljem tekstu PLK). PLK, nakon prijema odgovarajuće informacije, istu prosleđuje do regulatora pritiska pomoću koga se pritisak u odgovarajućem delu sistema postavlja na proračunatu vrednost. Nakon toga, PLK pokreće sistem. Jedan cilindar dvosmernog dejstva se koristi za simulaciju rada opruge na taj način što mu se u radnom hodu, preko regulatora pritiska, u klipnu stranu dovodi vazduh pod pritiskom (u daljem tekstu VPP) koji je prethodno podešen na željenu vrednost. U klipnjačinoj strani, u početnom trenutku nalazi se VPP od 6 bar koji se dovodi direktno sa kompresora. Kako je vrednost pritiska u klipnoj strani manja od vrednosti pritiska u klipnjačinoj strani, cilindar miruje. Naspram njega postavljen je drugi pneumatski cilindar, identičnih karakteristika koji predstavlja silu koja sabija oprugu. Radom ovog pneumatskog cilindra upravlja PLK preko odgovarajućeg

komandnog razvodnika 3/2. Klipna strana ovog cilindra napaja se VPP iz kompresora sa vrednošću od 6 bar. U zavisnosti od vrednosti pritiska na izlazu iz regulatora pritiska, izvlačenje klipnjače cilindra koji simulira silu će biti teže ili lakše, odnosno klipnjača cilindra koji simulira oprugu će se uvući više ili manje. Na sve to je još dodata merna letva koja meri koliko se zaista pomerila klipnjača, odnosno proverava koliko se „sabila“ opruga u odnosu na definisane vrednosti i podatke preko Arduina šalje na PC-računar koji se isčitavaju u korisničkoj aplikaciji. Na taj način, zaokružen je jedan radni ciklus opisanog sistema.

3. HARDVERSKI DEO SISTEMA

Hardverski deo sistema sastoji se od izvršnih organa, regulatora pritiska, PLK, merne letve i Arduina.

3.1. Izvršni organi

U ovom sistemu, izvršni organi su pneumatski cilindri dvosmernog dejstva sa oznakom DNC-32-100-PPV-A, proizvođača FESTO. Ima ih ukupno dva. CAD model [2] izabranog pneumatskog cilindra dvosmernog dejstva prikazan je na slici 2.



Slika 2. CAD model izabranog pneumatskog cilindra

3.2. Regulator pritiska

Kako bi se pritisak u odgovarajućem delu upravljačkog sistema podesio na neku vrednost, neophodno je koristiti regulator pritiska [3]. Regulator koji je zadovoljio postavljene uslove ima oznaku MS6 – LRE- ¼ -D7 – OP – PI-SK5-VK5-VJBE, i proizvođača je FESTO (Slika 3).



Slika 3. Regulator pritiska

3.3 PLK FEC 660 Festo

Prilikom realizacije eksperimenta korišćen je 12 – bitni kontroler FEC660 Standard, proizvođača FESTO, sa sledećim karakteristikama [4]:

- 4 x 8 digitalna ulaza,
- 2 x 8 digitalna izlaza,
- 3 x analogna ulaza,
- 1 x analogni izlaz,
- 1 x ethernet (eng. *Ethernet*) port i
- 2 x serijska porta.

Izgled izabranog kontrolera sa odgovarajućim elementima prikazan je na slici 4.



Slika 4. FEC 660 PLK

3.4 Merna letva JC800

Kako bi se odredila pozicija klipnjače cilindra koji simulira oprugu, korišćena je merna letva JC800. Izgled merne letve prikazan je na slici 5.



Slika 5. Merna letva JC800

3.5 Arduino UNO R3

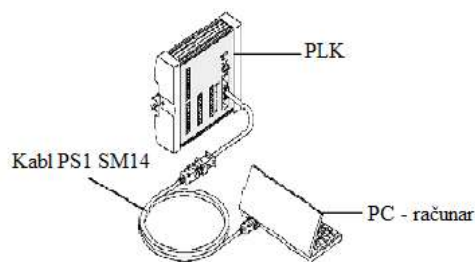
Arduino Uno [5] je mikrokontrolerska ploča bazirana na Atmega328 mikrokontroleru. Posедуje 14 digitalnih ulaza/izlaza (od kojih 6 mogu služiti kako PWM izlazi), 6 analognih ulaza, 16 MHz kristal oscilator, USB konektor za programiranje i vezu s računarom, konektor za eksterno napajanje (ukoliko se ne napaja sa USB-a), ICSP konektor i taster reset. Na slici 6 prikazan je izgled Arduino UNO R3 mikrokontrolerske ploče.



Slika 6. Izgled Arduino UNO R3 ploče

3.6 Povezivanje PC-računara sa PLK-om i Arduinoom

Za povezivanje PC-računara sa PLK-om korišćen je kabl za povezivanje PS1 SM14 koji se može koristiti za uspostavljanje direktne veze između PLK-a i eksternog računara. Način povezivanja je prikazan na slici 7.



Slika 7. Povezivanje PC-računara sa PLK-om

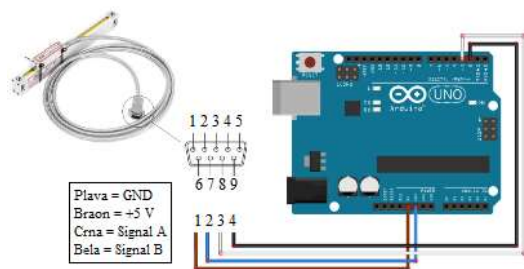
Za povezivanje PC-računara sa Arduinoom korišćen je USB kabl. Način povezivanja PC-računara sa Arduinoom prikazan je na slici 8.



Slika 8. Povezivanje PC-računara sa Arduinoom

3.7 Način povezivanja merne letve sa Arduinoom

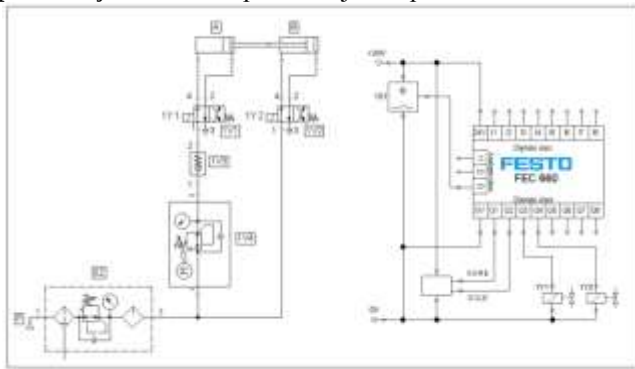
Na slici 9 predstavljen je način povezivanja merne letve sa Arduinoom. U konkretnom slučaju, za povezivanje su iskorišćeni muško–ženski kratkospojnici.



Slika 9. Način povezivanja merne letve sa Arduinoom

3.8 Upravljačka šema

Upravljačka šema urađena je u programskom okruženju FluidDraw i prikazana je na slici 10. Na levoj strani slike predstavljena je pneumatska šema, a na desnoj strani slike prikazana je elektrošema povezivanja komponenti sa PLK–om.



Slika 10. Upravljačka šema

4. SOFTVERSKI DEO SISTEMA

Softverski deo se sastoji od korisničke aplikacije, programskog koda za PLK i programskog koda za Arduino.

4.1 Korisnička aplikacija

Korisnička aplikacija napisana je u programskom jeziku C#. Izgled korisničke aplikacije prikazan je na slici 11.



Slika 11. Izgled korisničke aplikacije

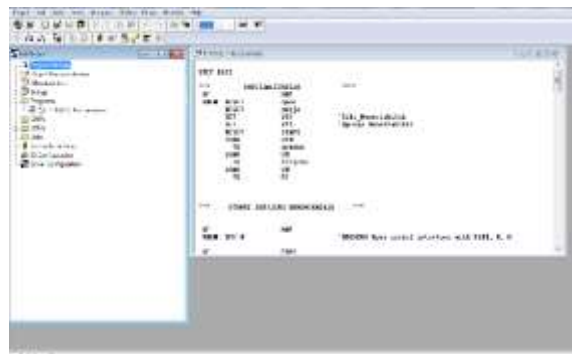
Korisnička aplikacija se sastoji iz tri dela. Prvi deo je deo za manipulaciju sa portovima, odnosno deo gde se otvaraju i zatvaraju komunikacioni portovi. U padajućim menijima, koji se nalaze pored dugmeta Otvori port i Otvori port 2, potrebno je izabrati odgovarajuće portove. Prilikom izbora portova potrebno je paziti da se u padajućem meniju pored dugmeta Otvori port izabere onaj port na kojem je povezan PLK a u drugom padajućem meniju da se izabere port na koji je povezan Arduino. U suprotnom aplikacija neće raditi

zato što se jedan port koristi za slanje podataka a drugi se koristi za prijem podataka.

Drugi deo aplikacije predstavlja deo u kome se može proračunati željena vrednost pritiska, zatim pratiti trenutna pozicija merne letve i iščitati postignuta pozicija merne letve. Treći deo aplikacije koristi se za unos parametara opruge. Potrebno je uneti unutrašnji prečnik opruge, broj namotaja, modul smicanja, debljinu žice i elongaciju opruge. Na osnovu ovih parametara računa se vrednost pritiska koja se šalje PLK kada se pritisne dugme pošalji podatke.

4.2 Programski kod za PLK

Programski kod za PLK razvijen je u programskom jeziku FST4.10 (Slika 12) [6]. Kod za PLK sastoji se iz dva dela od kojih je prvi deo programa, deo za serijsku komunikaciju između PLK i računara a drugi deo programa koristi se za upravljanje regulatorom pritiska.



Slika 12. Izgled programskog jezika FST 4.10

4.3 Programski kod za Arduino

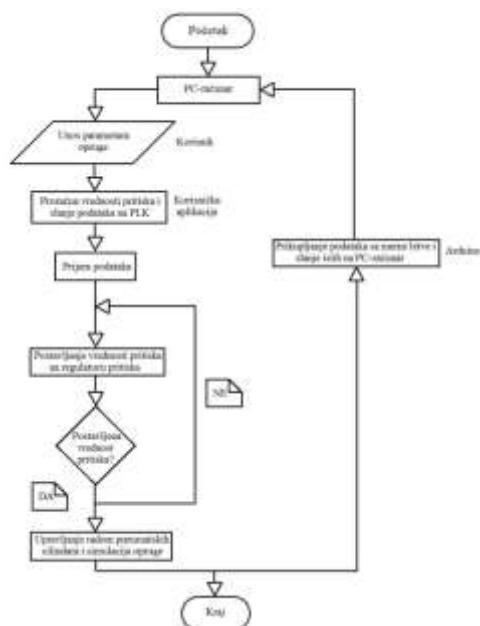
Programski kod za Arduino razvijen je u programskom okruženju Arduino IDE (Slika 13). Sastoji se iz dva dela od kojih je prvi deo programa deo za serijsku komunikaciju između Arduina i PC–računara a drugi deo programa koristi se za preuzimanje podataka sa merne letve. Programski kod funkcioniše tako što se sa merne letve očitava vrednost njenog pomeraja a zatim se ta vrednost preko serijske komunikacije šalje na PC–računar.



Slika 13. Izgled Arduino IDE razvojnog okruženja

4.4 Upravljački algoritam

Radi lakšeg razumevanja, na slici 14 prikazan je izgled dijagrama toka (upravljačkog algoritma) sistema o kome se govori u ovom radu.



Slika 14. Upravljački algoritam

5. REZULTATI MERENJA

U tabeli 1 prikazani su parametri opruge i vrednost pritiska koji se proračunava na osnovu tih parametara.

Tabela 1: Vrednosti parametara opruge i željene vrednosti pritiska

Unutrašnji prečnik opruge [mm]	Modul elastičnosti materijala [N/mm ²]	Broj namotaja opruge	Debljina žice [mm]	Elongacija opruge [mm]	Željena (proračunata) vrednost pritiska [bar]
16,4	$26 \cdot 10^3$	7	3	10	1,05
19,3	$26 \cdot 10^3$	7	3	25	1,56
19,5	$26 \cdot 10^3$	7	3	40	2,49
19,5	$26 \cdot 10^3$	7	3	55	3,42
19,3	$26 \cdot 10^3$	7	3	70	4,36
16,4	$26 \cdot 10^3$	7	4	17	5,62

U tabeli 2 prikazane su proračunate i postignute vrednosti pritiska.

Tabela 2: Proračunate i postignute vrednosti pritiska

Željena (proračunata) vrednost pritiska [bar]	Postignuta vrednost pritiska [bar]
1.05	1
1.56	1.57
2.49	2.49
3.42	3.5
4.36	4.38
5.65	5.65

U tabeli 3 prikazane su vrednosti za pomak cilindra koji simulira oprugu.

Tabela 3: Zadate i postignute vrednosti za pomak cilindra

Zadata pozicija [mm]	Postignuta pozicija [mm]
10	16
17	24
25	31
40	51
55	63
70	82

U tabeli 2 se može videti da su vrednosti pritiska u većini slučajeva približno iste, odnosno za željenu vrednost pritiska od 5 bar postignuta je vrednost od 5,01 bar itd., čime je uspešno realizovano upravljanje po sili. Iz tabele 3 se može videti da postoji odstupanje između zadate i postignute vrednosti, odnosno vrednosti željene i postignute pozicije razlikovale su se

u proseku za oko 10 mm, što se može pripisati zanemarivanju uticaja trenja i drugih otpora koji se javljaju u sistemu.

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu prikazan je jedan od načina realizacije upravljanja pneumatskom oprugom sa povratnom spregom po poziciji. Opisan je celokupan hardverski i softverski deo. U poglavlju koje čini hardverski deo sistema prikazana je mehanička konstrukcija sistema, kao i osnovne komponente potrebne za izvođenje eksperimenta. Predstavljani su PLC i merne letve koji su korišćeni. Pored toga, opisan je i Arduino koji se koristi za iščitavanje podataka sa merne letve. Pored opisa osnovnih delova, dat je i opis o načinu povezivanja PC-računara sa PLC-om i načinu povezivanja PC-računara sa Arduinom. Na kraju ovog poglavlja predstavljena je upravljačka šema sistema i elektrošema povezivanja sa PLC-om. Pored hardverskog dela predstavljen je i softverski deo u kome su opisani programi koji su se koristili za kreiranje korisničke aplikacije, za programiranje PLC i za programiranje Arduina. Na samom kraju, dat je algoritam rada, odnosno objašnjenje kako zapravo celokupan sistem funkcioniše.

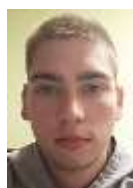
Kao što je u samom uvodu rečeno korišćene su dve vrste upravljanja sa povratnom spregom: upravljanje po sili i upravljanje po poziciji. U prvom slučaju cilj je bio da se reguliše zadata sila na klip cilindra koji simulira oprugu podešavanjem vrednosti pritiska na regulatoru pritiska, a u drugom slučaju cilj je bio dostizanje odgovarajuće pozicije klipnjače cilindra a kao povratna spega korišćena je informacija o trenutnoj poziciji koja se dobija sa merne letve.

Buduća istraživanja na ovom sistemu biće pronalaženje uzroka grešaka kod regulacije po poziciji, kao i otklanjanje istih.

7. LITERATURA

- [1] M. Stojić, *Kontinualni sistemi automatskog upravljanja*, Nauka, Beograd, 1996.
- [2] S. Tiko, *Solid Works za mašinske inženjere*, Mikro knjiga, Beograd, 2011.
- [3] Tehnička dokumentacija izabranog daljinski upravljano regulatora pritiska - http://www.festo.com/cat/de_de/data/doc_engb/PDF/EN/MS-REGULATORS_EN.PDF, pristupljeno dana 23.08.2018. godine
- [4] Tehnička dokumentacija PLC - <http://www.festo.com/net/SupportPortal/Files/10059/IPC-FECPSI-US.PDF>, pristupljeno dana 03.09.2018. godine
- [5] Internet stranica - <https://www.scribd.com/document/362940141/Arduino-Radionica>, pristupljeno dana 06.09.2018. godine
- [6] Tehnička dokumentacija programskog jezika FST4.10 - <http://ftp.me.hwh.edu.tw/ftp/PLC/Festo/FST4%20Manual.pdf>, pristupljeno dana 03.10.2018. godine

Kratka biografija:



Nenad Komar rođen u Zrenjaninu 1994. god. Osnovne studije završio na Fakultetu tehničkih nauka, smer Mehatronika, 2017 godine.

kontakt: nenadkomar@gmail.com

PLANIRANJE PUTANJE I IZVRŠAVANJE KRETANJA MOBILNOG ROBOTA U PRISUSTVU STATIČKIH I DINAMIČKIH PREPREKA**PATH PLANNING AND MOTION EXECUTION OF MOBILE ROBOT IN PRESENCE OF STATIC AND DYNAMIC OBSTACLES**

Predrag Vasiljević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MEHATRONIKA

Kratak sadržaj – U ovom radu je prikazano na koji način je izvršeno planiranje putanje mobilnog robota u prisustvu statičkih i dinamičkih prepreka. Odabrana metoda za planiranje putanje je prikazana u drugom poglavlju i naziva se *A** algoritam. U trećem poglavlju je objašnjeno izvršavanje kretanja i upravljanje brzinom. Nakon toga, u četvrtom poglavlju je prikazana implementacija na mobilnom robotu pogonjenim sa tri omnidirekciona točka, kao i način testiranja planiranja putanje u prisustvu statičkih i dinamičkih prepreka.

Ključne reči: Mobilni robot, Planiranje putanje, Prepreke

Abstract – In this paper is presented method used for path planning for mobile robot in presence of static and dynamic obstacles. Selected method for path planning is presented in second chapter and it is called *A** algorithm. In third chapter is explained motion execution and speed control. After that, in fourth chapter is presented implementation on mobile robot driven by three omnidirectional wheels, as well as testing method for path planning in presence of static and dynamic obstacles.

Keywords: Mobile robot, Path planning, Obstacles

1. UVOD

Jedan od glavnih razloga nastanka ovog rada je rešavanje problema planiranja kretanja mobilnog robota kojeg studenti prave da bi učestvovali na nacionalnom takmičenju EUROBOT. Do sada robot nije imao nikakvu predstavu o bilo kakvim preprekama na stolu na kojem se održava EUROBOT. Tako da je robot uvek išao po unapred zadatim tačkama, bez mogućnosti dinamičkog menjanja putanje tokom rada. U slučaju da robot naleti na protivničkog robota, on bi ga detektovao, uz pomoć senzora, i zaustavio se pa onda čekao dok se protivnički robot ne pomeri sa njegove trenutne putanje. Kako svaki tim može da ima najviše dva robota na stolu u toku meča to znači da se po njemu kreću četiri, ne tako mala, robota istovremeno. Kada se još uračunaju razne prepreke koje se nalaze na stolu vidi se da prostor kretanja nije tako veliki. Pritom se i sam taj prostor za kretanje dinamički menja tokom meča zbog prisustva protivničkog robota čije kretanje može biti različito od meča do meča.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Milutin Nikolić, docent.

U ovom radu će biti prikazan jedan od načina planiranja kretanja u prisustvu statičkih i dinamičkih prepreka. Prvo će biti prikazan algoritam koji pronalazi putanju do željene pozicije, izbegavajući sve statičke i dinamičke prepreke. Biće prikazan i način kako smanjiti broj potrebnih tačaka putanje pronalaženjem svih prelomnih tačaka putanje i izdvajanjem samo onih koje su potrebne da se stigne do cilja.

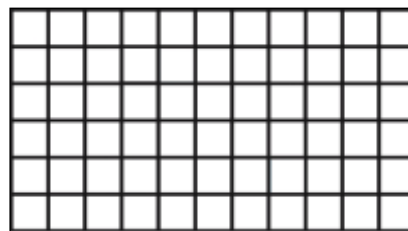
Posle toga biće prikazano na koji način se određuje brzina i dužina puta potrebna za usporavanje ili ubrzavanje do određene brzine na osnovu dužine puta između početne i krajnje tačke, zadatog ubrzanja/usporjenja, početne i krajnje zadate brzine. I na kraju, biće reči o samoj implementaciji i maketi robota koja je korišćena za testiranje.

2. A* ALGORITAM

U ovom poglavlju biće dat kratak opis *A** algoritma i na koji način se uz pomoć njega pronalazi putanja između dve tačke. Nakon toga, u prvom podpoglavlju biće prikazana simulacija ovog algoritma u MATLAB-u i neke od varijanti određivanja parametara koji se koriste u algoritmu. U simulaciji će biti prikazani primeri i za statičke i za dinamičke prepreke.

Posle ovoga, u drugom podpoglavlju, biće prikazano pronalaženje prelomnih tačaka. I u trećem, biće opisano kako se vrši izdvajanje samo onih prelomnih tačaka putanje koje su neophodne da se stigne do cilja.

Ideja je da se 2D prostor u kom se, u ovom slučaju, robot kreće podeli na manje prostorne ćelije, tj. polja (Slika 1), i da se za svaku ćeliju izračuna njeno rastojanje od cilja. Ovo je predstavljeno u vidu H parametra kojeg poseduje svaka ćelija. Takođe, svaka ćelija je još određena svojom pozicijom u 2D prostoru.



Slika 1. 2D prostor podeljen na prostorne ćelije

Pored ovog parametra H postoji još jedan parametar G koji predstavlja pređeni put od početne ćelije do ćelije za koju se računa ovaj parametar. Zadatak je minimizovati pređeni put od starta do cilja. To se postiže tako što se u

svakom trenutku analizira ćelija sa najmanjim F koje predstavlja zbir parametara H i G:

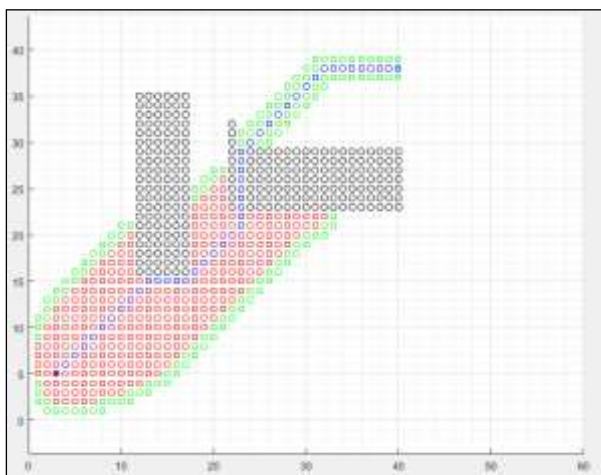
$$F(n) = H(n) + G(n) \quad (1)$$

Traženjem najmanjih vrednosti parametara H i G, tokom pretrage prostora, dobija se najkraći put između početne i željene ćelije za trenutno pretraženi broj ćelija.

Postupak je sledeći: Postoje dva skupa koja se popunjavaju ćelijama tokom pretrage prostora. Otvoreni skup, koji sadrži ćelije koje treba obići, i zatvoreni skup gde se nalaze ćelije koje su već obidene. Dok se ne stigne do ciljne tačke iz otvorenog skupa se uzima ćelija sa najmanjim F, prebacuje u zatvoreni skup i za susede te ćelije se računa F. Ti susedi se dodaju u otvoreni skup ukoliko već nisu u zatvorenom. Susedne ćelije su one ćelije koje se, u odnosu na posmatranu ćeliju, nalaze gore, dole, levo, desno i dijagonalno, i može ih biti najviše 8. Tokom rada algoritma broj ćelija u zatvorenom skupu stalno raste, dok kod otvorenog raste i opada. Za računanje vrednosti H parametra korišćenje su dve metode: modifikovani Manhattan distance i Euklidsko rastojanje.

2.1. Simulacija A* algoritma u MATLAB-u

Simulacija u MATLAB-u je urađena uz pomoć grafika koji iscrta sve zadate prepreke i polja koja se nalaze u zatvorenom i otvorenom skupu tokom pretrage. Po završetku pretrage na grafiku se iscrta putanja koja spaja početnu i željenu poziciju (Slika 2).



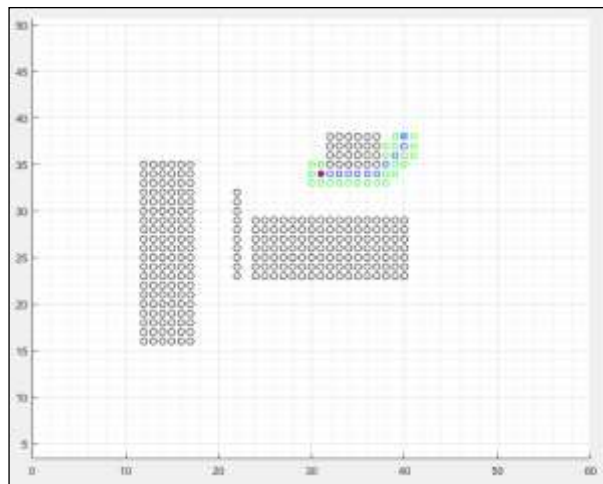
Slika 2. Prikaz dobijene putanje

Na slici 2 dat je grafik sa postavljenim statičkim preprekama u 2D prostoru na mestima koji su predstavljeni sa crnim krugovima. Početna pozicija se nalazi na mestu označenim sa tamno plavom zvezdicom, odnosno u donjem levom uglu na grafiku.

Željena pozicija se nalazi na mestu označenim sa svetlo plavom zvezdicom, tj. u gornjem desnom uglu na grafiku. Ćelije zatvorenog skupa se nalaze na mestima označenim sa crvenim kvadratićima, dok se ćelije otvorenog skupa nalaze na mestima označenim sa zelenim kvadratićima. Putanja je označena sa plavim kvadratićima.

Ako se desi da robotu, koji je već pronašao svoju putanju i trenutno je prati, drugi protivnički robot preseče put,

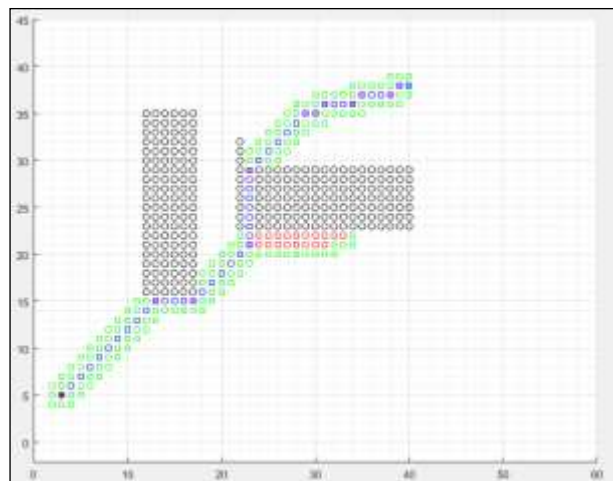
senzori na njemu će to detektovati i dinamički ubaciti, u masku sa statičkim preprekama, objekat koji je detektovan. Nakon ovoga robot treba samo ponovo da izvrši pretragu do cilja i nađe novu putanju uz pomoć koje se izbegava protivnički robot. Primer ovoga je dat na slici 3.



Slika 3. Detekcija nove dinamičke prepreke i pretraga nove putanje

2.2. Traženje prelomnih tačaka putanje

Da se robotu ne bi zadavale sve tačke pronađene putanje, potrebno je smanjiti broj tačaka tako što će se prvo pronaći sve prelomne tačke putanje, odnosno tačke gde putanja menja pravac. Ovo će biti urađeno tako što će se proći kroz sve tačke putanje i zapamtiti samo one tačke gde putanja menja pravac. Ovo traje zanemarljivo malo vremena, zato što se posmatraju samo ćelije na već određenoj putanji, i zato što se samo u trenucima promene pravca vrši pomćenje jedne tačke. Na slici 4 je prikazan rezultat jedne takve pretrage.



Slika 4. Prikaz prelomnih tačaka putanje

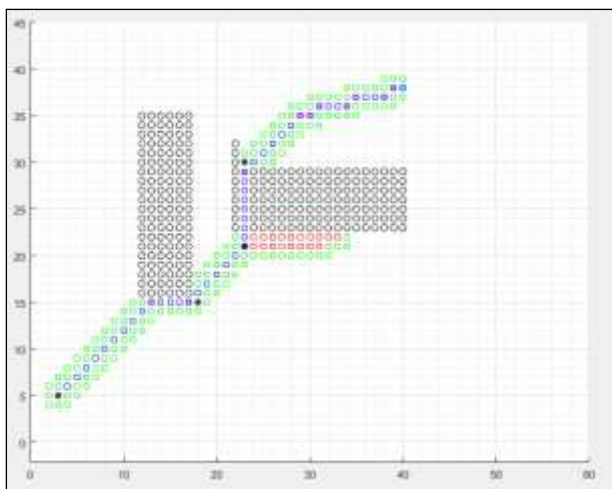
Na slici 4 je dat prikaz prelomnih tačaka putanje koje su na slici označene sa ljubičastim x znacima unutar plavih kvadratića koji predstavljaju putanju.

Na ovom grafiku se vidi da prelomnih tačaka ima 11, i da nisu potrebne baš sve ove tačke da bi se stiglo do željene pozicije, odnosno neke od njih se mogu i preskočiti. Ovaj zadatak je obrađen u narednom podpoglavlju 2.3.

2.3. Smanjenje broja prelomnih tačaka putanje

Ovim postupkom se dobija konačan broj prelomnih tačaka. Smanjenje broja prelomnih tačaka će biti urađeno na sledeći način: Prvo se kreće od početne pozicije, i za nju se računa do koje najdalje prelomne tačke može da se pravolinijski stigne, iz posmatrane početne, a da se ne pređe preko prepreke. Kad se ta tačka nađe treba proveriti da li ona sa tog mesta može pravolinijski da dođe do bar dve sledeće prelomne tačke.

Ako može, nju treba uzeti za prvu prelomnu tačku, a ako ne može onda treba uzeti susednu tačku, koja se bira u zavisnosti gde se nalazi prepreka. I tada ta susedna tačka postaje prva prelomna tačka konačne putanje. Ako se desi da oko pronađene tačke ne postoji prepreka onda se ona odmah uzima da bude prva prelomna tačka putanje. Ovaj postupak se ponavlja dok se ne dođe do cilja.



Slika 5. Prikaz smanjenog broja prelomnih tačaka putanje

Na slici 5 je prikazan konačan broj prelomnih tačaka putanje, i na grafiku, one se nalaze na mestima označenim sa crnim zvezdicama. Kao što se vidi na slici, one prelomne tačke koje se nalaze pored prepreke su pomerene za jedno mesto tako da imaju bolji pogled na ostale prelomne tačke. Ovim pomeranjem, poslednje crne, su preskočene sve tačke koje se nalaze između nje i cilja. Tako da posle ovoga konačna putanja sadrži u sebi samo 4 tačke, 3 prelomne i 1 željenu poziciju.

3. REALIZACIJA KRETANJA

Da bi se izvršila putanja koja je dobijena algoritmom za planiranje, potrebno je da mobilni robot ima realizovano kretanje, u koje spada upravljanje brzinom robota. Pod upravljanjem brzinom se, u ovom radu, misli na upravljanje u tri faze: prva faza je upravljanje ubrzanjem, druga je održavanje neke predefinisane vrednosti brzine i treća faza je upravljanje usporanjem, tj. kočenjem robota. Ova brzina koja treba konstantno da se održava, dok se ne stigne do treće faze, se naziva brzina krstarenja.

Na osnovu prethodnog rada [1] izračunati su koeficijenti regulatora brzine koji predstavljaju osnovu za kretanje mobilnog robota.

Sada kada postoji plan kretanja robota kao i regulator brzine, studenti koji se takmiče mogu zahtevati da u

različitim delovima putanje robot ima različitu brzinu. To znači da robot treba da zna tačno u kom trenutku treba da počne da usporava ili ubrzava da bi ostvario brzinu koja je zadata za naredni segment putanje. Na osnovu samo zadatog željenog ubrzanja/usporenja, zadate brzine kretanja i pronađene putanje, robot treba sam da realizuje kretanje, tj. do koje brzine ubrzava, koliko dugo traje druga faza i u kom trenutku počinje treća faza upravljanja brzine da bi na samom početku narednog segmenta putanje imao brzinu koja se u tom segmentu zahteva.

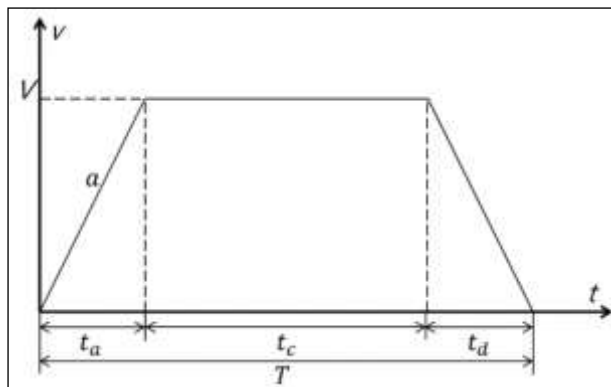
U ovom poglavlju biće opisan način na koji se određuje brzina krstarenja i dužina puta potrebna za usporavanje ili ubrzavanje robota do određene brzine na osnovu dužine puta između početne i krajnje tačke, zadatog ubrzanja/usporenja, početne i krajnje zadate brzine.

Prvo će biti prikazan i objašnjen trapezni profil brzine. Posle toga biće prikazano kako se određuje maksimalna ostvariva brzina na osnovu dužine puta između početne i krajnje tačke, zadatog ubrzanja/usporenja, početne i krajnje zadate brzine. I poslednje, biće prikazano određivanje dužine puta potrebnog za usporavanje ili ubrzavanje robota da bi se stiglo u krajnju tačku sa željenom brzinom.

3.1. Trapezni profil brzine

Jedan od često korišćenih profila brzine je trapezni profil brzine koji se sastoji iz tri faze. Prvu fazu čini ravnomerno ubrzavanje robota od početne do brzine krstarenja.

Drugu fazu čini konstantna brzina krstarenja. I treću fazu čini ravnomerno usporavanje robota od brzine krstarenja do krajnje željene brzine. Na slici 6 je prikazan trapezni profil brzine gde je sa t_a označeno vreme ubrzanja, sa t_d vreme usporavanja, t_c predstavlja vreme kretanja robota konstantnom brzinom krstarenja, a T je ukupno vreme kretanja.



Slika 6. Trapezni profil brzine

3.2. Određivanje maksimalne ostvarive brzine

Pre početka kretanja robotu je za svaku tačku putanje predefinisana vrednost brzine koju on treba da ostvari na tom segmentu puta. Tokom kretanja robota može da se desi situacija da mu je predefinisana brzina koju on ne može da dostigne na kratkoj dužini puta, pre nego što bi trebalo da počne da usporava da bi stigao u krajnju tačku sa određenom brzinom. Iz tog razloga je potrebno prvo izračunati maksimalnu brzinu koju robot može da dostigne na određenom segmentu puta i nju uporediti sa zadatom brzinom.

Ako je ta brzina veća od zadate onda trapezni profil brzine napraviti na osnovu te zadate brzine. A ako je ta brzina manja od zadate onda treba postaviti tu maksimalnu brzinu kao brzinu krstarenja, jer svakako veća brzina ni ne može da se dostigne na toj dužini puta. Maksimalna brzina se računa prema formuli (2):

$$V_x = \sqrt{a * l + 2 * (V_{end}^2 + V_0^2)} \quad (2)$$

gde je a ubrzanje, l ukupna dužina puta, V_{end} krajnja brzina i V_0 početna brzina. V_x je maksimalna brzina koja se traži.

3.3. Određivanje dužine puta potrebnog za usporavanje ili ubrzavanje robota

Ova dužina puta se računa prema formuli (3).

$$s = \frac{V_x + V_{end}}{2} * \frac{V_x - V_{end}}{a} \quad (3)$$

4. IMPLEMENTACIJA NA MAKETI MOBILNOG ROBOTA

Implementacija i testiranje je urađeno na maketi mobilnog robota sa tri omnidirekciona točka. Upravljanje kretanjem ove makete mobilnog robota je velikim delom bilo urađeno u prethodnom radu [1], tako da ovaj master rad predstavlja nastavak razvoja kretanja, odnosno planiranja putanje za robota. Ono što je prikazano u ovom radu je primenjivo u opštem slučaju planiranja putanje mobilnih robota. Na slici 7 je prikazana maketa na kojoj je implementiran algoritam za upravljanje kretanjem i algoritam za planiranje putanje koji je opisan u ovom radu. Na osnovu potreba testiranja ovog rada na maketi je postavljen i optički senzor firme FESTO koji je korišćen za detekciju dinamičkih prepreka.



Slika 7. Prikaz makete robota sa tri omnidirekciona točka

Tokom testiranja planiranja putanje se videlo da robot pronalazi istu putanju kao i u simulaciji u zavisnosti od statičkih prepreka i početne i željene pozicije. Posle uspešnog testiranja sa statičkim preprekama postavljenim na različitim mestima, kao i sa različitim željenim pozicijama, postavljen je optički senzor koji detektuje dinamičke prepreke tokom kretanja. Tokom testiranja i sa dinamičkim preprekama se videlo da robot uvek pronalazi putanju do cilja, ukoliko ona postoji.

5. ZAKLJUČAK

Zadatak ovog master rada je bila realizacija planiranja putanje i izvršavanje kretanja mobilnog robota u prisustvu statičkih i dinamičkih prepreka. Tokom izrade ovog rada jedno od najzanimljivijih novih znanja koja su naučena su razni algoritmi za planiranje putanje od kojih je izabran A* algoritam kao osnova za traženje putanje za mobilnog robota. Kako se kod ovog algoritma za planiranje putanje kretanje omogućava samo po dijagonali, horizontalno ili vertikalno to znači da, koliki god je velik prostor pretrage, skoro nikad neće biti pronađena baš najkraća putanja između dve tačke.

Čak iako se neke prelomne tačke izbace iz putanje, tačke koje ostanu u novoj putanji su zasnovane na prvobitno pronađenom putu. Što znači da ovo sigurno skraćuje dužinu putanje, ali ne znači da uvek pronalazi najkraći put. Još jedna potencijalna mana je to što najkraći put ne mora uvek biti i najbrži put između dve tačke. A ovo može biti od značaja ako postoji neko određeno vreme za koje robot mora nešto da obavi.

Takođe, mana je i to što robot mora unapred da izračuna celu putanju pre nego što krene u prvu tačku, zato što ako je prostor pretrage mnogo veliki ovo može da potraje nekoliko sekundi što nije poželjno. Zato je prostor pretrage koji je korišćen u ovom zadatku dimenzija 60x40 ćelija, što robotu omogućava da brzo pronađe putanju.

Ovaj rad je nastao iz razloga da bi se studentima, koji se takmiče na nacionalnom takmičenju EUROBOT, olakšalo planiranje putanje mobilnih robota i time olakšalo postizanje boljih rezultata.

Jedno od mogućih unapređenja kretanja i planiranja putanje mobilnih robota bi moglo da bude uvođenje delova putanje koje nisu više samo pravolinijski, npr. uvođenje poluprečnika krivine, što bi omogućilo elegantniji prelazak robota sa jednog pravca kretanja na drugi.

6. LITERATURA

- [1] Predrag Vasiljević, "Upravljanje kretanjem robotske platforme pogonjene sa tri omnidirekciona točka", *Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Oktobar 2017.*

Kratka biografija:



Predrag Vasiljević rođen je u Sremskoj Mitrovici 1994. god. Zvanje diplomiranog inženjera mehatronike stekao je 2017. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mehatronike odbranio je 2018. godine. kontakt: predrag.v94@gmail.com

JEDNO REŠENJE BEŽIČNE TASTATURE NA BAZI INFRARED TEHNOLOGIJE

ONE SOLUTION FOR A WIRELESS KEYBOARD BASED ON INFRARED TECHNOLOGY

Lazar Vukasović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MEHATRONIKA

Kratak sadržaj – U ovom radu je predstavljeno jedno rešenje za problem daljinskog upravljanja računarskih sistema pomoću infracrvene tehnologije, koje je kompatibilno sa USB2.0 standardom koje je razvijeno za AtMega32u4 mikrokontroler. Rad prožima osnovne koncepte rada USB HID uređaja kao i rad FDC-3402 infracrvene tasture.

Abstract – This work presents a solution to a problem of wireless control of computer based systems by using infrared technology. Solution is based on AtMega32u4 microcontroller and is compatible with USB2.0 standard. Work describes implementation of USB HID devices and use of FDC-3402 infrared keyboard.

Ključne reči: Infrared prijemnik, mikrokontroler, USB komunikacija, računarska tastatura, FDC protokol

1. UVOD

Elektronski sistemi koji se koriste za bežično upravljanje su sve češći u upotrebi, pored najnovijih tehnologija niske potrošnje kao što su ZigBee, Bluetooth Low Energy, Z-Wave teško je bilo osmisлити uređaj koji bi mogao svojom potrošnjom da parira, a da pritom bude primenljiv u praksi. Otuda se stvorila ideja za uređaj koji bi mogao upravljati računarom bežično i pritom imati izrazito malu potrošnju. Prednost korišćenja infracrvene tehnologije kao temelj ovog uređaja zasniva se na ogromnom uvećanju broja uređaja koji koordinišu u 2.4 GHz spektru. Samim tim smetnje koje se generišu kao i zračenje koje emituju mogu biti neprikladna u nekim sredinama.

Infracrvena tehnologija zahteva optičku vidljivost predajnika i prijemnika, ali ujedno pruža brzu komunikaciju koja ne zahteva prethodnu inicijalizaciju, kao ni održavanje veze kao gore pomenute tehnologije.

Stvorila se ideja da se napravi jedinstven uređaj koji bi se jednostavnim povezivanjem na računar prikazao računaru kao standardna računarska tastatura. Uređaj ima infracrveni prijemnik kojim se mogu primiti podaci sa različitih infracrvenih daljinskih upravljača, različitih proizvođača koji definišu sopstvene infracrvene protokole komunikacije. Konceptualni prikaz opisanog uređaja dat je na slici 1.

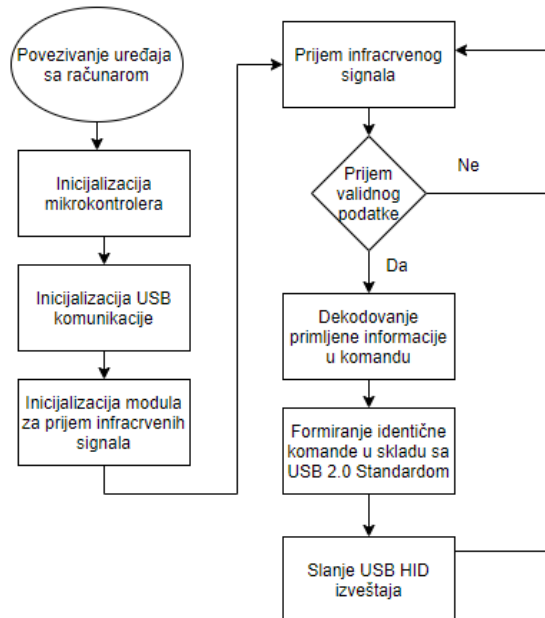
NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Vladimir Rajs, docent.



Slika 1. Konceptualni prikaz opisanog uređaja

Funkcionalni dijagram rada uređaja dat je slikom 2.



Slika 2. Blok dijagram rada uređaja

Uređaj se napaja pomoću USB porta, tako da se celokupan sistem podiže povezivanjem na računar. Nakon povezivanja kreće inicijalizacija mikrokontrolera i njegovih periferija, uspostavlja se USB komunikacija i inicijalizuje modul za prijem podataka preko infracrvenih prijemnika. Po prijemu podataka oni se jednoznačno dekoduju u komande koje mogu predstavljati pritisak jednog ili više tastera na daljinskom upravljaču, pomeranje džojstika i slično. Te komande se potom

prebacuju u oblik koji odgovara *USB* standardu za *HID* uređaje, u koje spadaju između ostalih računarski miševi i tastature, a potom šalju računaru koji ih izvršava.

2. PREDNOSTI I OSOBINE USB 2.0 STANDARD

Pre pojave *USB* tipa konektora do tada korišćeni konektori (serijski, paralelni, *PS2*, džojstik konektori i mnogi drugi) su unosili zabunu kod korisnika, nije bilo univerzalnog načina korišćenja, mnogi nisu imali podršku za povezivanje u već startovani sistem i zbog toga su zamenjeni. Njihov naslednik pojavio se u obliku *USB* tipa konektora koji je uneo broj novina, jednostavnu upotrebu i takozvani *hotplug* princip priključivanja. Izbor tipa komunikacije sa računarom za predstavljeno rešenje bio je prilično očigledan, odučeno je da uređaj koristi *USB* konekciju i da podržava *USB 2.0* standard[2].

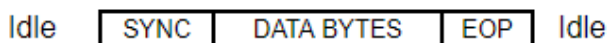
Zbog velike kompatibilnosti između operativnih sistema prema *USB* klasi uređaja, odlučilo se da se iskoriste već standardom propisane klase i zbog toga je izabrana *HID* klasa uređaja. Ovaj izbor je doprineo mnogo lakšoj upotrebi uređaja sa strane korisnika, zbog toga što ne zahteva instalaciju specijalnog softvera za korišćenje, a većina danas popularnih operativnih sistema koji su u upotrebi dolaze sa integrisanim drajverom za *HID* klase uređaja.

Odlika *USB* protokola je da u sistemu može postojati samo jedan centralni kontroler, koji prozivajući ostale podređene kontrolere dobija informacije o njihovim stanjima. Izuzetak ovome predstavlja *USB OTG* funkcionalnost koja daje mogućnost da uređaji smenjuju njihovu funkciju i prelaze iz stanja centralnog odnosno glavnog kontrolera (*host*) u stanje podređenih kontrolera (*slave*).

Pored ove odlike, prednost ovog protokola je i mogućnost napajanja direktno sa magistrale. *USB* standardom je predviđeno napajanje od 5V (sa mogućim odstupanjem do pet posto) pri čemu nekonfigurisani uređaj može da se napoji maksimalnom strujom od 100mA, a u konfigurisanom stanju i do 500mA.

Fizička realizacija konektora (koji postoji u više oblika, *mini*, *micro* i *standard* tipa *A* i *B*) druge verzije protokola je prilično jednostavna, pored linija za napajanje na *USB* konektoru nalazi se diferencijalni par linija za slanje i prijem signala.

Prenos podataka između računara i uređaja, svodi se zapravo na komunikaciju sa njegovim implementiranim *endpointima* koji imaju protokolom definisane funkcionalnosti u zavisnosti od klase koja je implementirana na datom *endpointu*. Najmanji element u prenosu podataka naziva se paket, pre i nakon slanja paketa, magistrala je u neaktivnom stanju. Izgled jednog paketa dat je slikom 3.



Slika 3. Prikaz jednog paketa

Nakon povezivanja uređaja na *USB* konektor računara, uređaj se nalazi u nekonfigurisanom stanju, a da bi prešao u konfigurisano stanje računar izdaje niz komandi kojima ispituje mogućnosti uređaja, serijski broj, proizvođača,

jedinstvene identifikatore kao što su *VID* i *PID*. Nakon što računar dobije potrebne informacije, ukoliko su one validne učitava se drajver uređaja i uređaj u tom trenutku postaje konfigurisan. Komande koje računar izdaje su za dobavljanje deskriptora sa datog uređaja. Deskriptorima se zapravo opisuje broj *endpointa* uređaja i pojedinačno funkcionalnosti svakog *endpointa*. U zavisnosti od funkcionalnosti koja je implementirana na datom *endpointu* računar može poslati više upita za različite deskriptore ili ponoviti upite.

3. INFRACRVENA TEHNOLOGIJA I FDC PROTOKOL

Infracrveni prenos podataka se koristi na malim udaljenostima između računara i ličnih digitalnih pomoćnih uređaja. Daljinsko upravljanje koristi infracrvene svetleće diode, da bi se emitovale infracrveno zračenje, koje je sabijeno u žarište plastičnim sočivom, da bi se dobio usmeren zrak. Taj svetlosni zrak se potom modulira, pali i gasi, da bi se podaci kodirali. Prijemna strana koristi infracrveni prijemnik (silicijumski fotodiodu), da bi pretvorio infracrveno zračenje u električnu struju[1]. Karakteristično za infracrvenu komunikaciju je da je potrebna optička vidljivost između predajnika i prijemnika, što znači da svaka fizička prepreka kao na primer zid ili neki objekat mogu da naruše komunikaciju. Velika prednost ovog vida komunikacije je što nema negativnih efekata na ljudsko telo, nije potrebno odražavanje veze, niti prethodna inicijalizacija protokola pri početku slanja. Korišćenjem infracrvene komunikacije moguće je postići i brzine do 1Gbps, naravno za takve brzine koriste se infracrveni laseri i optička vlakna. Signali koji se koriste u daljinskim uređajima su obično modulisani na frekvencijama 36kHz ili 38kHz, kako bi se smanjio uticaj okoline, sunčeve ili ambijentne svetlosti.

Protokol koji je korišćen na predajnoj strani daljinskog uređaja je FDC protokol. Njegove karakteristike date su tabelom 1.

Tabela 1. Karakteristike FDC protokola

Frekvencija rada	38 kHz
Modulacija	Impulsno distantna
Izgled frejma	1 startni bit + 40 bita podataka + 1 stop bit
Podaci	8 adresnih bita + 12 x 0 bita + 4 bita za pritisak + 8 komandnih bita + invertovanih komandnih bita za proveru
Startni bit	2085µs impuls, 966µs pauza
0 bit	300µs impuls, 220µs pauza
1 bit	300µs impuls, 715µs pauza
Stop bit	3005µs impuls
Repeticija	Ne postoji
Biti pritisnutog tastera	1111
Biti otpuštenog tastera	0000
Redosled bita	LSB prvo

Ovaj protokol trenutno implementira samo jedan uređaj, a to je infracrvena tastatura FDC-3402. Razlog zbog kojeg je izabrana baš ova tastatura kao daljinski upravljač u ovom radu je njena niska cena.

4. FIZIČKA ARHITEKTURA

S obzirom na ograničenja u ceni uređaja, a sa druge strane potrebe da se koristi USB protokol koji iziskuje poseban fizički modul u silikonskom čipu, a pritom i diktira minimalne brzine takta mikrokontrolera bilo je potrebno pažljivo odabrati mikrokontroler. Ujedno je trebalo voditi računa da osim što treba da bude kompatibilan sa USB 2.0 protokolom da mora biti i dovoljno brz kako bi mogao istovremeno da komunicira sa računarom i daljinskim upravljačem (dekodovanje infracrvenih signala). Iz svih ovih ograničenja odlučeno je da se koristi *AtMega* kontroler, koji ne iziskuje velika početna ulaganja za opremu kako bi se mogao testirati, stoga je bilo moguće uz minimalno opreme kreniti u početno istraživanje. Odlučeno je da se koristi *AtMega32u4*[3] mikrokontroler, kako se on već koristi u nekim širokorasprostranjenim integrisanim rešenjima (*Arduino Leonardo*) uz njega je bilo dostupno puno dokumentacije o korišćenju i ograničenjima.

Programiranje mikrokontrolera se vrši pomoću *USBasp* uređaja, koji predstavlja *in-circuit* programator za *Atmel AVR* mikrokontrolere.

Pored mikrokontrolera bilo je potrebno obezbediti infracrveni prijemnik, kao i neophodnu prateću elektroniku za pretvaranja infracrvenog zračenja u električnu merljivu komponentu. U ove svrhe izabran je gotovi modul koji dolazi sa 1.5 metara produžnog provodnika i 3.5 mm izlaznim konektorom. U središtu ovog modula nalazi se *TSOP4838* infracrveni prijemni modul za daljinski upravljane sisteme.

5. PROGRAMSKO REŠENJE

Kao polazna tačka rešenja uzet je gotov proizvod u vidu računarske tastature i pomoću alata za dijagnostiku zabeležene su glavne karakteristike ovog uređaja. Polazna ideja bila je da se prvo osposobi *USB* komunikacija ka računaru, potom da se podese svi potrebni deskriptori kako bi uređaj pri povezivanju bio prikazan identično kao i svaka druga *HID* računarska tastatura. Potom se pristupilo implementaciji funkcionalnosti koje su takođe morale biti identične kao i kod pomenute tastature. Nakon osposobljavanja *USB* komunikacije pristupilo se implementaciji *IRMP* protokola. U ovim fazama odvojeno su se implementirale funkcionalnosti *USB* komunikacije i *IRMP* protokola, što je uslovalo sledeću fazu u kojoj su se integrisale obe funkcionalnosti u jednu. Nakon ove faze dobijen je prvi prototip gotovog uređaja koji je bio funkcionalan za najosnovnije stvari. Potom se pristupilo usavršavanju ovog prototipa kako bi se dobilo gotovo rešenje i funkcional uređaj koji može istovremeno da primi 6 pritiska na tastere istovremeno, i da šalje identične komande kao i klasična *HID* računarska tastatura.

Dalji nastavak proizvoda se nastavio u smeru dodavanja novih interfejsa koji bi omogućili da uređaj može da se prikaže računaru istovremeno kao *HID* računarska tastatura, *HID* računarski miš i port za serijsku komunikaciju. Sa tim na umu implementirane su i funkcionalnosti za ove dodatne interfejse, tako da se port za serijsku komunikaciju koristi za ispisivanje pomoćnih ispisa tokom razvoja proizvoda takozvanih debug

informacija, dok su dva pomoćna tastera na levoj strani *FDC-3402* tasture povezana kao levi i desni tasteri *HID* računarskog miša.

Za podršku velikog broja infracrvenih protokola na uređaju korišćeno je gotovo rešenje u vidu *IRMP*[4] biblioteke. Ova biblioteka podržava veliki broj infracrvenih protokola, ima otvoren pristup kodu i lako se mogu dodavati novi protokoli ili menjati postojeći, odnosno dodavati nove funkcionalnosti. Cela biblioteka sadržana je u nekoliko datoteka koji nose naziv *irmp*, *irmpconfig*, *irmpprotocols* i *irmpsystem*. Od kojih treba izdvojiti *irmpconfig* koji sadrži na jednom mestu sve moguće konfiguracije biblioteke koje je potrebno podesiti pre upotrebe ove biblioteke. U ostatku datoteka nalaze se stvari osobene za jezgro biblioteke i svih protokola koji su podržani.

Zbog razlike u načinu funkcionisanja *FDC-3402* tastature i klasične računarske tastature trebalo je osmisliti algoritam koji će biti u stanju da primljeni podatak sa *FDC* tastature konvertuje u čitljiv podatak računaru, a potom ga upakuje i oblikuje u format kompatibilan *USB 2.0* standardu.

Ovo je realizovano u kodu primenom mašine konačnih stanja, gde se prvo obrađujem primljeni podatak preko infracrvenog prijemnika.

Potom se indeksira poslata komanda u *mapi*, koja sadrži korelaciju komandi između *FDC* tastature i računarske tastature.

Pod komandom se može podrazumevati pritisak jednog ili više tastera u kombinaciji sa modifikatorskim tasterima. Modifikatorske tastere predstavljaju *shift*, *ctrl*, *alt* i *gui* tasteri na obe strane tastature. Potom se indeksirana komanda smešta u niz za slanje, i pomoću implementiranih API funkcija šalje sa mikrokontrolera računaru.

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu prikazana je realizacija uređaja koji je u stanju da uspešno simulira komande klasične računarske tastature, gde se komande primaju putem infracrvenog prijemnika, a šalju daljinskim upravljačem preko jednog od više od 60 podržanih infracrvenih protokola.

Najveća mana ovog sistema jeste nepouzdana infracrvena komunikacija između prijemnog i predajnog uređaja usled koje može doći do potpunog obustavljanja rada uređaja. Moguće rešenje ovog problema bi bila implementacija povratne informacije na strani infracrvenog prijemnika, što bi značilo da se u sistem treba dodati jos jedan infracrveni prijemnik i predajnik.

To bi značajno uticalo na potrošnju baterije u daljinskom upravljaču i uvelo bi niz novih komplikacija u programskom rešenju.

Kao nastavak ovom radu moglo bi se razmisliti o dodavanju novih funkcionalnosti i profila na strani *USB* komunikacije, čime bi se značajno moglo proširiti polje upotrebe datog rešenja. Takođe implementacijom više infracrvenih prijemnika bi se mogao povećati prijemni ugao signala i time značajno uticalo na pouzdanost sistema.

7. LITERATURA

- [1] V. Kovačević, M. Popović, M. Temerinac, N. Teslić
Arhitektura i algoritmi digitalnih signal procesora I ,
Novi Sad, FTN, 2005.
- [2] *Universal Serial Bus Specification Revision 2.0*, USB
Org., 2000.
- [3] *Atmega16u4/32u4 Datasheet*, Microchip Technology,
2016.
- [4] *IRMP*, Frank M., 2018.

Kratka biografija:



Lazar Vukasović rođen je u Subotici 1993. godine. Osnovne studije je završio 2016. godine na smeru Mehatronika. Ovaj rad je proistekao iz master rada koje će biti odbranjen u 2018. godini.

UVODENJE KOMUNIKACIJSKOG STANDARDA NARROW BAND INTERNET OF THINGS U OKVIRU MOBILNE MREŽE SRBIJE**COMMUNICATION STANDARD NARROWBAND INTERNET OF THINGS WITHIN THE MOBILE NETWORK OF SERBIA**

Sanja Kovačić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MEHATRONIKA

Kratak sadržaj – U ovom radu predstavljeno je razmatranje značaja uvođenja i primene NB-IoT u Srbiji. Prvo se uvodi opšta pozadina uređaja povezanih putem interneta (IoT-a), mobilne komunikacije kao jednog od sredstva za ovo povezivanje, i na kraju je predstavljen NB-IoT sa pregledom osnovnih karakteristika, kao i ključnih tehnologija koje su dovele do poboljšanja ovog standarda. Radi lakšeg razumevanja upoređuju se performanse NB-IoT sa drugim bežičnim tehnologijama u aspektima potrošnje energije, oblasti pokrivanja, režima prenosa, načina komunikacije i cene uređaja. Na kraju se analizira primena u vidu inteligentnih aplikacija NB-IoT-a koje se mogu uvesti u Srbiji.

Ključne reči: *Narrow Band Internet of Things, Internet of things, mobilne komunikacije, LPWA, inteligentne aplikacije*

Abstract – This paper presents the consideration of the significance of the introduction and application of NB-IoT in Serbia. Firstly, the general background of Internet-of-Things (IoTs), secondly mobile communications as one of the means for this connection is introduced, and finally NB-IoT with an overview of the basic characteristics as well as key technologies that led to the improvement of this standard was finally introduced. To better understand, NB-IoT's performance with other wireless technologies is compared in terms of energy demand, coverage, mode transfer, communication modes and cost of devices. In the end, the application in the form of intelligent applications NB-IoT that can be introduced in Serbia is analyzed.

Keywords: *Narrow Band Internet of Things, Internet of things, Mobile communication, LPWA, intelligent applications*

1. UVOD

Internet je javno dostupna globalna mreža koja povezuje računare i računarske mreže korišćenjem internet protokola. 2008. godine broj uređaja povezanih na internetu je premašio ukupan broj svetske populacije. Statistike kažu da će do 2020. godine broj uređaja biti skoro sedam puta veći od svetske populacije.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Vladimir Rajs, docent.

Dakle, internet je već, a tek će postati deo svakodnevnice. Zbog toga se pridaje veliki značaj primeni interneta kao vida komunikacije između objekata. Jedan od standarda mobilne komunikacije putem interneta predstavlja Narrow Band IoT.

Predmet istraživanja je proučavanje NB-IoT, njegovih glavnih karakteristika i mogućnosti uvođenja ovog standarda u Srbiji u okviru mobilne komunikacije, kao i iznošenje svih njegovog prednosti u poređenje sa već postojećim standardima bežične komunikacije.

Cilj istraživanja je da se opiše način na koji je tekao razvoj NB-IoT u svetu, koji je značaj samog pojma „IoT“, i kakve bi mogućnosti primena ovog standarda donela u okviru naše zemlje.

2. INTERNET OF THINGS - IOT

U najširem smislu termin Internet of Things obuhvata sve uređaje (objekte) koji su povezani putem interneta. Pod terminom „things“ se podrazumeva bilo ko, bilo šta, a pod pojmom komunikacije putem interneta podrazumeva se omogućavanje komunikacije bilo gde, bilo kada, u bilo kom kontekstu, uz pomoć bilo kog servera, sa bilo kojom mrežom. Ključne komponente IoT su senzori, kontroleri i softver. Arhitektura IoT se sastoji od pametnih uređaja koji putem aplikacije komuniciraju sa drugim pametnim uređajima.

Aplikacija se povezuje sa pametnim uređajem putem interneta, i ta veza ne mora biti direktna. Shodno tome, arhitekturu IoT čine četiri ključna pojma: „uređaji“ koji su povezani putem interneta, ruter, oblak (engl. *Cloud*) u kome se smeštaju podaci, i sama aplikacija. Ceo IoT koncept je zasnovan na scenariju gde svi „uređaji“ imaju jedinstveni identifikator, ID, i protokol poznaje svakog logičkog domaćina po broju, takozvanoj IP adresi. Na bilo kojoj datoj mreži ovaj broj mora biti jedinstven za sve domaćine interfejsa koji komuniciraju kroz tu mrežu.

3. MOBILNA KOMUNIKACIJA

Mobilne komunikacije predstavljaju neprestano razvijenu tehnološku oblast sa mnogo različitih domena aplikacija, gde IoT ima značajnu ulogu kao najbrže rastući domen aplikacija u okviru mobilne mreže.

Razvoj mobilne komunikacije je počeo sredinom 1970. godine sa prvom generacijom mobilnih uređaja (1G), dok je danas u upotrebi četvrta generacija (4G). Danas preko 70% svetske populacije komunicira putem mobilne telefonije.

U okviru treće generacije, osnovan je projekat partnerstva 3GPP, u okviru kojeg su se modifikovali i usvajali standardi mobilnih komunikacija. Tako je u julu 2016 nastao i standard izdanja 13, nazvan NB-IoT.

4. NARROW BAND IOT

NB-IoT je LPWAN radio tehnologija zasnovana na standardu za primenu mobilnih komunikacija. Cilj ove studijske tačke bio je predložiti opciju LPWA tehnologije bazirane na ćelijskoj arhitekturi za manje aplikacije IoT-a. Shodno tome, NB-IoT se fokusira na osobinama dobre pokrivenosti signala u zatvorenom prostoru, niske troškove uređaja, dugotrajnost baterije i veliku gustinu mreže. Takođe se primenjuje i podskup LTE standarda, ali njihovo korišćenje se ograničava na jedan uski propusni opseg od 200 kHz. Zbog rada u ovom licenciranom opsegu pridaje mu se pouzdanost i sigurnost, pružajući garantovano kvalitetne usluge. NarrowBand je optimizovan za aplikacije koje međusobno komuniciraju sa malom količinom podataka tokom dužeg vremenskog perioda.

Uvođenjem NB-IoT tehnologije omogućiće se povezivanje još mnogo uređaja na „IoT“ čime će mnoge aplikacije postati stvarnost i dostupnost svima.

4.1. Karakteristike NB-IoT

Osnovne karakteristike NB-IoT (slika 1), su veoma mala potrošnja energije (trajanje baterije prilikom povezivanja uređaja na internet u trajanju od 10 do 15 godina), mala količina podataka (mreža je namenjena dvosmernom prenosu malih količina podataka), primena svetskog standarda (mreža radi na 3GPP standardu i nalazi se unutar licenciranog spektra), odlična prodornost signala u zatvorenim i nepristupačnim prostorima (signal prodire u prostore poput podzemnih garaža, debele konstrukcije zidove, kao i predele gde je slab signal), lako se ugrađuje u već postojeće arhitekture mobilne mreže, obezbeđuje veliku bezbednost, sigurnost i pouzdanost mreže kao i niski propusni opseg (propusni opseg od 700MHz, 800MHz i 900MHz) jer je mreža bazirana na LTE sigurnosnim mehanizmima, i ima nisku cenu komponenti uređaja, kao i nisku cenu same implementacije.



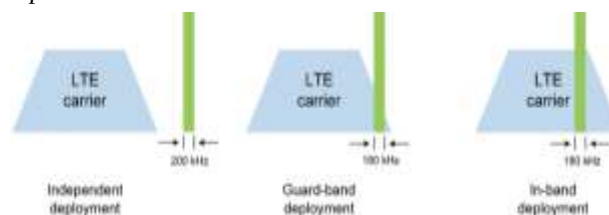
Slika 1. Karakteristike NB-IoT

Režim rada za uštedu energije, skraćeno PSM (engl. *Power Save Mode*) je režim rada dizajniran tako da aktivno smanji potrošnju energije kad nije u upotrebi. Uz pomoć PSM režima i proširenog isprekidanog prijema (eDRX, engl. *Extended Discontinuous Reception*), u NB-IoT-u se može ostvariti duže vreme čekanja. Vrednosti trajanja čekanja u okviru eDRX su prikazane na slici 2.



Slika 2. eDRX trajanje jednog perioda i dozvoljene vrednosti trajanja tok ciklusa za eDRX.

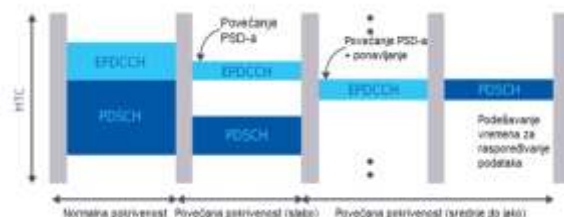
Režim rada NB-IoT je dizajniran da bude snažno integrisan i da međusobno deluje sa LTE-om, što omogućava veliku fleksibilnost pri implementaciji. NB-IoT nosilac strukture može biti smešten u zaštitnom intervalu LTE-a (engl. *Guard-band mode*), ugrađen u standardni LTE nosilac (engl. *In-band mode*) ili funkcionisati kao samostalni nosilac (*Stand-alone mode*). Sva tri načina su prikazana na slici 3, pri čemu je zbog jednostavnosti prikazan samo jedan NB-IoT nosilac *Uplink-a/Downlink-a* za svaki režim.



Slika 3. Raspoređivanje frekvencijskog spektra NB-IoT u odnosu sa LTE frekvencijskim spektrom [1]

Optimizacija troškova NB IoT postignuta je zahvaljujući pojednostavljenjem uređaja u okviru izdanja 13 3GPP i to na sledeći način: Uvedena je klasa uređaja sa nižom snagom (od 20 dBm), koja će dozvoliti integraciju pojačavača snage u jedan čip, smanjen je propusni opseg uređaja na 200 kHz na *Downlink-u* i *Uplink-u*, smanjen je protok, bazirano na funkcionisanju jednog fizičkog resursnog bloka (PRB), kako bi se omogućilo manje procesiranje i manja memorije na modulima, kao i smanjenje cene same CMOS tehnologije.

Prethodno pomenutih 20 dB omogućava oko deset puta bolju pokrivenost područja. Pokrivenost se povećava radom na kanalu širine 200 kHz ili 1,4 MHz, u poređenju sa kanalom širine 20 MHz, donoseći poboljšanje od 20 dB i 11,5 dB respektivno. Osim toga, NB LTE-M dozvoljava da se emisiona snaga smanji za 3 dB, u cilju smanjenja troškova implementacije. Ovo uključuje eliminaciju LTE downlink kontrolnih kanala, uključujući PDCCH (engl. *Physical Downlink Control Channel*), PCFICH (engl. *Physical Control Format Indicator Channel*) i PHICH (engl. *Physical Hybrid-ARQ Indicator Channel*). Jedino je EPDCCH (engl. *Enhanced Physical Downlink Control Channel*) dozvoljen.



Slika 4. Dizajn NB LTE-M sa opsegom od 1,4 MHz – downlink

5. PRENOS PODATAKA KOD NB-IOT

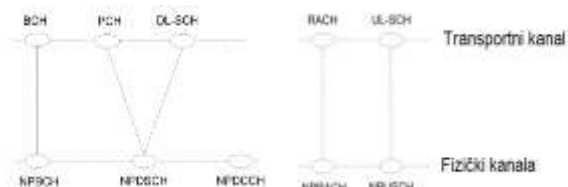
Ćelijski ili celularni koncept mreže sastoji se u korišćenju većeg broja predajnika male snage i razvijen je sa ciljem da se poveća pokrivenost radio signalom. Postoje tri standardne tehnologije koje se koriste kod standardnih celularnih mreža za prenos informacije:

- 1. Frequency Division Multiple Access (FDMA)-** kod FDMA svakom pozivu se dodeljuje posebna frekvencija (frequency)
- 2. Time Division Multiple Access (TDMA)-** kod TDMA svakom pozivu se dodeljuje određeni deo vremena (time) ne menjajući pri tome frekvenciju
- 3. Code Division Multiple Access (CDMA)-** kod CDMA svakom pozivu se dodeljuje jedinstveni kod (code) koji se proširuje u raspoloživom frekventnom opsegu

Prenos u *Uplink-u* i *Downlink-u* zasnovan je na SC-FDMA (engl. *Multiple Access Multiple Access*) i OFDMA (engl. *Orthogonal Frequency Division Multiple Access*) tehnika. Za downlink se definišu tri fizička kanala: NPBCH (engl. *Narrowband Physical Broadcast Channel*), NPDCCH (engl. *Narrowband Physical Downlink Control Channel*), NPDSCH (engl. *Narrowband Physical Downlink Shared Channel*) i dva fizička signala: NRS (engl. *Narrowband Reference Signal*) i NPSS/NSSS (engl. *Primary and Secondary Synchronization Signals*).

Za Uplink se definišu dva fizička kanala: NPUSCH (engl. *Narrowband Physical Uplink Shared Channel*) i NPRACH (engl. *Narrowband Physical Random Access Channel*) i jedan fizički kanal DMRS (engl. *Demodulation Reference Signal*).

Veza između fizičkog i transportnog kanala kod UL i DL prikazana je na slici 5.



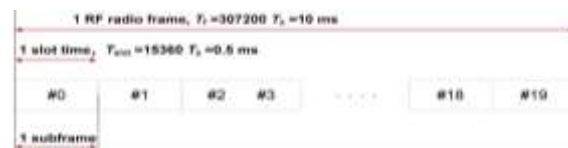
Slika 5. Veza između fizičkog i transportnog kanala kod DL (slika levo) i UL (slika desno) [2]

Struktura rama nosioca u NB-IoT-u se sastoji od deset podramova i svaki od tih podramova je podeljen na dva slotova svaki od 0,5 ms.

Kako bi se poboljšala pokrivenost signala u *uplink-u* pomoću povećanja snage spektralne gustine (PSD), dostupan je razmak između podnosilaca structure NB-IoT-a od 3,75 kHz. Standardni razmak je od 15 kHz, koji se primenjuje i kod *Downlink-a*.

Kako je za rastojanje podnosilaca od 15 kHz, trajanje slotova 0,5 ms u vremenskom domenu i broj podnosilaca 12 u frekventnom, za razmak između podnosilaca 3,75 kHz, trajanje slotova SC-FDMA je četiri puta veće, što iznosi 2 ms.

Osim toga, ukupan broj podnosilaca u frekventnom domenu je takođe četiri puta veći, a to je broj 48, čime se zauzima isti razmak 180 kHz, kao u slučaju razmaka podnosilaca od 15 kHz.



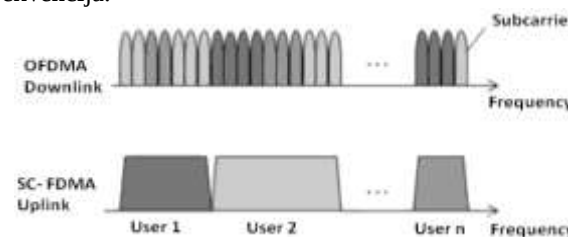
Slika 6. NB-IoT struktura rama za rastojanje podnosioca od 15 KHz i za uplink i za downlink [1]



Slika 7. NB-IoT struktura rama za rastojanje podnosioca od 3.75 KHz za uplink [1]

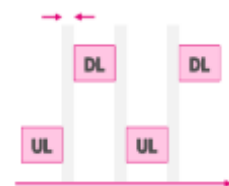
NB-IoT koristi QPSK (engl. *Quadrature Phase Shift Keying*) modom i OFDM tehnologiju podešavanja za komunikacije sa rastojanjem podnosioca od 15 kHz u *Downlink-u*, dok koristi BPSK (engl. *Binary Phase Shift Keying*) ili QPSK modom i SC-FDMA tehnologiji za komunikacije u *Uplink-u*.

OFDM je način kodiranja na više frekventijskih nosača. SC-FDMA je šema višestrukog pristupa za podelu frekvencija.



Slika 8. Prikaz funkcionisanja OFDMA na downlink-u i SC-FDMA na uplink-u [3]

NB-IoT primenjuje FDD Half-duplex Type-B za *Uplink* i *Downlink* komunikaciju, što znači da je prenos informacija u jednom smeru u datom trenutku (slika 9).



Slika 9. FDD Half-duplex tip B komunikacije za prenos informacija [1]

6. POREĐENJE NB-IOT SA OSTALIM STANDARDIMA

Na osnovu specifikacije izdvojenih standarda (Lora, Sigfox, LTE) dobijamo tabelu 1. Možemo zaključiti da jedna od glavnih karakteristika i razlika NB-IoT tehnologije u odnosu na druge IoT tehnologije (LoRA, Sigfox), je primena već postojeće mobilne mreže, mogućnost slanja duže poruke (500 bajtova NB-IoT u odnosu na 51 bajt LoRA i 12 bajtova Sigfox) i većeg broja poruka dnevno (više od 300 NB-IoT, 300 LoRA, 140 Sigfox poruka dnevno).

Tabela 1. Specifikacije različitih bežičnih mreža

	Lora	Sigfox	LTE-M			LTE-NB IoT
			Cat-0 Verzija 1.2	Cat-M1 Verzija 1.2	Cat-M2 Verzija 1.2	Verzija 1.3
Standardizacija	Lora Alliance	Sigfox kompanija i ETSI	3GPP	3GPP	3GPP	3GPP
Spektar	Ne licenciran	Ne licenciran	Licenciran	Licenciran	Licenciran	Licenciran
Protok	125 Hz	100 Hz	20 MHz	1.4 MHz	5 MHz	200 kHz
Brzina prenosa podataka	0.3-50 kbps	100-600 bps	1 Mbps	5-10 Mbps	5-10 Mbps	200 kbps
Trajanje pauze	Veliko trajanje	Veliko trajanje	Nije razvijeno	50-100 ms	50-100 ms	1.5-10 sec
Trajanje baterije [god]	5-10	5-10	10	10	10	10-15
Cena po uređaju [dolar]	Oko 100	Oko 100	10-15	10-15	10-15	5-10
Prodor u zatvorenim prostorima	Odična	Odična	Dobra	Dobra	Dobra	Odična
Tip komunikacije	Half duplex	Half duplex	Full ili Half duplex	Full duplex	Full duplex	Half duplex
Prenosna snaga	20 dBm	20 dBm	23 dBm	23 dBm	23 dBm	20 dBm
Dokrivnost područja	14 km	17 km	5-20 km	5-20 km	5-20 km	22 km

Gledajući tabelu 1, i prateći već osobine LTE-M i NB-IoT standarda dolazimo do zaključka da su obe LPWA tehnologije za IoT aplikacije sa niskopropusnim opsegom definisane u 3GPP i ispunjavaju zahteve za niske troškove, niske potrošnje i povećanu pokrivenost. Glavna razlika između LTE-M i NB-IoT zavisi od količine podataka koja planira da se koristi, latencije potrebne za aplikaciju, i mobilnosti uređaja. Ipak glavna razlika leži u jačini signala na nepristupačnim delovima, gde se prednost daje NB-IoT-u.

7. PRIMENA NB-IOT

NB-IoT nalazi primenu u aplikacijama gde je potrebno slati malu količinu podataka, kod stacionarnih uređaja. Prema tome, NB-IoT najveću primenu ima u okviru aplikacija pametnog grada, kontrole potrošača, pametne izgradnje, logistike i automotiv industrije, životne sredine i poljoprivrede (slika 10).

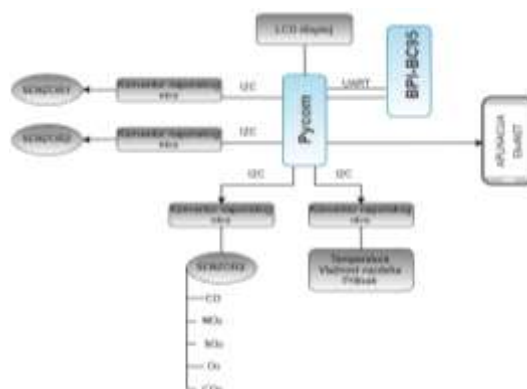


Slika 10. Primena NB-IoT

8. POČECI RAZVOJA NB-IoT U SRBIJI

Mobilna mreža VIP-Srbija, je počela sa uvođenjem NB-IoT standarda još prethodne godine i ima tendenciju da prva eksploatise i komercijalno ponudi NB-IoT na tržištu Srbije. U okviru preduzeća Dunav net, realizovano je IoT rešenje za kontrolu parametara životne sredine-ekoNET. Ovaj stacionaran uređaj pristupa informacijama o parametrima kvaliteta vazduha preko mreže naprednih ekoloških senzora.

Prikupljenim informacijama moguće je pristupiti putem aplikacije, nakon što se podaci sa senzora skladište, obrade i analiziraju. Komunikacija je uz pomoć bežične mreže NB-IoT. Na slici je prikazan blok dijagram EkoNet-a.



Slika 11. Blok dijagram uređaja EkoNET

9. ZAKLJUČAK

Razvoj mobilnih tehnologija omogućio je da se IoT realizuje i kroz mobilne mreže. NB-IoT je tehnološki standard koji se koristi u okviru 4G mreže, a ono što NB-IoT donosi kroz mobilnu mrežu je: trenutna dostupnost u najnepristupačnijim uslovima bez izgradnje nove mreže. Garantovana je dvosmerna komunikacija između IoT uređaja i servera i sigurnost komunikacije koja je obezbeđena sigurnosnim protokolima mobilne mreže. Samim tim, NB-IoT tehnologija primenljiva je u najrazličitijim uslovima, kao i u svim sferama privatnog i javnog života, ali i u industriji.

Ova nova tehnologija je standardizovana pre dve godine i sada je sazrela dovoljno da se može približiti javnosti u Srbiji, kako akademskoj zajednici tako i u industriji, ne bi li se upoznali sa svim mogućnostima i prednostima ove tehnologije u odnosu na neka druga rešenja.

9. LITERATURA

- [1] P. Maldonado, P. Ameigeiras, J. Prados-Garzon, Jorge Navarro-Ortiz, and Juan M. Lopez-Soler, IEEE „NarrowBand IoT Data Transmission Procedures for Massive Machine Type Communications”, maj 2017
- [2] Rohde & Schwarz, “Narrow Band IoT” dostupno na: https://cdn.rohdeschwarz.com/pws/dl_downloads/dl_application/application_notes/1ma266/1MA266_0e_NB_IoT.pdf, datum pristupa 12.09.2018.
- [3] Internet sajt, „4G LTE”, dostupno na: https://www.gta.ufrrj.br/ensino/eel879/trabalhos_vf_2014_2/rafaelreis/ofdma_scdma.html, datum pristupa 9.9.2018.

Kratka biografija:



Sanja Kovačić rođena u Novom Sadu 1994. godine. Diplomirala na Fakultetu tehničkih nauka, u Novom Sadu, oblast mehatronika, robotika i automatizacija 2017. godine. Oblasti interesovanja su joj: optimizacija i automatizacija sistema.

SISTEM ZA AUTOMATSKO ZALIVANJE USEVA I DALJINSKI NADZOR OVOG SISTEMA**AUTOMATIC SYSTEM FOR IRRIGATION AND REMOTE MONITORING**

Igor Kojić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MEHATRONIKA

Kratak sadržaj – Ovaj rad se bavi primenom automatskog zalivanja useva i daljinskim nadgledanjem sistema za navodnjavanje. Merenjem vlažnosti zemljišta pomoću senzora, kontroler poredi zadate i izmerene vrednosti, zatim nakon provere odlučuje o pokretanju i zaustavljanju pumpe za napajanje sistema vodom. Uvođenjem GSM/GPRS uređaja u ove sisteme moguće je poslati podatke od značaja na internet server gde bi se vršila obrada tih podataka i prikaz istih. U ovom radu prikazano je jedno od rešenja automatskog zalivanja.

Ključne reči: Sistemi za zalivanje, daljinski nadzor

Abstract – This paper deals with the use of automatic irrigation and remote monitoring of irrigation systems. By measuring the soil moisture using sensor, the controller compares the set and measured values, then after checking it decides when to start and stop the system water supply. With the introduction of GSM / GPRS devices in these systems, it is possible to send data of importance to the Internet server for processing and displaying these data. This paper presents one of the automatic irrigation solutions.

Keywords: Irrigation systems, remote monitoring

1. UVOD

Tema ovog rada je automatsko zalivanje useva i daljinsko nadgledanje sistema za zalivanje. U cilju postizanja maksimalnih prinosa i kvaliteta, kroz brz i uniforman porast, i razviće gajenih useva pristupa se projektovanju sistema za navodnjavanje i njegovoj automatizaciji. U današnje vreme potreba za navodnjavanjem je neophodna za postizanje uspeha u savremenoj poljoprivrednoj proizvodnji. Daljinsko nadgledanje sistema za navodnjavanje ima za cilj modernizaciju postojećih sistema primenom savremenih tehničkih rešenja.

Zalivanje kapanjem spada u grupu najsavremenijih metoda zalivanja. Voda se mrežom gusto razgranatih cevovoda, pod malim pritiskom, dovodi do svake biljke ili grupe biljaka vlažeći manji deo površine. Princip raspodele vode sastoji se u tome da se dovodni cevovod grana na određeni broj lateralnih cevovoda iz kojih se preko kapaljki voda doprema do biljaka.

Samohodni automatski širokozahvatni uređaji za zalivanje prema načinu kretanja mogu biti kružni i linearni. Ovi uređaji su namenjeni zalivanju velikih površina, 100 – 250 ha, bez obzira na useve koji se gaje. Oba uređaja karakteriše visoka automatizacija rada.

Svaka od ovih metoda zalivanja ima prednosti i mane, međutim upravljanim zalivanjem useva se može regulisati potrošnja vode kao i zaštita bilja od bolesti izazvanih prekomernim zalivanjem.

Da bi svaki od gore navedenih sistema bio funkcionalan, vodu je neophodno dopremiti pod pritiskom u cevovod zalivnog sistema. Dopremanje vode u cevovodni sistem se vrši pomoću unapred dimenzionisane pumpe. Potrebno je da pumpu pogoni elektromotor dimenzionisan u zavisnosti od snage pumpe. Za upravljanje elektromotorom, u ovom radu se koristi frekventni regulator. Kako bi sistem bio automatski, vlažnost zemljišta se meri senzorima za vlažnost čija se izmerena veličina šalje na programibilno logički kontroler koji na osnovu izmerenih vrednosti pokreće i zaustavlja pumpu. Nadgledanje datog sistema se putem internet aplikacije gde se prikazuju očitane vrednosti vlažnosti zemljišta kao i status rada pumpe. Da bi sistem bio funkcionalan pored izvora vode neophodan je i izvor električne energije.

2. SPECIFIKACIJA KOMPONENTI SISTEMA ZA AUTOMATSKO NAVODNJAVANJE I DALJINSKI NADZOR

U ovom poglavlju su prikazane komponente neophodne za izradu sistema za automatsko navodnjavanje i daljinski nadzor sistema. Sistem se sastoji od senzora za merenje vlage zemljišta, frekventnog regulatora, programibilno logičkog kontrolera i GSM (Global System for Mobile communication) /GPRS (General Packet Radio Service) uređaja SIM800L. Senzori se povezuju na analogne ulaze programibilno logičkog kontrolera. Digitalni izlaz programibilno logičkog kontrolera povezan je na relej čiji se normalno otvoren kontakt povezuje na kontrolni terminal frekventnog regulatora. GSM/GPRS uređaj je povezan na pinove programibilno logičkog kontrolera koji su rezervisani za serijsku komunikaciju.

2.1 Senzor za merenje vlage zemljišta

Senzori za merenje vlažnosti zemljišta mere količinu vode u zemljištu. Upotrebom ovih senzora određuje se da li je zemljište dovoljno snabdeveno vodom, tj da li je prezasićeno vodom ili je potrebno dodatno zalivanje. Izmerenu vrednost vlažnosti senzori predstavljaju na analognom izlazu, tako da za obradu podataka sa izlaza senzora je

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila prof. dr Gordana Ostojić.

neophodno koristiti kontroler. Senzori za vlažnosti zemljišta su najčešće realizovani kao rezistivni ili kapacitivni senzor. U ovom radu se koristi rezistivni senzor FC28 (Slika 1). Senzor se sastoji od dve sonde koje propuštaju struju kroz zemljište. Merenjem otpornosti između sonde dobija se ekvivalentna vlažnost zemljišta. Kada zemljište ima više vode, prolazi veća struja, a samim tim je otpornost manja. Kroz suvo zemljište prolazi manja struja, što znači da je otpornost veća, a samim tim izmerena vrednost nivoa vlage je manja [1].



Slika 1: Senzor vlažnosti zemljišta FC28

2.2 Frekventni regulator

Frekventni regulator je elektronski uređaj koji vrši upravljanje brzinom obrtaja i regulaciju asinhronih trofaznih motora. Brzina motora je proporcionalna frekvenciji izlaznog napona regulatora. Frekventni regulator pretvara mrežni napon u izlazni napon željene frekvencije koji utiče na brzinu elektromotora.

U ovom radu za pokretanje trofaznog elektromotora i podešavanje brzine se koristi frekventni regulator proizvođača Santerno. Uređaj je prikazan na slici 2.



Slika 2. Frekventni regulator Santerno Sinus M

2.3 Programibilno logički kontroler

Programibilni logički kontroler (PLC) postao je neizostavni uređaj u industrijskim sistemima.

Arduino Uno je univerzalni kontroler zasnovan na Atmel tehnologiji. Sastoji se od razvojne ploče sa ulaznim i izlaznim konektorima kao i USB (Universal Serial Bus) konekciju za napajanje i serijsku komunikaciju. Programiranje uređaja se izvodi pomoću besplatnog razvojnog okruženja u jeziku sličnom C programskom jeziku. Dostupni su hardveri koji se mogu povezati sa ovim kontrolerom. Na slici 3 je prikazan Arduino Uno kontroler [2].



Slika 3. Arduino Uno kontroler

2.4 GSM/GPRS uređaj

SIM 800L je multifunkcionalan uređaj koji se koristi za daljinsku razmenu podataka. Nema mogućnost za direktno upravljanje sistemom, ali je u potpunosti kompatibilan sa Arduino kontrolerima.

SIM800L poseduje GSM i GPRS modul za slanje i primanje podataka. Podržava GPRS transakcije, slanje i primanje SMS (Short Message Service) poruka [3].

2.5 Izvori napajanja

Izvori jednosmernog napona predstavljaju neophodni deo svakog elektronskog uređaja. Kvalitet jednosmernog napajanja je od suštinskog značaja za pouzdan rad uređaja. Zadatak izvora napajanja je da naizmenični napon iz mreže pretvori u jednosmerni, svodeći pri tome njegovu amplitudu na željeni nivo, kao i da takav jednosmerni napon učini dovoljno stabilnim u smislu imunosti na varijacije mrežnog napona i šumove. Pored toga, savremeni izvori napajanja omogućavaju i regulaciju izlaznog jednosmernog napona, odnosno podešavanje njegove amplitude, smanjenje osetljivosti na promenu temperature, kao i dodatno filtriranje. Kao osnovni blokovi izvora napajanja, mogu se razlikovati transformator, ispravljač, filter i stabilizator napona. Takođe, izvor napajanja mora da obezbedi električnu izolaciju između ulaza i izlaza, kao i zaštitu od preopterećenja.

3. MODBUS PROTOKOL

Modbus je serijski protokol višeg reda razvijen 1979. godine od strane kompanije Medicon.

Od tada postaje standard u industrijskim komunikacijama između uređaja i u SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) aplikacijama. Modbus je master-slave tipa. Dozvoljava na komunikacionoj liniji jedan master i do 246 slave uređaja. Za fizički prenos podataka koristi interfejs kao što su RS232, RS485, kao i Modbus / Ethernet protokol [4].

Razvijena su tri tipa Modbus protokola :

1. Modbus / RTU - poruka se sastoji od binarnih bajtova
2. Modbus ASCII – poruka se sastoji od ASCII karaktera
3. Modbus TCP / IP – poruka se ugrađuje u standardni TCP / IP okvir

Kako jedan uređaj može biti i prijemnik i predajnik, postoje tri načina fizičkog prenosa podataka :

1. Simplex - dozvoljava prenos podataka u jednom smeru gde je jedan uređaj predajnik, a drugi prijemnik
2. Half – duplex – predajnik i prijemnik mogu vršiti predaju i prijem podataka, ali ne istovremeno
3. Full – duplex – obezbeđuje istovremeni prenos podataka, jer za svaki smer prenosa podataka postoji posebna komunikaciona linija

4. SISTEM ZA AUTOMATSKO NAVODNJAVANJE I DALJINSKO NADGLEDANJE SISTEMA

U ovom poglavlju je prikazan način povezivanja komponenti, kao i algoritmi pojedinačnih delova sistema.

4.1 Povezivanje komponenti

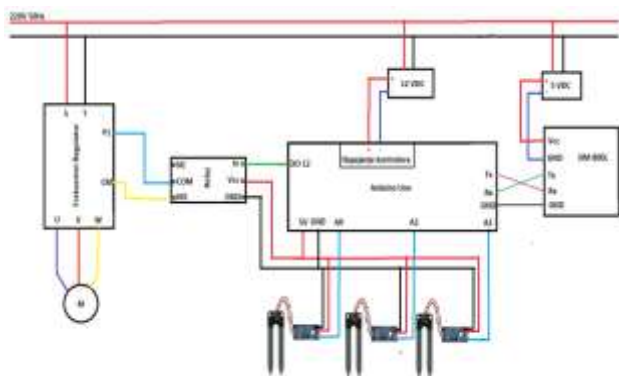
Sistem se sastoji od međusobno povezanih komponenti prikazanih na slici 4. Napon napajanja frekventnog regulatora je mrežni napon 220V 50Hz koji je povezan na S i T terminale. Na izlazne terminale frekventnog regulatora (U,V,W) povezan je trofazni elektromotor koji pokreće pumpu.

Kako je napon napajanja kontrolera 12 VDC, neophodno je mrežni napon pretvoriti u jednosmerni napon 12VDC pomoću jednosmernog izvora napajanja. Na analogne ulaze kontrolera (A0,A1,A2) dovedeni su signalni izlazi senzora, dok je napajanje senzora izvedeno sa kontrolera (5V, GND). Digitalni izlaz kontrolera (DO 12) povezan je na signalni kontakt releja. Normalno otvoren i zajednički kontakt releja su povezani na kontrolni terminal frekventnog regulatora (P1, CM).

Obzirom da GSM/GPRS uređaj SIM800L prilikom traženja mreže povlači struju od oko 700mA, što u zbiru sa ostalim komponentama povezanih na kontroler iznosi preko 1A, što može dovesti do oštećenja kontrolera, GSM/GPRS uređaj je povezan na poseban jednosmerni izvor napajanja 5 VDC.

Serijska komunikacija između kontrolera i SIM800L se ostvaruje unakrsnim povezivanjem prijemnih i predajnih pinova. Tako je predajni pin kontrolera(Tx) povezan na prijemni pin(Rx) GSM/GPRS uređaja, a prijemni pin kontrolera povezan na predajni pin GSM/GPRS uređaja.

Za serijsku komunikaciju je potrebna i referentna tačka, tako su masa kontrolera i masa GSM/GPRS uređaja međusobno spojene.



Slika 4. Povezivanje komponenti

Za upravljanje programibilno logičkog kontrolera frekventnim regulatorom nameću se dva rešenja:

- upravljanje preko serijske Modbus RTU komunikacije
- upravljanje preko upravljačkog terminala regulatora

4.2 Algoritam automatskog zalivanja

Očitavanje senzora i provera očitanih vrednosti svih senzora se vrši ciklično. Ukoliko je izmerena vlažnost zemljišta manja od zadate vrednosti vlažnosti na bilo kom od senzora, pokreće se frekventni regulator koji pogoni elektromotor pumpe, tako što kontroler postavlja digitalni izlaz na logičku jedinicu kojim se zatvara strujno kolo na kontrolnom terminalu frekventnog regulatora pomoću releja.

Dostizanjem zadate vrednosti vlažnosti zemljišta na bilo kom od senzora, zaustavlja se frekventni regulator, tako

što kontroler postavlja logičku nulu na digitalni izlaz, čime je završen jedan ciklus navodnjavanja.

4.3 Algoritam slanja podataka

Kako bi podaci sa senzora i statusa rada pumpe bili skladišteni na internet serveru, neophodno je da kontroler pošalje AT komande preko serijske komunikacije GSM/GPRS uređaju SIM800L. Slanje komandi se vrši nakon zadatog vremenskog intervala. Nakon isteka zadatog vremenskog intervala GSM/GPRS uređaj prikuplja trenutne podatke od senzora i statusa rada pumpe, vrši konekciju na mrežu i šalje podatke na internet server, gde se vrši obrada pristiglih podataka.

4.4 Algoritam web aplikacije

PHP (Hypertext Preprocessor) je specijalizovan skriptni jezik namenjen za izradu dinamičkih i interaktivnih web sadržaja na strani servera. PHP kod se pokreće između zahtevane stranice i web servera. PHP ne čuva podatke u sebi, pa je za to potrebna baza podataka. Baza podataka koja je u potpunosti kompatibilna sa PHP-om je MySQL(Structured Query Language). [5]

Internet aplikacija, koja je razvijena u ovom radu, se sastoji od klijentskog i serverskog dela. Serverski deo aplikacije služi za izvlačenje pristiglih podataka iz URL (Uniform Resource Locator) adrese pomoću PHP funkcije \$GET[] i čuvanje podataka u bazi podataka. Nakon prikupljanja pristiglih podataka, otvara se konekcija sa bazom podataka. Ukoliko je konekcija sa bazom podataka neuspešna, vrši se obrada greške. U slučaju uspešne konekcije sa bazom podataka, SQL komandama se unose podaci u bazu podataka.

Klijenski deo aplikacije služi za prikaz svih podataka iz baze. Otvaranjem konekcije sa bazom podataka, čitaju se svi podaci i prikazuju na UI-u (User Interface).

Obrada greške na serverskoj i klijentskoj strani ogleda se u prikazu obaveštenja korisniku na korisničkom interfejsu u vidu poruke da konekcija na bazu nije uspešna. U slučaju neuspešne konekcije na bazu podataka na klijentskoj strani, osvežavanjem internet stranice ponovo se vrši pokušaj konekcije na bazu podataka, dok se ponovni pokušaj konekcije na serverskoj strani vrši nakon slanja novih podataka sa GSM/GPRS uređaja.

5. ZAKLJUČAK

Kontrolisano zalivanje useva, kao i nadzor ovih sistema putem interneta, korišćenjem savremenih tehnologija, podstaklo je izradu ovog rada. Merenjem vlažnosti zemljišta pomoću senzora, kontroler poredi zadate i izmerene vrednosti, zatim nakon provere odlučuje o pokretanju i zaustavljanju pumpe za napajanje sistema vodom.

Nadzor i upravljanje savremenim sistemima za zalivanje se najčešće vrši pomoću SMS poruka. Uvođenjem GSM/GPRS uređaja u ove sisteme moguće je poslati podatke od značaja na internet server gde bi se vršila obrada tih podataka i prikaz istih.

U ovom radu prikazano je jedno od rešenja automatskog zalivanja. Prikazani sistem je u potpunosti funkcionalan i testiran.

Uočena mana sistema se ogleda u tome da, ukoliko je sistem postavljen na usevima blizu državnih granica, postoji mogućnost da prilikom inicijalizacije mreže sistem se poveže na mrežu stranog operatera što bi povećalo troškove daljinskog nadgledanja.

Proširenje sistema se ogleda u realizaciji merenja vlažnosti u više grana. Kako postoji mogućnost da na nekim delovima zemljišta dolazi do bržeg ili sporijeg upijanja vode, što uzrokuje i izloženost sunčevim zracima, dodavanjem elektromagnetih ventila na grane cevovodnog sistema čiju bi poziciju određivao kontroler, kao i više senzora na jednoj grani, navodnjavao bi se samo određeni deo zemljišta. Ovim bi se osigurala optimalna vlažnost na svim delovima zemljišta.

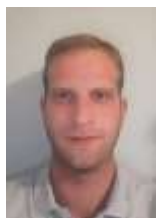
Korišćenjem industrijskih kontrolera povećao bi se nivo zaštite od spoljnih uticaja, kao i životni vek sistema.

Pored navedenog, proširenje klijentske aplikacije se ogleda u direktnom upravljanju sistemom, tj uključivanje i isključivanje pumpe preko klijentske aplikacije.

6. LITERATURA

- [1] FC28 Datasheet
- [2] Arduino Uno user manual
- [3] SIMCom, *SIM800_Hardware Design_V1.08*, Shangai, 2015.
- [4] Darko Marčetić, Marko Gecić, Boris Marčetić, *Programibilni logički kontroleri i komunikacioni protokoli u elektroenergetici*, FTN, Novi Sad, 2014.
- [5] Hugh E. Williams, David Lane, *Web Database Applications with PHP and MySQL*, O'Reilly, 2009.

Kratka biografija:



Igor Kojić rođen je u Novom Sadu 1991. god. Upisuje osnovne akademske studije na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu 2010. godine, na smeru Mehatronika. Mater akademske studije upisuje na istom fakultetu 2015. godine, na smeru mehatronika, robotika i automatizacija. Master rad je odbranio 2018. godine.

IMPLEMENTACIJA ROBOTSKE ČELIJE SA AUTOMATSKIM OPSLUŽIVANJEM 3D ŠTAMPAČA I MAŠINSKE OBRADE RADNOG PREDMETA**IMPLEMENTATION OF ROBOTIC CELL WITH AUTOMATED LOADER FOR 3D PRINTER AND MACHINE PROCESSING OF WORK OBJECT**

Nemanja Milovanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MEHATRONIKA

Kratak sadržaj – Razvijena je i implementirana konfiguracija robotske ćelije za opsluživanje 3D štampe i mašinska obrada predmeta rada, glodanjem. Opsluživanje štampe realizovano je pomoću industrijskog robota sa hvataljkom. Sa drugim industrijskim robotom koji poseduje pneumatsku glodalicu implementirana je mašinska obrada. Ispitana je funkcionalnost ćelije, i doneti su odgovarajući zaključci.

Ključne reči: Roboti, 3D štampa, PLK.

Abstract – In this paper is shown implementation and development of a robot cell configuration for serving 3D printer and machining of the workpiece by milling. Industrial robot with gripper is used for printer serving. Another industrial robot with pneumatic mill is used for machining. Functionality of the robot cell is tested and some conclusions are made.

Keywords: Robotic, 3D printer, PLC.

1. UVOD

Proces 3D štampe je relativno mlada i moderna tehnologija proizvodnje trodimenzionalnih objekata. Za sada postupak 3D štampe ima najveću primenu u kreiranju maketa odnosno prototipova delova iz razloga što dobijeni objekti u velikoj meri verno reprodukuju izgled i funkcionalnost gotovog proizvoda. Takođe, postupak 3D štampe omogućava izradu predmeta gotovo proizvoljnog oblika, a vreme izrade je kraće nego kod tradicionalnih metoda.

Postoji nekoliko različitih tehnologija 3D štampe, međutim najrasprostranjenija je tehnologija modeliranja taloženjem, ili skraćeno FDM (eng. Fused Deposition Modeling). Ova tehnologija podrazumeva istiskivanje tankog vlakna istopljene plastike kroz mlaznicu. Razvojem ove tehnologije 3D štampe postaju sve jeftiniji i rasprostranjeniji.

Međutim ova tehnologija nije savršena, da bi finalni predmet imao zamišljen oblik prvi sloj materijala se mora zalepiti za podlogu za štampanje. U protivnom dolazi do podizanja i krivljenja materijala, odnosno do odstupanja od željenih dimenzija i oblika predmeta. Da bi se rešio taj problem prvi sloj materijala predstavlja tanku adhezivnu podlogu koja okružuje predmet i time povećava kontaktnu

površinu sa podlogom za štampu. Takođe u zavisnosti od orijentacije, rupe i otvori na predmetu moraju imati potporu inače bi se istopljena plastika urušila. To znači da je predmet nakon završetka procesa 3D štampe, a pre upotrebe, potrebno obraditi i ukloniti višak materijala. 3D štampanje se više ne koristi samo za prototipe. Takođe je efikasan za proizvodnju serija proizvoda.

Zbog sve većeg broja proizvoda, razvijaju se farme 3D štampanja. Farma štampanja ili štampana ćelija je objekat od više 3D štampe koji se koristi za proizvodnju predmeta rada.

Upravljanje farmom za štampanje je zapravo iznenađujuće jednostavno i može ga održavati i nadzirati samo jedan zaposlenik punog radnog vremena. Tehnologija napreduje, pa tako i u 3D farmama, potreba da se u potpunosti automatizuje ovo postrojenje, uvode se roboti u proces opsluživanja 3D štampe.

Industrijski robot je prema Međunarodnoj organizaciji za standardizaciju definisan kao „automatsko upravljani reprogramabilni višenamenski manipulator sa tri ili više upravljanih osa, koji može biti nepokretan ili pokretan u odnosu na podlogu i koji se koristi u zadacima industrijske automatizacije“. Razlog zbog kojeg savremena industrijska proizvodnja podrazumeva primenu industrijskih robota je taj što roboti zadatke obavljaju brzo i precizno.

Takođe, za razliku od čoveka, roboti se ne zamaraju pa repetitivne zadatke obavljaju sa kontinuiranim nivoom kvaliteta. Pored navedenih ekonomskih razloga za primenu u industriji, roboti su sposobni da obavljaju i teške i opasne zadatke za čoveka. Zbog sve veće potražnje i uloge 3D štampe u svetu industrije, proizilazi da se brzina procesa izrade i kvalitet predmeta rada moraju podići na viši nivo.

Predmet istraživanja ovog master rada je implementacija 3D farme (ćelije) za proizvodnju serijskih predmeta rada, sa dodatnim obradnim centrom koji služi za odstranjivanje adhezivne podloge i potpore predmeta rada.

Automatizaciju ćelije predstavljaju dva industrijska robota, gde jedan robot uzima jedan predmet rada (prstenastog oblika) iz štampe pomoću hvataljke. Drugi, koji kao svoj alat koristi pneumatsko glodalo, vrši obradu predmeta rada, dok se predmet rada nalazi u hvataljci prvog robota.

Pored robota implementiran je PLK kao glavni (master) kontrolni uređaj.

NAPOMENA:

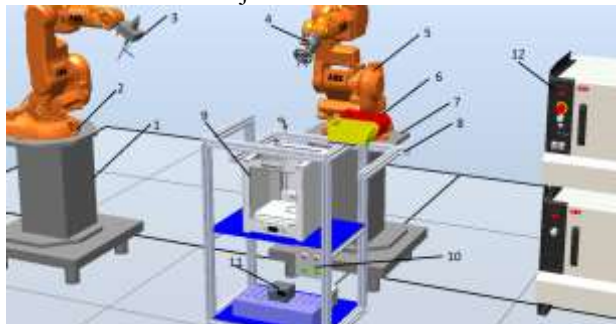
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Milutin Nikolić, docent.

2. OPIS EKSPERIMENTALNE ČELIJE

2.1. 3D model čelije

Glavne elemente čelije predstavljaju 3D štampač, dve robotske ruke sa jednim kontrolerom, programabilni logički kontroler.

Čelija koja je realizovana predstavlja minimalnu potrebnu konfiguraciju pomoću koje mogu da se istraže različiti upravljački zakoni pri opsluživanju štampača kao i prodiranje alata u određene materijale. Čelija čini mehatronički sistem, jer je sačinjena od industrijskih robota, PLK-a, 3D štampe, mašinskih, pneumatskih i elektronskih komponenti kao i odgovarajućeg upravljačkog sistema. Na fotografiji 1 je prikazan 3D model realizovane čelije.



Slika 1. 3D model čelije

Glavne elemente predstavlja 3D štampač (pozicija 9) koji pomoću procesa FDM štampanja proizvodi predmet rada. Štampač se nalazi na ramu (pozicija 8) koji je takođe spregnut sa postoljem robota 1 (pozicija 7).

Ram je impelmentiran od bošovih profila 40x40 (bosch profiles). U donjem nivou nosećeg rama je postavljen PLK (pozicija 11) sa didastičkom kutijom sa izvedenim ulazima/izlazima, napajanje 24V.

Pozicija 10 predstavlja kontrolnu tablu na kojoj su dva indikatora i dva tastera(start/stop). Pozicije 1 i 7 su postolja robota koja su spregnuta sa robotima. Pozicije 2 (robot 2) i 5 (robot 1) predstavljaju industrijske robote proizvođača ABB serije IRB 140. Na robotu 1 je postavljen troprsta pneumatska hvataljka.

Na robotu 2 je implementirana pneumatska glodalica sa glodalom prečnika Ø6 i nosačem (pozicija 3). Pozicija 6 predstavlja skladište gotovih proizvoda. Pozicija 12 predstavlja kontroler IRC5 za robote 1 i 2.

2.2. 3D štampač, industrijski robot, PLK

Štampač koji je korišćen u implementaciji je: ULTIMAKER 2+0 [1]. ULTIMAKER 2+ je unapređeni model koji ima bolji mehanizam za uvođenje materijala, četiri različite glave za precizniju ili bržu štampu i bolje hlađenje od ULTIMAKER 2.

U ovom radu su korišćena 2 robota antropomorfne konfiguracije proizvođača ABB IRB 140 [2]. Imaju po 6 zglobova i nosivost im je 6 kg i upravljaju se pomoću kontrolera IRC 5.

PLK se najviše koristi kao centralni deo upravljačkih automatskih sistema u industriji. Njegov program odnosno algoritam se može brzo i jednostavno menjati te je pogodan za brza rešenja i aplikacije. Deo je mnogih mašina i procesa u industriji, Siemens S7-1200 [3] je korišćen u projektu.

2.3. Hvataljka

Za manipulaciju predmeta rada korišćena je troprsta pneumatska hvataljka proizvođača Schunk 80-1. Hvataljka u ovoj implementaciji procesa ima dve uloge. Jedna je uzimanje gotovog proizvoda iz štampača. Pored toga, ona ujedno vrši i funkciju stege pri mašinskoj obradi sa interakcijom sa drugim robotom. Hvataljka je postavljena na robotu 1, 3D model hvataljke je prikazan na slici 3.



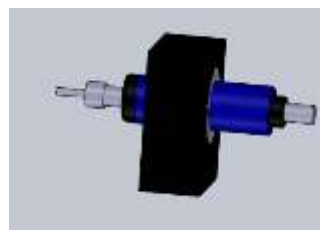
Slika 2. 3D model hvataljke

2.4. Pneumatska glodalica

Sistem za obradu predmeta rada sastojao se od:

- pneumatske glodalice
- nosača glodalice
- četvoroperog glodala za metal oznake WG / 99 prečnika šest milimetara

Vrednost radnog pritiska od 5 bara obezbeđuje optimalni kvalitet glodanja što je utvrđeno eksperimentalnim putem, a pneumatskom glodalicom se upravlja posredstvom pneumatskog razvodnika, na fotografiji 3 je prikaz 3D modela pneumatske glodalice.



Slika 3. 3D model pneumatske glodalice sa nosačem

2.5. Elektromagnetni pneumatski razvodnik

U čeliji su korišćena dva pneumatska razvodnika 5/2 monostabilna, sa električnim aktiviranjem. Jedan je korišćen za upravljanje hvataljkom, drugi pneumatski razvodnik korišćen je za upravljanje pneumatske glodalice.

Za kontrolisanje hvataljke je korišćen razvodnik sa kataloškom oznakom: CPE14-M1BH-5I-1/8, 5/2 monostabilan sa električnim aktiviranjem a za kontrolisanje pneumatskog glodala korišćen je razvodnik sa kataloškom oznakom: VUVS-I20-M52-MD-G18-F7, 5/2 monostabilan sa električnim aktiviranjem. Priključak 2 kod razvodnika je začepljen jer pneumatsko glodalo ima samo jedan priključak za vazduh pod pritiskom.

3. POSTAVKA SISTEMA I PRIPREMA ZA RAD

3.1. Modelovanje i preiprema predmeta rada za štampanje

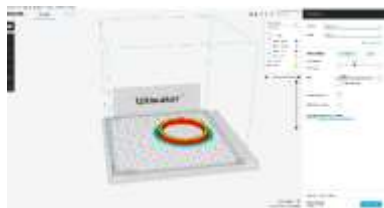
Kao predmet rada u dogovoru sa mentorom i raspoloživim komponentama u laboratoriji (hvataljke) izabran je jednostavan proizvod u obliku prstena.

Postupak izrade prstena se odvijao u tri faze:

- Izrada 3D modela

- Kreiranje G-koda
- Postupak 3D štampe

Postupak izrade G-koda je maksimalno pojednostavljen primenom pratećeg programa štampača (CURA) Ultimaker 2+, koji je ujedno i korišćen za postupak 3D štampe. Jednostavnim zadavanjem parametara kao što su vrsta materijala, brzina štampe, procenat ispune predmeta materijalom kao i parametar za prvi adhezivni sloj na kom se i bazira implemetacija jednog dela čelije, kreira se spisak potrebnih instrukcija tj. G-kod. Za izradu predmeta rada izabran je materijal PLA (PLA) i ispuna od 20 procenata a vreme potrebno da se izradi je iznosilo oko 1sat i 30 minuta, fotografija 4.



Slika 4. Predmet rada

3.2. Definisanje koordinatnih sistema

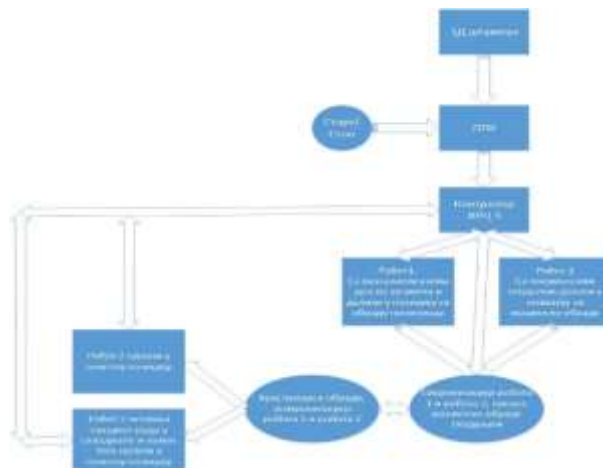
Za potrebe ovog projekta potrebno je bilo oderditi orijentaciju i rastojanje jednog robota u odnosu na drugi. Korišćena je metoda 5 tačaka kontakata, gde se i jedan i drugi robot dovode u iste tačke sa različitim konfiguracijama u zglobovima. Definisanje koordinatnog sistema alata je podrazumevalo određivanje centra vrha hvataljke, odnosno TCP-a koji predstavlja koordinatni početak koordinatnog sistema alata. Metoda izabrana za određivanje TCP-a je metoda tri tačke. Ova metoda podrazumeva navođenje robota pomoću upravljačke konzole i dodirivanje jedne fiksne referentne tačke centrom vrha hvataljke sa tri što različitiije orijentacije hvataljke.

4. REALIZACIJA UPRAVLJANJA ČELIJOM

4.1. Algoritam rada

Algoritam rada čelije prilično je jednostavan. Nakon što 3D štampač završi proces izrade predmeta rada šalje signal PLK-u da je predmet rada spreman za manipulisanje. Mikroprekidač je montiran sa zadnje strane štampača. PLK dobija signal od mikroprekidača kada se ploča na kojoj se štampa proizvod pomeri u krajnju donju poziciju štampača. Ploča je u čvrstoj vezi sa vretenom, koje predstavlja jednu od 3 ose (z-osa). PLK obradom upravljačkog signala od mikroprekidača i tastera na komandnoj tabli šalje dva signala (start/stop) IRC 5 kontroleru. Ako je poslat signal start, robot 1 izvršava program uzimanja dela iz štampača, dok robot 2 odlazi u poziciju čekanja za mašinsku obradu. Nakon pozicioniranja robota 1 u tačku, koja predstavlja da je robot 1 spreman da ima interakciju sa robotom 2, dolazi do sinhronizacije robota. U ovom delu programa izvršava se proces mašinske obrade skidanja viška materijala (adhezivne podloge) sa predmeta rada. Po završetku procesa glodanja sa predmeta rada, roboti se asinhronizuju, robot 2 ide u početnu poziciju (home position 2), robot 1 odlazi u poziciju za ostavljanje predmeta rada u skladište. Nakon što robot ostavi predmet

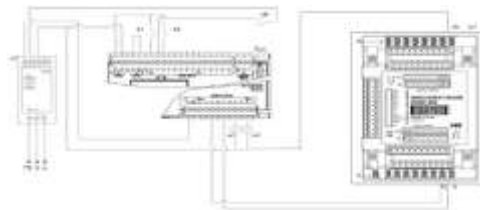
rada, robot 1 vrši kretanje u početnu poziciju (home position 1). Opisan algoritam je prikazan fotografijom 5



Slika 5. Algoritam rada

4.2. Elektro šema povezivanja PLK-a sa perifernim uređajima

Na fotografiji 6 je prikazana elektro-šema povezivanja perifernih jedinica sa PLK kao i povezivanje upravljačkih signala između PLK i ulaznog/izlaznog modula (DSQC 652) IRC 5 kontrolera. DSQC 652 predstavlja modul za povezivanje kontrolera IRC 5 sa perifernim uređajima. Kao što se vidi sa elektro šeme, na ulaz PLK su povezana 2 tastera, S1-predstavlja taster za startovanje robota, izuzimajući 3D štampač, S2 je taster za zaustavljanje kretanja robota. Pritiskanjem ponovo tastera S1 roboti nastavljaju svoje kretanje, tamo gde su bili zaustavljeni. Kada se mikroprekidač MP aktivira on predstavlja signal da je 3D štampač završio svoj proces štampanja, i uz prisutnost aktiviranog tastera S1, aktivira se izlaz PLK-a Q0.4, koji je povezan sa pinom DI9 od modula. Aktiviranjem tastera S2, aktivira se izlaz PLK-a Q0.2 koji je povezan sa pinom DI10 modula DSQC 652. Zbog 2 različita uređaja koji su međusobno povezani sa I/O, urađeno je nulovanje između uređaja. Za kontrolisanje elektromagnetnih razvodnika odnosno aktuatora korišćeni izlazi modula DSQC 652, DO2 za upravljanje pneumatske glodalice i DO7 za upravljanje pneumatske hvataljke.



Slika 6. Elektro šema povezivanja

Programiranje PLK je implementirano pomoću lader dijagrama. Softver koji je korišćen pri realizaciji programa jeste TIA-portal.

4.3. Implementacija programa za industrijske robote

U ovom poglavlju biće opisan način pisanja programa kao i funkcije koje su korišćene tokom implementacije programa. Kod je pisan u softveru RobotStudio. RobotStudio je softver proizvođača ABB, koji omogućava modeliranje, offline programiranje i simulaciju ABB robotskih sistema na standardnom PC

računar u pod windows okruženjem. Za programiranje u RobotStudiju okruženju koristi se programski jezik visokog nivoa RAPID. Pre implementiranja programa u softveru prvo je urađena priprema stanice. To podrazumeva određivanje i definisanje koordinantnih sistema: TCP-a alata kao i određivanje koordinata jednog robota u odnosu na drugi. Kreiranjem nove stanice u RobotStudiju pomoću backup-a, koji je urađen na kontroleru IRC 5 sa određenim koordinantnim sistemima dobili smo realan sistem u softveru.

Sama implementacija programa se može podeliti u 3 segmenta:

- Uzimanje predmeta rada sa robotom 1.
- Sinhronizacija robota i proces skidanja viška materijala sa predmeta rada
- Ostavljanje predmeta rada u skladište

Kontroler robota IRC 5 preko ulaznog/izlaznog modula dobija upravljački digitalni signal od PLK-a da je predmeta rada spreman za manipulisanje. Robot 1 uzima predmet rada (prsten) iz štampača pomoću pneumatske hvataljke. Hvataljka je troprstne konfiguracije sa hodom od 8mm upravljana preko elektromagnetnog pneumatskog razvodnika 5/2 koji je monostabilan. Na fotografiji 7 (levo) je prikazano uzimanje predmeta rada iz štampača. Kad su roboti 1 i 2 u pozicijama za sinhronizaciju počinje proces mašinske obrade viška materijala sa predmeta rada. Na robotu 2 je implementirana pneumatska glodalica sa glodalom prečnika Ø6. U ovom delu programa korišćena je opcija Multimove koju podržava kontroler IRC 5. Svrha Multimove [4] je da jedan kontroler upravlja sa nekoliko robota.

Evo nekoliko primera primene:

- Nekoliko robota može raditi na istom objektu u pokretnom radu.
- Jedan robot može premestiti radni objekat dok drugi roboti rade na njemu.
- Nekoliko robota može sarađivati za podizanje teških predmeta.

U ovom projektu je korišćen MultiMove za koordinirane sinhronizovane pokrete. Pošto je predmet rada prstenastog oblika robot 2 koristi MoveC kretanje, kružno kretanje. Ovim kretanjem robota 2 sa glodalom po obodu predmeta rada višak materijala se odbacuje. Proces mašinske obrade se završava kad se robot 2 vrati u početnu tačku, odakle je krenuo proces. Na fotografiji 7 (gore desno) je prikazan deo procesa mašinske obrade.



Slika 7. Prikaz delova procesa

Roboti se pri tome asinhronizuju, robot 2 odlazi u početnu poziciju, dok robot 1 vrši kretanje do skladišta predmeta rada. Skladište je u vidu industrijske kutije. Kad se robot 1 pozicionira na određenu visinu iznad skladišta hvataljka se otvara i predmet rada upada u kutiju, zatim se i robot 1 vraća u početnu poziciju. Na fotografiji 7 (dole desno) je prikazan jedan detalj ostavljanja predmeta rada u

skladište. Time se završio proces opsluživanja 3D štapača i mašinska obrada predmeta rada.

5. ANALIZA REZULTATA I ZAKLJUČAK

Nakon što je završeno pisanje koda robot je nekoliko puta pušten kroz ceo ciklus, kako bi se utvrdilo da je kod pravilno napisan i da ne dolazi do nepredviđenog ponašanja robota. Prvih nekoliko testiranja su rađena u ručnom režimu i malim brzinama kretanja robota. Ovo testiranje je izvršeno kako bi se izvršila korekcija putanja zbog grešaka koje su proizišle prilikom određivanja koordinantnih sistema, deformacija u robotskoj strukturi i mehaničkim tolerancijama. Posle korekcija putanja sledeća testiranja su urađena u automatskom režimu. Greške u pozicioniranju su bile zanemarljive i nisu uticale na kvalitet obrade predmeta rada.

Ako cena tehnologije 3D štampe nastavi da opada, zasigurno će u budućnosti takav način proizvodnje postajati sve zastupljeniji. To znači da bi se jedan sistem kao što je obrađen u ovom zadatku mogao dodatno unaprediti i primeniti za obradu u nekom budućem sistemu.



Slika 8. Prikaz realizovane eksperimentalne ćelije

6. LITERATURA

- [1] ULTIMAKER 2+, <https://ultimaker.com/download/7385/UserManual-UM2-v2.1.pdf>
- [2] ABB IRB 140, <http://isa.uniovi.es/~jalvarez/abb/en/3HAC027400-en.pdf>
- [3] SIEMENS S7-1200, https://cache.industry.siemens.com/dl/files/465/36932465/att_106119/v1/s71200_systemmanual_en-US_en-US.pdf
- [4] http://serioussurvivor.com/wp-content/uploads/2017/03/MultiMove-3HAC021272-001_RevH_en.pdf

Kratka biografija:



Nemanja Milovanović rođen je u Valjevu 1993. Diplomirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2016. god. Oblast interesovanja su industrijski roboti.

JEDNO OD REŠENJA ZA PARTICIONISANJE CENTRALNE PROCESORSKE JEDINICE SA VIŠE JEZGARA**ONE SOLUTION FOR PARTITIONING MULTICORE CENTRAL PROCESSING UNIT**

Milan Boberić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast –MEHATRONIKA

Kratak sadržaj – U ovom radu predstavljena je implementacija i optimizacija sistema za particionisanje centralne procesorske jedinice sa više jezgara. Sistem se sastoji iz UltraZed-EG ploče na kojoj je implementiran Xen Hypervisor kao sistem za particionisanje. Xen Hypervisor je virtuelni sloj koji koristi postojeći operativni sistem (host) koji mu omogućava pristup memoriji, prekidima i drugim resursima i omogućava kreiranje virtuelnih jezgara koja se po instrukcijama korisnika mogu raspoređivati na fizička jezgra. Dat je akcenat na real-time particionisanje i optimizaciju Xen Hypervisora u cilju poboljšanja performansi.

Ključne reči: Particionisanje centralne procesorske jedinice, Xen Hypervisor, virtualizacija, UltraZed-EG

Abstract – This master thesis presents the implementation and optimization of a system for partitioning a multicore central processing unit. The system contains an UltraZed-EG board on which Xen Hypervisor is implemented as the partitioning system. Xen Hypervisor is a virtual layer which uses the existing operative system (host) to access memory, interrupts, and other resources and allows creation of virtual cores which can be scheduled across physical cores. Accent is given on real-time partitioning and Xen Hypervisor's optimization in order to improve its performance.

Keywords: Central processing unit partitioning, Xen Hypervisor, virtualization, UltraZed-EG

1. UVOD

Particionisanje centralne procesorske jedinice sa više jezgara znači podela grupe jezgara ili pojedinačnih jezgra za specijalnu upotrebu jedne ili više aplikacija. Svaka sekcija se ponaša kao zaseban sistem sa promenljivim stepenom fleksibilnosti raspodele. Real-time particionisanje sistema opisuje izloženost hardvera i softvera real-time ograničenjima, na primer od nekog događaja do reakcije sistema na taj događaj, real-time programi moraju garantovati reakciju sistema u određenom vremenskom intervalu.

Jedan od sistema za particionisanje jeste Xen Hypervisor. U ovom radu je opisana implementacija Xen Hypervisora sistema za particionisanje kao i poređenje performansi sistema sa i bez Xen Hypervisora na ploči UltraZed-EG kao i na ploči ZedBoard.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Vladimir Rajs, docent.

Pored drugih hypervisor-a kao što su: VMware, ESXi, Hyper-V, KVM, itd. Xen Hypervisor ima cenu, performance i sigurnost da parira najboljim na svetu. Ima deset godina iskustva u radu sa najvećim cloud-ovima na svetu. Siguran je, stabilan i proveren izbor za virtualizaciju koji koriste giganti u industriji kao što su: Amazon, Rackspace, Verizon, itd.

2. HARDVER

U okviru projekta koristi se UltraZed-EG ploča sa nosačem kartice. UltraZed-EG SOM (system on module) je visoko fleksibilan, robustan system-on-module baziran na Xilinx Zynq UltraScale+MPSoC. UltraZed-EG omogućava lak pristup ka 180 I/O pinova, 26 PS MIO pinova i četiri PS GTR transivera velike brzine sa četiri GTR referentna klock ulaza koja imaju tri I/O konektora na poledini modula. Takođe sadži Quad-core Cortex A53, Dual-core Cortex-R5 real-time procesor i ARM MALI 400MP GPU gde su 4 jezgra Cortex A53 procesora na raspolaganju za virtualizaciju. Na slici 1 je prikazan izgled ploče.

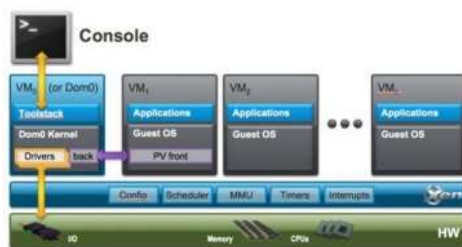


Slika 1 - Izgled UltraZed-EG ploče [1]

3. XEN HYPervisor U LINUX OPERATIVNOM SISTEMU

Xen je virtuelni sloj kao što je prikazano na slici 2. Na osnovu virtuelnih mašina (VM) i podešavanja Xen Hypervisora, VM-e se raspoređuju po fizičkim jezgrima (pCPU) i imaju pristup određenim delovima fizičkog hardvera u zavisnosti od passthrough-a.

U ovom slučaju host tj. dom0 je PetaLinux, Xen guests su totalno izolovani od hardvera i nemaju pristup ni hardveru niti I/O funkcijama i nazivaju se domU. Xen Hypervisor neće funkcionisati bez dom0 koji je prva virtuelna mašina koju sistem pokrene.



Slika 2 - Primer arhitekture Xen Hypervisor-a [2]

Tipovi particionisanja Xen Hypervisor-a su:

- soft
- hard
- particionisanje sa null *scheduler-om*.

U ovom radu je korišteno particionisanje sa null *scheduler-om*, ovaj tip particionisanja daje najbolje performanse i najmanji *jitter*. U ovom načinu particionisanja svako virtuelno jezgro (vCPU) je striktno mapirano jedan na jedan sa odgovarajućim pCPU. Ostali tipovi particionisanja se zasnivaju na raspoređivanju vCPU-a na pCPU-e na osnovu prioriteta što zahteva korišćenje određenog sistema za raspoređivanje (*scheduler-a*).

4. BUILD XEN HYPERVISOR-A SA PETALINUX-OM

PetaLinux alat poseduje sve neophodne stvari za prilagođavanje, build-ovanje i razvijanje embedded linux rešenja na Xilinx sistemima. Prilagođen je da ubrza produktivnost dizajna, ovo rešenje i Xilinx alat za dizajniranje hardvera u mnogome olakšavaju razvoj Linux sistema za Zynq UltraScale+MPSoC, Zynq-7000 SoC i MicroBlaze. PetaLinux 2018.2 je korišten u ovom radu.

Zahtevi računara za instalaciju PetaLinux-a: 8GB RAM (preporučeni minimum za Xilinx alate), 2GHz CPU clock ili ekvivalentni (minimum 8 jezgara), 100GB slobodnog prostora na hard disku, operativni sistem: (Red Hat Enterprise Workstation/Server 7.2, 7.3, 7.4 (64-bit), CentOS 7.2, 7.3, 7.4 (64-bit) ili Ubuntu Linux 16.04.3 (64-bit) koji je izabran u ovom radu), root pristup nekim operacijama. PetaLinux alati trebaju biti instalirani kao non-root user, PetaLinux zahteva razne standardne razvojne alate i biblioteke koje moraju biti instalirane na Linux host-u. U tabeli 1 prikazan je tok razvoja Xen Hypervisor-a korišćenjem PetaLinux alata [6].

Tabela 1 - Tok dizajna [6]

Koraci prilikom dizajniranja	Alat / Proces rada
Pravljenje hardware platforme	Vivado
Pravljenje PetaLinux projekta	petalinux-create -t project
Inicijalizovanje PetaLinux projekta	petalinux-config --get-hw-description
Konfigurisanje system-level opcija	petalinux-config
Pravljenje korisničkih komponenti	petalinux-create -t COMPONENT

Konfigurisanje Linux kernel	petalinux-config -c kernel
Konfigurisanje Root FileSystem-a	petalinux-config -c rootfs
Build-ovanje sistema	petalinux-build
Sistem deployment	petalinux-package
Testiranje sistema	petalinux-boot

5. PRIPREMA ZA BOOT-OVANJE PETALINUX IMAGE-A NA ULTRAZED PLOČI SA SD KARTICOM

Preduslovi:

- instalirano PetaLinux radno okruženje
- instaliran board support package (BSP)
- serijska komunikacija je podešena sa *baudrate-om* 115200
- UltraZed je podešen za boot-ovanje sa SD kartice, podesiti prekidače (*boot mode switches SW2*) na OFF-ON-OFF-ON

6. KORACI ZA BOOT-OVANJE PETALINUX-A NA HARDVER SA SD KARTICOM

1. Ubaciti SD karticu u računar
2. Na karticu kopirati sledeće fajlove, ovi fajlovi se nalaze u direktorijumu
<path_to_project>/images/linux:
 - BOOT.bin
 - Image
 - system.dtb
 - xen.ub
 - rootfs.cpio.gz.u-boot
3. Povezati serijski port ploče sa računarom
4. Otvoriti terminal na računaru (Putty, Kermit, minicom, gterm, itd.) i podesiti baud rate na 115200
5. Isključiti ploču
6. Postaviti boot mode preko prekidača na ploči kao što je opisano u prethodnoj sekciji
7. Ubaciti SD karticu u ploču
8. Uključiti ploču
9. Obratiti pažnju na terminal, pojaviće se boot poruke

Kada dom0 završi boot-ovanje može se pristupiti kreiranju jednostavnog domU *guest-a*. Potrebno je kopirati *guest Image* u dom0 *filesystem*, može se koristiti *prebuilt* PetaLinux Image kao domU *guest*. Svaki domU ukoliko se koristi *bare-metal* aplikacija, koja se kreira u Xilinx SDK random okruženju, mora imati .bin i .cfg fajlove. Fajl sa ekstenzijom .bin sadrži samu *bare-metal* aplikaciju i generiše se u Xilinx SDK random okruženju a .cfg fajl sadrži potreba podešava za Xen Hypervisor [4].

Primer .cfg fajla:

```
#Guest name
name = "bm1"
# Kernel image to boot
kernel = "ultraled.bin"
# Kernel command line options - Allocate 8MB
memory = 8
# Number of VCPUS
vcpus = 1
# Pin to CPU 2
cpus = [2]
irqs = [ 48 ]
iomem = [ "0xff0a0,1" ]
```

Da bi domU imao pristup na primer *UART-u* i *GPIO* ubačen je *passthrough* dodatkom u *device-tree* pre build-a [3]:

```
&uart1{
    xen,passthrough=<0x1>;
};

&gpio{
    xen,passthrough=<0x1>;
};
```

Nakon pozicioniranja u direktorijum sa .bin i .cfg fajlovima za kreiranje domU, koji će biti pokrenut samo na trećem jezgru, korištena je sledeća komanda:

```
$ xl create -c example-simple.cfg
gde je example-simple.cfg konfiguracioni fajl. Konzola
guest-a se može napustiti sa Ctrl+J. U dom0 konzoli se
mogu izlistati trenutni domU komandom:
$ xl list
```

Vraćanje u konzolu guest-a može se uraditi komandom:

```
$ xl console <ime-guest-a>
```

A domU može biti isključen komandom:

```
$ xl destroy <ime domU-a >
```

7. "OVERHEAD" XEN HYPERVERSOR-A

Ovo poglavlje se bavi optimizacijom performansi Xen Hypervisor-a kao i upoređivanjem jitter-a bare-metal aplikacije "pod" Xen Hypervisor-om gde je CPU na kom je host tj. dom0 PetaLinux stresiran na 100% opterećenja i bare-metal aplikacije koja se sama spušta na ploču bez Xen Hypervisor-a.

Xen Hypervisor podržava više različitih *scheduler-a* tj. sistema za rapoređivanje *vCPU-ova*. Posao hypervisor scheduler-a jeste da donosi odluke koji *vCPU* od brojnih *vCPU-ova* različitih VM će biti pokrenut na *pCPU-ima* i u koje vreme. Takođe je podržana opcija postojanja više različitih aktivnih *scheduler-a* u odvojenim grupama *pCPU-a* koji se nazivaju *cpu-pool-ovi*.

CPU-pool-ovi omogućavaju odvajanje fizičkih *CPU-a* u odvojene grupe pod nazivom *cpu-pool*. Svaki pool sadrži svoj potpuno odvojeni *scheduler*. *Domain-i* su dodeljeni *pool-ovima* pri kreiranju i mogu biti premeštani iz jednog *pool-a* u drugi.

Tipovi Xen Hypervisor scheduler-a [4]:

- *Credit Scheduler* – koji je opšte namene i podešen je po default-u
- *Credit2 Scheduler* – je naslednik *Credit Scheduler-a*, skalabilniji je i bolji je sa opterećenjima osetljivim na "latency" ali je pored toga baziran na kao *scheduler* opšte namene
- *RTDS Scheduler* – je *real-time scheduler* koji služi za podršku *real-time* opterećenja u *cloud-u* kao i za embedded i mobilnu virtualizaciju
- *ARINC653 Scheduler* – je embedded (automobilska i avio industrija) *real-time scheduler*
- *Null Scheduler* – koji je korišten u ovom radu jer poseduje najbolje performanse jer nema *scheduler-a* tako da nema "donosenja odluka" i pomeranja *vCPU-ova* po *pCPU-ima* što dodatno smanjuje vreme, svaki *vCPU* je dodeljen određenom *pCPU-u*.

U ovom radu *bare-metal* aplikacija je programirana da uključuje i isključuje tj. da trepće PS LED na UltraZed carrier card-u na osnovu čega se meri *jitter*.

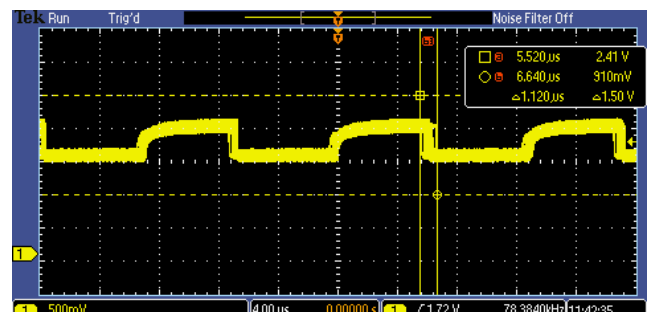
Da bi se postigle najbolje performanse, najmanji overhead i najmanji interrupt latency ubačene su sledeće komande u xen-overlay fajl kao xen-bootargs [5]:

```
sched=null
vwfi=native
```

sched=null isključuje default Credit scheduler čime se dobija najniži overhead.

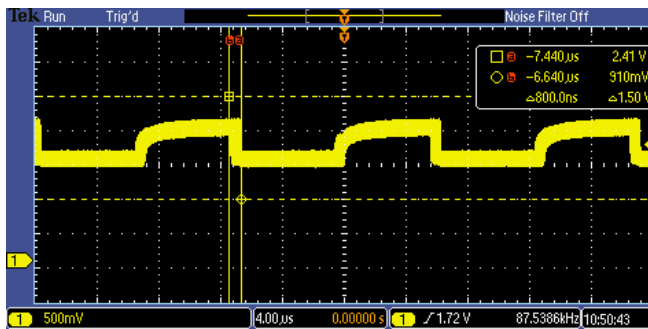
vwfi=native, gde *vwfi* znači *virtual wait for interrupt* tj. čekanje na virtuelni prekid, kada je postavljeno na „native“ smanjuje *interrupt latency* približno 60% jer Hypervisor tada ne zadržava *wfi* i *wfe* komande koje su instrukcije ARM procesora za „sleep“, podrazumevano tj. default podešavanje za *vwfi* je „trap“. DEBUG opcija je takođe isključena, kada je uključena daje mnogo korisnih poruka i proveru po ceni povećanog *latency-a*.

Kao što je prikazano na slici 4, jitter meren osciloskopom je 1,120 µs na UltraZed-EG ploči sa Xen Hypervisor-om.



Slika 3 - Jitter sa Xen Hypervisor-om

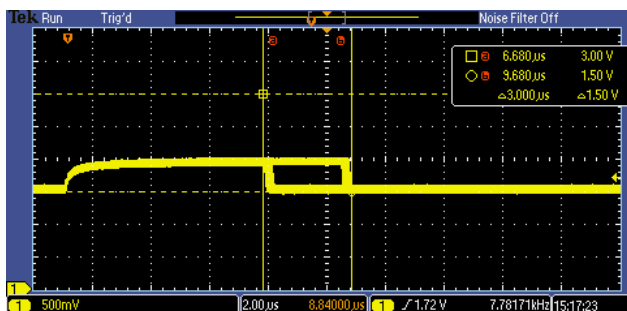
Na slici 4 je prikazan *jitter* meren osciloskopom na ploči UltraZed-EG gde je *bare-metal* aplikacija za treptanje PS LED-a spuštena na ploču preko JTAG-a, naravno bez Xen Hypervisora, iz Xilinx SDK radnog okruženja. *Jitter* iznosi 800 ns.



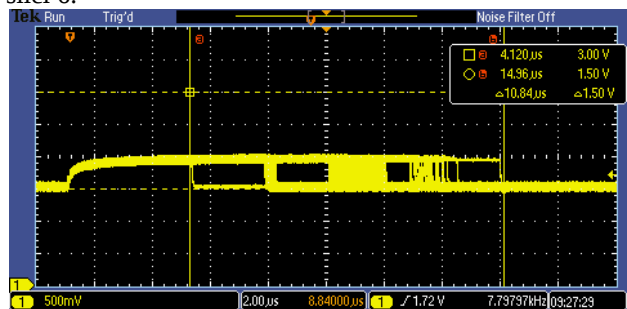
Slika 4 - Jitter bez Xen Hypervisor-a

Jitter ostaje isti prilikom stresiranja CPU-a na kom se nalazi dom0.

Izvršeno je testiranje sa aplikacijom koja pored uključivanja i isključivanja LED-a postavlja neke vrednosti i generiše tajmer interrupt svakih 10 μ s. Izmeren je jitter od 3 μ s što ukazuje da se Xen Hypervisor ima prevelik overhead da bi se koristio u sistemu za *real-time* simulacije, *real-time signal processing*, itd. Smanjenjem frekvencije interrupt-a na 15 μ s jitter se smanjuje na vrednost od 1,120 μ s što ukazuje na problem pri generisanju interrupt-a visoke učestanosti. Na slici 5 prikazan je jitter pri frekvenciji interrupt-a od 10 μ s.



Slika 5 - Jitter sa aplikacijom koja generiše interrupt-e. Takođe je izvršeno merenje korišćenjem iste aplikacije i *default credit scheduler*-a gde je dobijen jitter od 10 μ s pri frekvenciji interrupt-a od 10 μ s što je i prikazano na slici 6.



Slika 6 - Jitter sa *credit scheduler*-om i aplikacijom koja generiše interrupt-e

8. ZAKLJUČAK

Dat je kratak pregled *real-time* particionisanja kao i njegova podela. Primećen je porast u potražnji *real-time* sistema sa sistemom za particionisanje. Objašnjen je *overhead* i *jitter* čije će se vrednosti smanjivati primenom određenih dodataka.

Dati su zahtevi računara za build-ovanje. Predstavljen je PetaLinux kao *host* tj. dom0 Xen Hypervisor-a. Objašnjen je proces build-ovanja korišćenjem PetaLinux-a kao i potrebna podešavanja za pokretanje sa SD kartice. Takođe opisuje pokretanje jednostavnog *guest*-a tj. domU-a i CPU pinning koji je veoma bitan za *real-time* particionisanje.

Izvršeno je upoređivanje jitter-a bare-metal aplikacije sa i bez Xen Hypervisor-a. Predstavljene su vrste sistema za raspoređivanje tj. vrste scheduler-a gde je ustanovljeno da null scheduler daje najbolje rezultate.

Izmeren je jitter na aplikaciji koja uključuje i isključuje LED velikom brzinom gde je otkriveno da je jitter Xen Hypervisor-a izmeren osciloskopom 1,120 μ s. Predstavljene su rezultati merenja izvršavanja aplikacije koja pored uključivanja i isključivanja LED-a generiše tajmer interrupt svakih 10 μ s. Zaključeno je da su najbolji rezultati dobijeni korišćenjem null scheduler-a i *vwfi=native* komande.

Nakon iznetih rezultata može se primetiti značajan overhead Xen Hypervisor-a pri konstantnom generisanju interrupt-a te se kao poboljšanje predlaže dodatna optimizacija performansi u slučaju interrupt-a koji se generiše na svakih 10 ili manje od 10 μ s.

4. LITERATURA

- [1] Donny Saveski. (2018, Sep.) zedboard.org. [Online]. <http://zedboard.org/sites/default/files/documentations/5264-UG-AES-ZU3EGES-1-SOM-G-v1-1-V1.pdf>
- [2] Xilinx. (2018, Sep.) wiki.xilinx.com. [Online]. https://wiki.xilinx.com/wiki/Xen_Project_Software_Overview
- [3] Xilinx. (2018, Sep.) wiki.xilinx.com. [Online]. <http://www.wiki.xilinx.com/Building%20Xen%20Hypervisor%20with%20Petalinux%202018.1>
- [4] xenproject.org. (2018, Sep.) wiki.xenproject.org. [Online]. https://wiki.xenproject.org/wiki/Xen_Project_Schedulers
- [5] Stefano Stabellini. (2018, Sep.) xenproject.org. [Online]. <blog.xenproject.org/author/stefano-stabellini/>
- [6] Xilinx. (2018, Sep.) xilinx.com. [Online]. https://www.xilinx.com/support/documentation/sw_manuals/xilinx2018_2/ug1144-petalinux-tools-reference-guide.pdf#nameddest=PetaLinuxToolsInstallationSteps

Kratka biografija:



Milan Boberić rođen je u Zrenjaninu 1994. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mehatronike odbranio je 2018.god. kontakt: milanboberic94@gmail.com

PROJEKTOVANJE HIDRAULIČNOG SISTEMA INDUSTRIJSKIH KOČNICA VITLA DESIGNING THE HYDRAULIC SYSTEM OF INDUSTRIAL WINCH BRAKES

Boris Timko, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MEHATRONIKA

Kratak sadržaj – U ovom radu je obrađena primena hidraulike na kočnice vitla. Na osnovu principa rada isprojektovan je hidraulični sistem koji zadovoljava sve njene zahteve.

Ključne reči: Zbornik FTS, Studentski radovi, hidraulični sistemi, kočnice vitla

Abstract – In this paper we went through analyse and design of hydraulic system applied on industrial disc brakes.

Keywords: Proceedings of the FTS, Student papers, hydraulic systems, industrial disc brakes

1. UVOD

U današnje vreme, globalizacija, internet i stalna želja za ekonomskim rastom izazvala je veliki rast transporta robe i postalo je izuzetno važno prebaciti određenu robu s jednog mesta na drugo u što kraćem vremenu. Transport robe ne znači samo prevoz sa jednog mesta na drugo nego i njen utovar i istovar.

Zbog smanjenja vremena utovara i istovara, pogotovo velikih količina, ljudi su uvideli potrebu za određenim standardom pakovanja što je kroz istorijski razvoj dovelo da danas jako poznatih ISO kontejnera. Njihov broj svakodnevno raste i procenjuje se da je njihov broj par desetina miliona na svetu.

Tako veliki broj je povukao ravo luka, brodova i opreme za njihovo rukovanje. Iz sigurnosnih razloga na kranovima mora biti instaliran sistem kočenja. Takvi sistemi moraju biti jako pouzdani jer ako i oni otkazu posledice su jako velike u materijalnom smislu.



Slika 1. Sistem kočenja vitla

NAPOMENA:

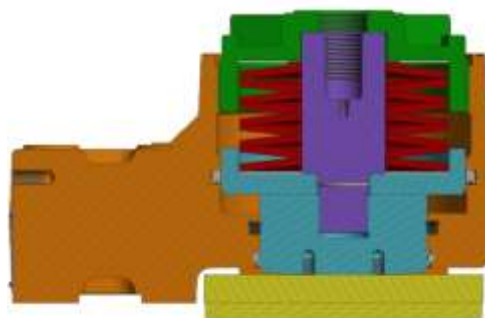
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Mitar Jcanović, vanr. prof.

2. KONSTRUKCIJA KOČNICA VITLA

Svi sigurnosni sistemi teže da budu što jednostavniji kako bi bilo što manje mesta gde sistem može zakazati. Konstrukcija mora biti što robusnija a upravljački sistem što jednostavniji a pritom jako dobro isprojektovan kako bi zadovoljio sve potrebe sistema. Konstrukcija kočnica je uglavnom jako prosta kako bi se obezbedila što veća pouzdanost.

Glavni delovi kočnice su:

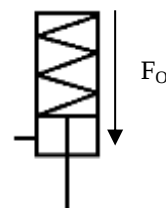
- Telo kočnice koji je uglavnom odlivak legure čelika
- Opruge kao generator sile kočenja. Sile koje generišu opruge su uglavnom jako velike pa je upotreba hidraulike za njeno savladavanje neophodna. Hidraulični cilindar zbog svoje proste konstrukcije može lako da se integriše u kočnicu a svojim karakteristikama može da se odupre velikim silama na opruzi.
- Klip koji služi za sabijanje opruge
- Kočione obloge koje silom trenja zaustavljaju disk.



Slika 2. Konstrukcija kočnice

3. PRINCIP RADA

Svi kočioni sistemi na kranovima uglavnom rade na principu kočenja pomoću opruge a rasterećuju se pomoću hidrauličnog cilindra. Kočnica je svojom konstrukcijom zapravo kao cilindar jednosmernog dejstva sa oprugom za izvlačenje. Od sile opruge direktno zavisi i sila kočenja.

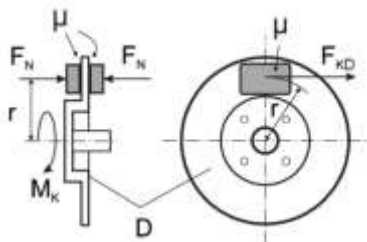


Slika 3. Princip rada kočnice

Opruge generišu silu F_0 koja se prenosi preko kočionih obloga na disk i pravi silu stezanja $F_N = 2 \times F_0$.

U zavisnosti od koeficijenta trenja μ dobijamo silu kočenja $F_{KD} = F_N \times \mu$.

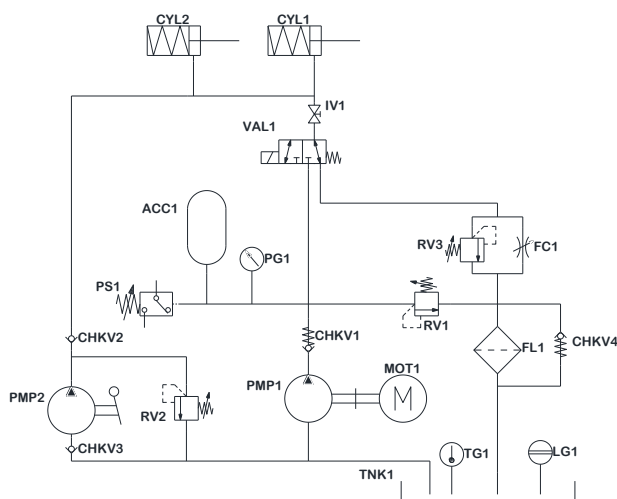
U zavisnosti od prečnika diska r dobijamo moment kočenja $M_K = F_{KD} \times r$.



Slika 4. Sile koje deluju na disk

4. HIDRAULIČNI SISTEM

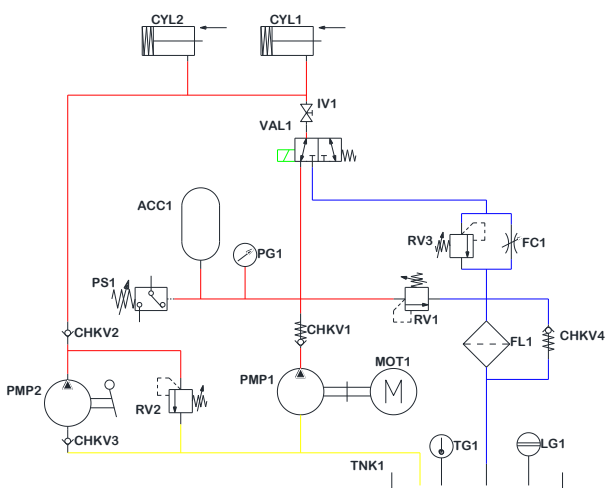
Da bi se projektovao hidraulični sistem potrebno je dobro sagledati zahteve koji se od njega zahtevaju. Prilikom definisanja rada, treba voditi računa o mogućim nepredviđenim stanjima u koje sistem može da zapadne.



Slika 5. Sile koje deluju na disk

4.1. Režim otkočivanja

Aktivacijom špulne ravnodnog ventila VAL1 dovodimo sistem u režim otkočivanja. Hidraulični cilindri dolaze u krajnji uvučeni položaj i sabijaju oprugu.



Slika 6. Hidraulični sistem u režimu otkočivanja

U sistemu postoji deo koji nam služi za akumulaciju ulja pod pritiskom koji prilikom aktivacije komandnog ventila direktno deluje na cilindar i ubrzava vreme uvlačenja. Kada se da komandni signal za otkočivanje postoji određeno kašnjenje startovanja motora koji pokreće uljnu pumpu i vreme za koje uljna pumpa napravi određeni pritisak u sistemu. Akumulator nam pomaže da imamo trenutno dejstvo i premostimo to vreme zadržke uljne pumpe.

4.2. Režim mirovanja

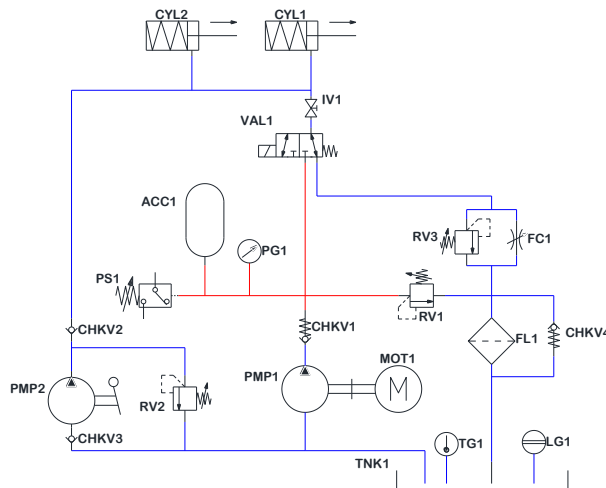
Kada se u sistemu stvori zadati pritisak, davač pritiska (PS1) prekine napajanje motora i sistem prelazi u sistem mirovanja. Špulna razvodnika (VAL1) je i dalje aktivna.

Kako hidraulične komponente nisu savršene one imaju propuštanje određene količine ulja u zatvorenom stanju. To propuštanje ulja nije poželjno jer automatski dolazi do približavanja pakni disku i neželjenog kočenja. Zbog te pojave akumulator nam takođe služi da nadoknadi propuštenu količinu ulja. Ako se sistem ređe pali, akumulator će se isprazniti i tada će se aktivirati davač pritiska koji će uključiti pumpu koja će ponovo napraviti potreban pritisak.

Tako dolazimo do jednog ciklusa održavanja kočnice u režimu mirovanja.

4.3. Režim kočenja

Deaktivacijom špulne razvodnika (VAL1) ulje kreće iz cilindra u rezervoar preko regulatora pritiska (RV3) i regulatora protoka (FC1). Obloge dodiruju disk i kreće kočenje.



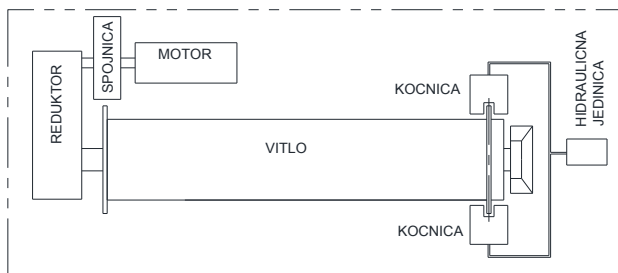
Slika 7. Hidraulični sistem u režimu kočenja

Kako u zakočenom položaju imamo određen razmak između diska u režimu kočenja to rastojanje je samo vremenski trošak i taj hod treba što pre preći kako bi se ubrzalo kočenje.

Regulator pritiska (RV3) nam omogućuje da podesimo pritisak tako da se kočiona obloga skoro priljubi uz disk bez ograničenja protoka a kada se taj pritisak postigne krene sa kontrolisanim protokom preko regulatora protoka (FC1) i time postignemo „meko“ kočenje bez udara na disk.

5. DEFINISANJE POTREBNIH PARAMETARA

Prilikom dimenzionisanja moramo znati potrebne parametre sistema kao što su pritisak, protok i vreme akcije. U daljoj analizi uzećemo sistem koji se sastoji od jednog vitla, jednog diska, dve kočnice i jedne hidraulične jedinice.



Slika 8. Plan sistema

Potrebni parametri:

- Sila jedne opruge u otkočenom stanju $F_2=115\text{kN}$
- Sila jedne opruge pri kočenju $F_1=100\text{kN}$
- Brzina kočenja $t_k=0,3\text{s}$
- Brzina rasterećenja $t_r=1\text{s}$
- Površina klipa $A=12743\text{mm}^2$
- Maksimalan hod klipa $l_{\max}=13\text{mm}$
- Rastojanje između diska i kočione obloge $h=1\text{mm}$
- Dužina creva od jednog cilindra $l_c=1.5\text{m}$

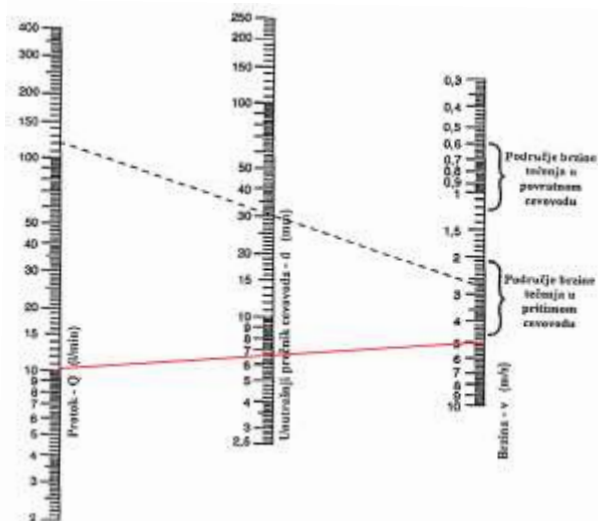
5.1. Dobijene vrednosti

- Potreban pritisak p_1 za savladavanje sile F_1 je 78,5 bar
- Potreban pritisak p_2 za savladavanje sile F_2 je 90,2 bar
- Zapremina ulja V_{uk} je 51cm^3
- Maksimalno vreme za rasterećenje je 1s pa je potreban protok Q_r je 3,06 l/min
- Brzina kočenja mora zadovoljiti 0,3s pa je protok ulja prilikom kočenja Q_k je 10,2 l/min
- Maksimalna količina ulja u kočnicama $V_{ukoč}$ je 663cm^3

6. USVAJANJE KOMPONENTI

6.1. Usvajanje vodova hidrauličnog fluida

Prečnik cevovoda možemo lako odrediti sa nomograma kao na slici 9. jer imamo zadat maksimalan protok od 10,2l/min.

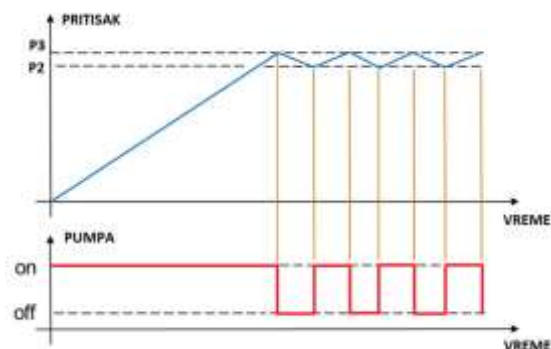


Slika 9. Nomogram za određivanje hidrauličnog creva

Preporučena brzina strujanja ulja kroz cevovod za pritiske ispod 100bar za potisni vod je od 4,5 do 5 m/s. Ukupna zapremina ulja u crevima je 193cm^3 .

6.2. Usvajanje davača pritiska

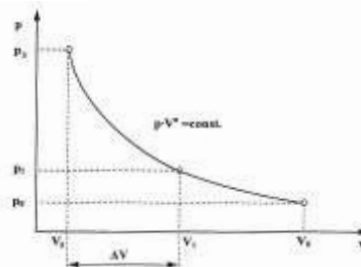
Zbog unutrašnjih curenja hidrauličnih komponenti, ulje će krenuti da se sliva u rezervoar i kočione obloge će krenuti da se približavaju disku. To se ne sme dozvoliti pa se davač pritiska mora tako podesiti da aktivira pumpu pre nego što cilindar krene da se spušta. Davači pritiska uglavnom imaju histerezis od oko 10% od prekidačkog pritiska pa se on u našem sistemu mora podesiti na pritisak oko 100bar.



Slika 10. Dijagram rada davača pritiska

6.3. Usvajanje akumulatora

Hidraulični akumulatori služe da predaju određenu količinu fluida pod pritiskom u sistem. U hidrauličnim sistemima se mogu koristiti za obavljanje raznih funkcija a u našem sistemu ćemo razmatrati funkciju akumulaciju energije i kompenzaciju isteklog ulja. Konstrukciono postoje nekoliko tipova ali mi ćemo koristiti hidro-pneumatski tip sa gumenim mehom kao razdelnim elementom.



Slika 11. Dijagram promene $p - V$ kod akumulatora

6.3.1. Za akumulaciju energije

Kako bi smanjili veličinu pumpe a samim tim i elektromotora možemo postići dodavanjem akumulatora u sistem kao elementa koji ima određenu količinu ulja pod pritiskom. U režimu otkočivanja potrebno je da kočnica pomeri za 1mm što smo izračunali da je potrebno 51cm^3 sa pritiska p_1 na p_2 . Kako nam je pritisak isključivanja p_3 i dodatna količina koja se dodaje u sistem oko 1cm^3 , ukupna količina ulja koja je potrebna da se sa pritiska p_1 dodje do p_3 je 52cm^3 . Ako uzmemo da se pola ciklusa uradi sa akumulatorom a pola sa pumpom dobijemo da je potrebno oko 26cm^3 ulja. Kako je potrebno da se proces obavi za 1s što je manje od 1min pa je proces sabijanja/ekspanzije gasa adijabatski gde ne dolazi do razmene toplote gasa sa okolinom. U toku rada temperatura u sistemu se menja pa se pritisak pretpunjenja mora korigovati zbog temperaturne zavisnosti gasa i on iznosi $p_{op}=63\text{bar}$.

Potrebna zapreminu akumulatora je $V_0=191\text{cm}^3$. Zbog neidealnih gasova koji se koriste u industriji, ponašanje azota u akumulatoru je drugačije pa moramo uzeti korekcionni faktor. Stvarna potrebna zapremina akumulatora da se ceo ciklus izvrši pomoću akumulatora je $V_{os}=220\text{cm}^3$. Uzećemo prvu standardnu vrednost akumulatora od 200cm^3 što daje realnih 174cm^3 . Sa ovim akumulatorom imaćemo upotrebljivu količinu ulja od $\Delta V_1 \approx 23\text{cm}^3$.

6.3.2. Za kompenzaciju isteklog ulja

Hidraulične komponente imaju unutrašnje curenje od oko $0,15\text{cm}^3/\text{min}$. U našem sistemu pad pritiska dolazi zbog curenja na RV1, CHKV1, CHKV2. Što znači da imamo manju količinu ulja od oko $0,5\text{cm}^3/\text{min}$. U ranije dobijenom računu smo dobili da kada pumpa dostigne pritisak p_3 i isključi se da bi se ponovo uključila treba da iscure oko 1cm^3 ulja. Što bi u našem slučaju bilo na svaka dva minuta. Kako imamo akumulator u sistemu pumpa će se ređe uključivati jer će akumulator nadoknaditi iscurilo ulje. U ovom režimu rada gas se ponaša prema izotermnom procesu gde se proces kompresije i ekspanzije gasa odvija polako uz potpunu razmenu toplote gasa sa okolinom. Kako imamo brzo punjenje akumulatora po adijabatskom procesu a u stanju mirovanja je pražnjenje po izotermnom procesu, količina ulja koje akumulator može da preda je $\Delta V_2=14\text{cm}^3$.

6.3.3. Prelazak između dva režima

Najnepovoljniji slučaju je da je akumulator u režimu kompenzacije isteklog ulja na kraju ciklusa, a kočnica treba da se otkoči. U ovom slučaju imamo prelazak i izotermnog u adijabatski režim i količina ulja koju akumulator može da preda je $\Delta V_3=13\text{cm}^3$. Ovim smo dobili da pumpa mora da nadoknadi preostalu količinu od 39cm^3 .

6.4. Usvajanje pumpe i elektromotra

Najrasprostranjeniji elektromotori koji se koriste u industriji su asinhroni elektromotori koji su konstrukcijski jednostavni i pouzdani. Snaga tih motor je standardizovana i kreće od $0,12\text{kW}$ pa naviše. Broj obrtaja zavisi od broj polova u motoru ali uglavnom standardno se nudi elektromotor sa oko 1500 o/min . Takođe se u katalogima za uljne pumpe može naći podatak protoka pumpe pri 1500 o/min . U sistemu koji smo usvojili imamo uljnu pumpu koja je konstantnog protoka.

Najrasprostranjenije pumpe konstantnog protoka su zupčaste pumpe koje su konstrukcijski jako jednostavne i gabaritno dosta malih dimenzija.

S obzirom da pumpa treba da napuni 39cm^3 ulja u akumulator za $1,3\text{s}$ (zbir vremena kočenja i otkočivanja) potreban protok pumpe Q_{pp} je $1,8\text{ l/min}$.

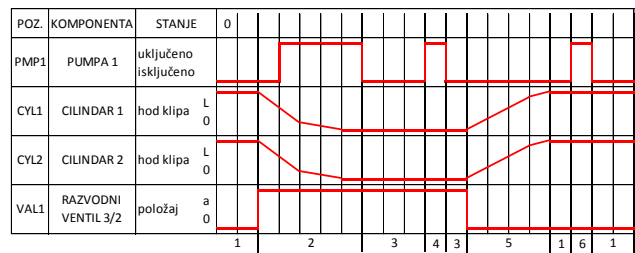
Kako nam je potreban pritisak u sistemu od 100 bara snagu elektromotra ćemo izračunati P_{emt} je $0,46\text{kW}$.

Iz kataloga ćemo uzeti motor od $0,55\text{kW}$ i broj obrtaja 1440 o/min a pumpu ćemo uzeti standardne veličine iz kataloga od $1,5\text{ cm}^3/\text{o}$.

Moment za pokretanje pumpe je $M_{sp}=3,1\text{Nm}$

7. FUNKCIONALNI DIJAGRAM

Pomoću funkcionalnog dijagrama možemo videti brzinu kretanja hidrauličnog cilindra u funkciji vremena.



Slika 12. Funkcionalni dijagram

8. MODEL SISTEMA

Trend u industriji je da se sav rad na prototipu radi na računaru u programima za 3d modeliranje kako bi se ubrao proces razvijanja proizvoda. Skoro svi vodeći brendovi hidrauličnih komponenti daju besplatno svoje proizvode u nekom 3d formatu kako bi kupci mogli što brže da razvijaju svoje proizvode a samim tim i izabrali njihovo rešenje za svoj proizvod. Mi smo naš sistem izmodelovali i sastavili od postojećih komponenti u programu Autodesk Inventor i ovako bi trebalo da izgleda kad bi se napravio.



Slika 13. 3d model projektovanog sistema

9. ZAKLJUČAK

U ovom radu smo pokazali da je hidraulika jako kompleksna i da svaki zadatak može imati više rešenja. Kod odabira rešenja možemo imati više kriterijuma pa tako nam svako rešenje može biti optimalno za naš kriterijum. Izabrani hidraulični sistem koji je projektovan u ovom radu po karakteristikama, kompleksnosti i ceni predstavlja neko optimalno rešenje za naš problem. Pokazali smo da se modernim tehnologijama može ubrzati proces projektovanja a time smanjili cenu proizvoda. Ovo je posebno važno za specifične aplikacije gde se proizvod radi po zahtevu i gde se mora voditi računa o najmanjim sitnicama.

10. LITERATURA

- [1] Mitar T. Jcanović, Automatizacija procesa rada- Osnove hidrauličnog upravljanja, Novi Sad, 2015.
- [2] Vladimir Savić, Osnovi uljne hidraulike, IKOS, Zenica, 1991.

Kratka biografija:



Boris Timko rođen je u Novom Sadu 1986. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mehatronike odbranio je 2018.god. kontakt: timko.boris@gmail.com

REINŽENJERING INFORMACIONOG SISTEMA ZA PODRŠKU PROJEKTNOM BIROU**REENGINEERING OF INFORMATION SYSTEM FOR DESIGN OFFICE SUPPORT**Isidora Krnić-Otić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – INFORMACIONE TEHNOLOGIJE**

Kratak sadržaj – Predmet ovog rada je poređenje i analiza dva arhitekturna obrasca Web forms i MVC, kao polazna osnova za odluku o izboru jedne od njih za razvoj aplikacije. U okviru rada biće opisan sistem za podršku projektnom birou, prvobitni razvijen Web forms tehnologijom i prošireni sistem razvijen pomoću MVC tehnologije. Cilj rada je da se donese zaključak koji obrazac je povoljniji za konkretno naveden sistem.

Ključne reči: ASP.Net Web forms, ASP.Net MVC, Microsoft .Net, MS SQL Server, ADO.Net entity framework, ORM

Abstract – Subject of this work is comparison and analysis technologies: Web forms and MVC as beginning point of choosing one of them for developing application. This work will describe system for design office, first developed in Web forms technology and extended, developed with MVC architectural pattern. Purpose of this work is to come to a conclusion which is more favorable for developing concrete application.

Key words: ASP.Net Web forms, ASP.Net MVC, Microsoft .Net, MS SQL Server, ADO.Net entity framework, ORM

1. UVOD I OSNOVNI POJMOVI

Izrada, vođenje i arhiviranje projektne dokumentacije su ključne aktivnosti projektnog biroa. Upravljanje poslovima jedne ovakve firme bi bilo vođenje evidencije o različitim elementima kao što su podaci o predmetu rada, delovima projekata u okviru tog predmeta rada, evidentiranje podataka o investitorima, inženjerima i tehničkim saradnicima, čuvanje dokumentacije vezane za određeni predmet rada. Pod predmetom rada podrazumeva se objekat za koji se izrađuje projektna dokumentacija ili vrši neka druga delatnost poput nadzora izvođenja radova.

Vođenje evidencije navedenih elemenata može se realizovati: *ručno* (neautomatizovano) - evidentiranje se vodi putem mehanografskih obrazaca, štampanih formi ili putem elektronskih formi sačinjenih pomoću dostupnih programa (MS Word, MS Excell, Adobe Acrobat i sl.), ili *automatizovano* – koristeći aplikaciju povezanu sa bazom podataka putem koje se čuvaju, čitaju i ažuriraju podaci. Automatizovanim sistemom dobija se mogućnost analize poslova, prispeća rokova, zauzeća radnika i dr. Projektni biro pored arhiviranja projektne dokumentacije ima potrebu da čuva i sve dokumente koji su prethodili izradi određenog projekta.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Srđan Sladojević, docent.

Tu spadaju dokumenti dobijeni od investitora, ali i skice i crteži, nastali na merenju sa lokacije za koju se izrađuje projekat. Sva navedena dokumentacija se čuva za potencijalne potrebe u budućnosti (adaptacije, rekonstrukcije i drugo). Važan faktor u pronalaženju arhivirane dokumentacije nosi upravo adekvatno upravljanje. Takođe, sa rastom staža firme, raste i potreba za većim fizičkim prostorom za čuvanje navedene dokumentacije.

Posmatrajući samo ovu ulogu, projektni biroi i sa većim i sa manjim obimom posla imaju realnu potrebu za automatizovanim upravljanjem poslova.

2. RAZVOJNI ALATI**2.1. Microsoft SQL Server**

Microsoft SQL server sistem za upravljanje relacionim bazama podataka kompatibilan .Net aplikacijama. SQL server omogućava skladištenje i manipulisanje nad podacima sadržanim u bazama. Za razvoj ovog informacionog sistema korišćen je Microsoft SQL server 2005 Express Edition. Za dobavljanje i manipulaciju podacima na aplikativnom nivou uveden je sloj ADO.Net Entity model.

2.2. ORM i ADO.Net Entity framework

ORM (object relational mapping) je tehnika konverzije podataka između objektnog modela i relacione baze u oba smera. Microsoft .Net Entity framework (EF) je ORM struktura prilagođena .Net aplikacijama.



Slika 1. ORM šema

Prednosti u korišćenju ORM-a su programiranje rasterećeno vođenja računa o slojevima koji se tiču baze podataka kao što su konekcija i upiti ka bazi. Programiranje se podiže na apstraktniji nivo i time smanjuje količina pisanog koda. EF kreira objektno modele koje koristi pri upitima i unosima u bazu podataka. Upiti ka bazi su mogući pomoću LINQ upita. EF izvodi automatski transakciju prilikom dobavljanja ili čuvanja podataka. Takođe koristi keširanje učestalih upita smanjujući time dobavljanje podataka direktno iz baze.[1]

2.3. Web forms tehnologija

ASP.NET Web forms je jedan od četiri programska modela za kreiranje ASP.NET web aplikacija. Ostale tri

su ASP.NET MVC, ASP.NET Web Pages, and ASP.NET Single Page Applications.

Osnovni pojmovi Web forms tehnologije su:

Postback akcija – inicira se sa klijenta (preglednik), najčešće događajem neke kontrole. Stanje te kontrole zajedno sa svim ostalim kontrolama na stranici se šalje kroz postback komponentu serveru.

View state – čuva poslednje stanje na serveru svih kontrola.

Životni vek stranice – započinje zahtevom sa klijenta i završava vraćenim odgovorom sa servera. Tu je uključen niz koraka obrade: inicijalizacija, instanciranje kontrola, vraćanje ili održavanje stanja, izvršavanje događaja i konačno iscrtaavanje stranice. Faze životnog veka stranice su redom:

Zahtev – započinje pre početka životnog veka stranice. Nakon što je klijent poslao zahtev, ASP.NET određuje da li je potrebno parsirati i kompajlirati stranicu, znači započeti životni vek ili je moguće vratiti keširanu stranicu kao odgovor.

Start – setuje se IsPostBack property.

Initialization – kontrole su dostupne.

Load – ukoliko je zahtev postback, kontrole se učitavaju sa podacima koje čuva view state i control state.

Postback događaji – ako je zahtev postback, pozivaju se metode za obradu događaja.

Rendering – pre samog iscrtaavanja, čuva se view state svih kontrola i same stranice. Stranica poziva metodu Render za svaku kontrolu putem OutputStream objekta.

Unload – pokreće se nakon što je stranica u potpunosti učitana.

Karakteristično za Web forms model je što je razvoj sličan razvoju desktop aplikacije. Web forms koristi Page Controller obrazac, dostupne su serverske kontrole koje prevlačenjem generišu kod za izgled određene stranice. Jedna stranica, odnosno web forma je jedna jedinica sačinjena od prezentacione klase (.aspx) i serverske klase (.aspx.cs). Drugim rečima, svaka prezentaciona klasa je vezana za serversku klasu pozadinskog koda gde se definiše ponašanje i/ili izgled kontrola. Ovako koncipirana platforma oslobađa programera za upoznavanjem html i javascript jezika i ubrzava razvoj, a poznat je kao Rapid Application Development (RAD).

Kada preglednik zahteva stranicu, na serveru se kod prezentacione klase dinamički interpretira u html i zatim šalje klijentu. Važno je istaći, pri ovom procesu, nakon što su podaci za prikaz stranice poslani pregledniku, server ih briše iz memorije (eng. stateless). To znači da pri svakom zahtevu za stranicu (može biti i ista), server ponavlja prethodne instrukcije [2].

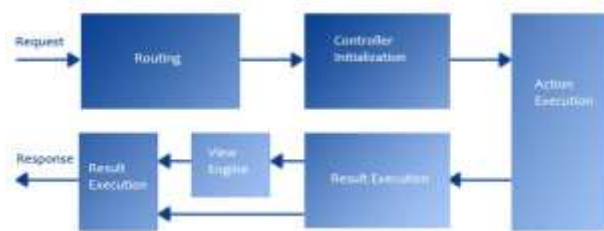


Slika 2. ASP.NET interpreter

2.4. MVC arhitekuralni obrazac

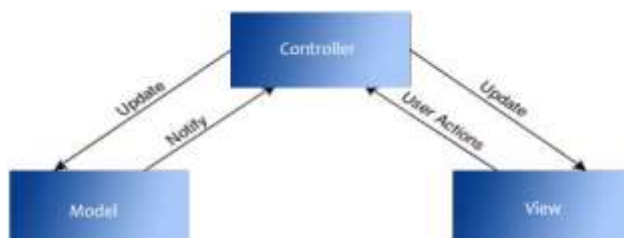
Za razliku od Web forms, .NET MVC isključuje pojam životnog veka stranice.

U ovom obrascu postoji životni vek koji se odnosi na kompletnu aplikaciju i životni vek zahteva. Životni vek aplikacije počinje startovanjem web servisa i završava se njegovim zaustavljanjem. Životni vek jednog zahteva čini niz događaja koji se izvršavaju pri svakom zahtevu. Polazna tačka svakog zahteva je rutiranje. Modul za rutiranje je odgovoran za pronalaženje adekvatne URL adrese. Podaci iz ovog modula se šalju prethodno kreiranom adekvatnom kontroleru putem Action invoker komponente. Ova komponenta poziva action metodu u samom kontroleru. Pošto je pripremljen Action result, sledi faza Result Execution. Ova komponenta je konkretni odgovor http zahtevu.



Slika 3. Životni vek zahteva

Važno je napomenuti da .Net MVC platforma i MVC arhitekuralni obrazac nisu isto. .Net MVC platforma je implementirala MVC obrazac prilagođen tako da odgovara web aplikacijama. MVC (akronim od Model-View-Controller) je arhitekuralni obrazac koji je u širokoj primeni u različitim tehnologijama. Ovaj obrazac podrazumeva grupisanje koda u tri nezavisna dela (slika 4.)



Slika 4. MVC arhitektura

Model sadrži klase čije instance čuvaju podatke sa kojima aplikacija manipuliše.

View definiše izgled korisničkog interfejsa. Pored osnovnog html-a, brine se o događajima, osvežavanjima i drugim relevantnim pojmovima u vezi sa izgledom stranice.

Controller čine klase koje sadrže logiku aplikacije i preko kojih se vrši komunikacija između modela i view-a. Na ovaj način se čuva konzistentnost podataka. Nezavisan view se ne oslanja na specifičnu implementaciju modela i kao takav može da se koristi za prezentovanje podataka nekog drugog modela.

Ideja ovog obrasca je da odvoji manipulaciju podacima od korisničkog interfejsa [3].

3. KOMPARATIVNA ANALIZA

3.1. Page/Controller i Front Controller

- Web forms koristi Page/Controller obrazac za generisanje stranice. U ovom pristupu svaka stranica ima svoj kontroler koja procesira zahtev. [4][6]

- .Net MVC koristi *Front Controller* obrazac. Praktično to je najčešće jedan kontroler za sve stranice koje se tiču istog modela (tabele u bazi). [4] Moguće je uneti dodatnu apstrakciju kreiranjem baznog kontrolera kojeg će ostali naslediti a preko kojeg se unosi logika za sve stranice (npr. Autorizacija prema rolama i druge zaštite). Centralizacija kontrolera daje prednost MVC platformi.

3.2. Medusobna sprega

- *Web forms* karakteriše *jaka sprega* između kontrolera i prezentacionog dela, što je mana pri razvoju većih aplikacija. Kod većih aplikacija, gde automatsko testiranje igra važnu ulogu, zbog ove osobine je veoma otežano [4][6].
- .Net MVC odvaja odgovornosti komponenti, izgled i kontroler se jasno odvajaju. TDD (test driven development) je jednostavan sa ovom platformom [4][6].

3.3. View state

- Da bi se programerima dalo iskustvo slično razvoju desktop aplikacije, *Web forms* uvodi view state čime kontroliše konzistentnost podataka[3]. View state je skrivena kontrola na stranici i zbog toga problem nastaje kod izuzetno velikog view state-a jer utiče na veličinu stranice, a samim tim i na brzinu učitavanja.
- .Net MVC kao i druge web platforme ne uključuje koncept view state-a [4][6].

3.4. Životni vek stranice i životni vek zahteva

- *Web forms* model prati *životni vek stranice*.
- .Net MVC koristi jednostavan životni vek zahteva (request cycle), što čini intuitivniji pristup za programera [4][6].

3.5. RAD model i Scaffolded item

- *Web forms* je razvio *serverske kontrole* slično kao za desktop aplikacije sa namerom da minimalizuje upotrebu html-a, javascript-a i css-a, što u nekim slučajevima može biti nedostatak. Drag n' drop princip programiranja je pozitivna strana posmatrajući iz ugla brzine razvoja.
- .Net MVC kao odgovor brzini razvoja uvodi mogućnost kreiranja komponenti pomoću opcije *scaffolded item*. Na ovaj način povezujući se sa modelom iz baze veoma brzo generiše html kod za prikaz stranice. Pored toga uveo je tzv. Html helper-e pomoću kojih se slično web forms serverskim kontrolama generiše html kod. Omogućena je kompletna kontrola nad html-om, javascript-om i css-om.

Uzimajući u obzir da *Web forms* i sa drag and drop pristupom zahteva izradu svake pojedinačne stranice, dok MVC platforma automatski generiše kod, svrstava u ovom pogledu MVC ispred *Web forms*.

4. PROŠIRENJE APLIKACIJE

Aplikacija za podršku projektnom birou, inicijalno je razvijena u ASP.Net *Web forms* tehnologiji, da bi se pri potrebi za njenim proširenjem razmatrala opravdanost njene migracije u ASP.Net MVC tehnologiju. Razlozi za proširenjem aplikacije (baze podataka) su redukovanje unosa redundantnih podataka i podizanje nivoa detaljnosti kako bi se omogućilo izveštavanje o trenutnom stanju.

4.1. Početno stanje

4.1.1. Opis baze

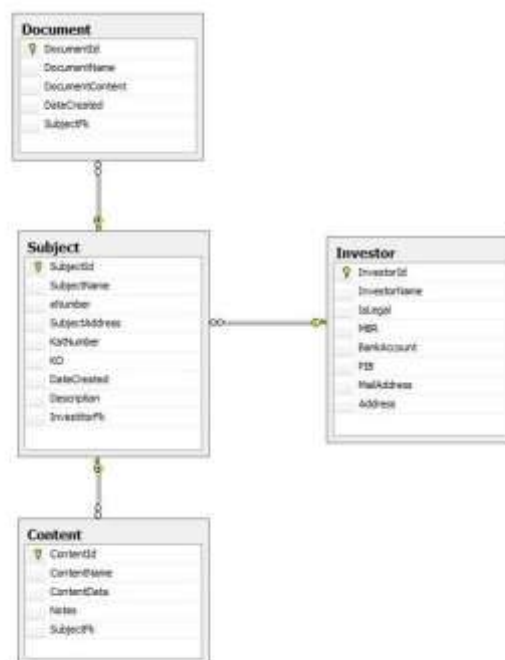
Baza podataka sastoji se iz četiri tabele. Tabela *Subject* je nosilac podataka o projektu za određeni objekat. Tabela *Investor* čuva podatke o investitoru. Investitor može naručiti više projekata, dok se jedan projekat izrađuje za jednog investitora. Svaki projekat vodi evidenciju o dokumentima putem tabele *Document*. Tabela *Document* čuva elektronski sadržaj svakog dokumenta. Odnosi se na skenirane dokumente dobijene od investitora ili ručne crteže sačinjene na predmetnoj lokaciji. Korišćen je ADO.NET Entity Data Model za povezivanje aplikacije sa bazom.

4.1.2. Opis aplikacije

Prvobitna manja aplikacija vodi evidenciju o projektima (*Projects*), njihovim investitorima (*Investors*), dokumentima (*Documents*) i evidentira sadržaj svakog projekta (*Contents*). Aplikacija je koncipirana da se na Home stranici izlistavaju svi projekti. Izmena i veze sa određenim projektom se vrši njegovom selekcijom i izborom dugmeta za manipulaciju nad projektom ili dugmeta za pregled drugih tabela u vezi sa njim.



Slika 5. Home stranica



Slika 6. Šema baze

Razvoj uz pomoć Web forms tehnologije zahteva izradu svake stranice pojedinačno, što podrazumeva izradu prezentacione klase za generisanje html-a i serverske klase za kontrolu nad elementima pripadajuće prezentacione klase. U ovom slučaju, pored generalnih listing stranica kojih ima koliko i tabela, potrebno je bilo implementirati za svaku od njih još po jednu stranicu za dodavanje ili ažuriranje i dodatno stranice koje prikazuju vezu između dve tabele.

4.2. Proširena aplikacija

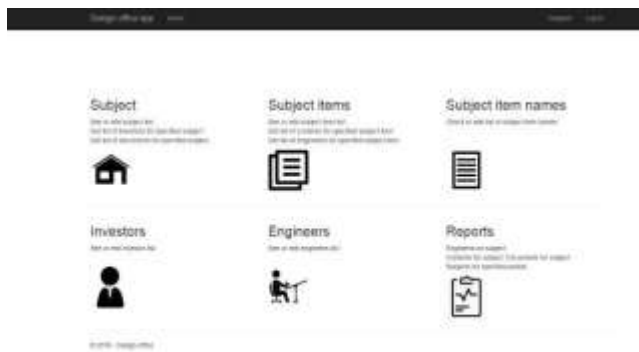
Proširenje aplikacije je proisteklo iz potrebe za detaljnijim vođenjem evidencije nad svim entitetima koji se pojavljuju u procesu vođenja projektnog biroa. Takođe u prvobitnoj aplikaciji za jedan objekat u tabeli Subject je bilo potrebno čuvati nove unose ukoliko je radjeno više od jednog projekta za određeni objekat. U tom smislu je radeno na poboljšanju veza između tabela, kao i dodavanje novih.

4.2.1. Opis baze

Nova baza sadrži deset tabela. Tabela Subject je remodelovana da bi čuvala podatke o više projekata za jedan objekat. Ona evidentira podatke o samom objektu kao i u prethodnom slučaju, pri čemu je veza sa Content tabelom remodelovana. Budući da je moguće imati više investitora i ova veza Subject-Investor je izmenjena. Tabela Document je proširena kao bi se u njoj pored inicijalnih mogli evidentirati i administrativni dokumenti (ponude, ugovori, fakture). Baza je proširena sa tabelom koja evidentira inženjere i saradnike. Konačno preko šifarnik tabele SubjectItemNames napravljena je veza sa Content tabelom kako bi se automatizovalo izlistavanje potrebne dokumentacije koju određeni projekat treba da sadrži.

4.2.2. Opis aplikacije

Nova aplikacija je razvijena pomoću .Net MVC platforme, uzevši u obzir njene, prethodno predstavljene, prednosti nad Web forms platformom.

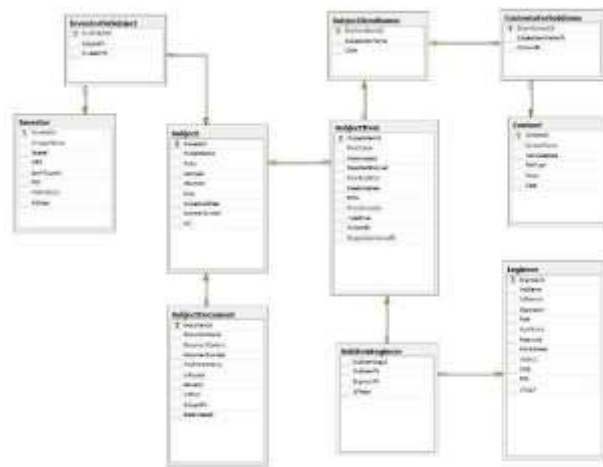


Slika 7. Design office home stranica

Kao za prvobitnu aplikaciju i ovde je korišćen ADO.Net Entity Model za rad sa bazom. Automatsko generisanje koda znatno ubrzava razvoj i smanjuje frustraciju pri radu sa dugotrajnom izradom osnovnog izgleda aplikacije. U ovom slučaju aplikacija je izgenerisana uz pomoć nekoliko klikova. Uz pomoć scaffolded item opcije izgenerisane su za svaku tabelu mvc komponente uvezane sa Entity modelom. Potencijalno dodavanje novih pogleda

ili tabela kao i njihovo proširivanje ne zahteva veliki trud da bi se aplikacija ažurirala.

Ono što preostaje da se razvija su specifičnosti same aplikacije, odnosno poslovna logika.



Slika 8. Design office šema baze

5. ZAKLJUČAK

Kako su obe posmatrane aplikacije nekompleksne, izabrani su faktori koji se mogu jednako posmatrati i u slučaju da jesu kompleksne. Akcenat je stavljen na faktor zadovoljstva programera pri razvoju kao i faktor brzine razvoja.

Automatsko generisanje koda koje utiče na poboljšanje zadovoljstva programera jer ne troši energiju na kucanje ponavljajućeg koda, svrstava MVC platformu ispred Web forms.

Treba još napomenuti da su Web forms i .Net MVC platforma nastale odvojeno i bez namere da se prva zameni drugom. Kod većih aplikacija prema ovoj analizi prednost bi se dala MVC platformi, dok kod manjih, presudnu ulogu za izbor jednog od dva bi mogli biti afiniteti programera.

6. LITERATURA

- [1] <http://www.agiledata.org/essays/mappingObjects.html> (online), posl.pr. 20.08.18
- [2] <https://docs.microsoft.com/en-us/aspnet/web-forms/what-is-web-forms> (online), posl.pr. 20.08.18
- [3] https://www.tutorialspoint.com/asp.net_mvc/asp.net_mvc_pattern.htm (online). Posl.pr. 20.08.18
- [4] <https://www.codeproject.com/Articles/668182/Difference-between-ASP-NET-WebForms-and-ASP-NET-M>. (online), posl.pr. 20.08.18
- [5] <http://www.entityframeworktutorial.net/what-is-entityframework.aspx> (online), posl.pr. 20.08.18
- [6] Adam Freeman, "Pro ASP.NET MVC 5", 2013.
- [7] Jon Galloway, Brad Wilson, K.Scott Allen, David Matson, Professional ASP.NET MVC 5, 2014.

Kratka biografija:



Isidora Krnić-Otić rođena je u Novom Sadu 1977. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Informacione tehnologije brani u 2018. godini.

ELEKTRONSKI POTPIS – ZNAČAJ I PRIMENA**ELECTRONIC SIGNATURE, SIGNIFICANCE AND APPLICATION**

Ana Cvejić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast: INFORMACIONO – KOMUNIKACIONI SISTEMI

Abstrakt – Ovaj rad se bavi značajem i primenom elektronskog potpisa u informacionim sistemima, sa posebnim fokusom na primenu i implementaciju elektronskog potpisa. Takođe, prikazani su osnovni koncepti elektronskog poslovanja, dok je u istraživačkom delu rada prikazana implementacija elektronskog potpisa, koji treba da pomogne organizacijama da unaprede svoje poslovanje.

Ključne reči: Elektronski potpis, elektronsko poslovanje, veb aplikacija, MSSQL, Angular 5, .NET, Entity Framework Code First

Abstract – This paper deals with the importance and application of electronic signatures in information systems, with a special focus on the application and implementation of electronic signatures. Also, the basic concepts of electronic business are presented, while the research part of the paper shows the implementation of electronic signatures, which should help organizations to improve their business.

Keywords: Electronic Signature, e-Business, Web application, MSSQL, Angular 5, .NET, Entity Framework Code First

1. UVOD

Savremena tehnologija i upotreba Interneta su u potpunosti promenili način poslovanja i omogućili kreiranje novih i inovativnih modela. U razvoj oblasti savremenih tehnologija spada i elektronska revolucija koja deluje u širokom ekonomskom kontekstu, obuhvatajući interne procese i poslovanje organizacija, kao i tržišno okruženje. Elektronsko poslovanje, poznatije kao *e-Business*, mora biti definisano kao određeni poslovni proces, baziran na automatizovanom informacionom sistemu, što se danas najčešće realizuje uz pomoć naprednih Web tehnologija i aplikacija, i sve većem broju raspoloživih mrežnih servisa koji generalno olakšavaju sve procese koji posredno i neposredno opslužuju elektronsko poslovanje i samim tim korisnicima pružaju usluge čime se poslovanje između kompanija dodatno olakšava.

Da bi se upravljalo bilo kojom organizacijom, to sa sobom uključuje donošenje odluka i rešavanje problema, a u tu svrhu su neophodne informacije i znanja.

Informacioni sistem obezbeđuje informacije koje su neophodne za donošenje odluka i rešavanje problema. Samim tim, značaj prenosa određenih informacija sa sobom nosi i probleme, svrsishodno tome inženjeri su osmislili pametne aplikacije za prenos dokumenata, izveštaja, elektronskim putem, koji mogu biti potpisani elektronskim potpisom.

Savremene tehnologije omogućavaju slanje velikog broja informacija u kratkom vremenskom periodu na velike razdaljine što u stvari omogućava kompanijama da efikasnije obavljaju svoje svakodnevne zadatke. U dosadašnjem periodu, elektronsko poslovanje doživelo je posebnu ekspanziju u maloprodaji, izdavaštvu i finansijskim uslugama. Prednosti elektronskog poslovanja u odnosu na tradicionalno su značajne. Vezane su za povećanje kvaliteta i za sniženje prodajnih cena, smanjenje vremena izlaska na tržište kao i realizovanje transakcija. Ono što je danas posebno popularno jeste razvoj elektronskih partnerstava, baziran na zajedničkom nastupu pojedinih kompanija na elektronskom tržištu. Sam razvoj elektronskih partnerstava, doprineo je uvođenje i razvoj elektronskog potpisivanja u oblast elektronskog poslovanja, što je omogućilo značajan napredak među kompanijama. Samim tim olakšana je komunikacija, kao i samo poslovanje sa državnom upravom, bankama, institucijama i poslovnim partnerima, sa ciljem da se ostvare uštede u vremenu i troškovima.

2. POJAM I DEFINICIJA ELEKTRONSKOG POTPISA U INFORMACIONIM SISTEMIMA

Kada se govori o elektronskom potpisu u informacionim sistemima, pre svega se misli na tehnologiju čijom se primenom u sistemima elektronskog poslovanja omogućava provera autentičnosti potpisnika, date poruke ili dokumenta. Analogno svojeručnom potpisu u standardnom poslovanju, elektronski potpis se koristi u elektronskom poslovanju koji ima i dodatnu osobinu da štiti integritet i elektronski potpisane poruke, dok svojeručni potpis to nema.

Zakon o elektronskom potpisu definiše isti na različite načine:

- Elektronski potpis, jeste skup podataka u elektronskom obliku, koji su pridruženi ili logički povezani sa elektronskim dokumentom i služe za identifikaciju potpisnika. [3],
- Kvalifikovani elektronski potpis, jeste elektronski potpis kojim se pouzdano garantuje identitet potpisnika, integritet elektronskih dokumenata i onemogućava naknadno poricanje

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji je mentor dr Darko Stefanović, vanr. prof.

odgovornosti za njihov sadržaj, koji ispunjava
uslove utvrđene Zakonom o elektronskom
potpisu [3].,

Da bi bio validan, kvalifikovani elektronski potpis mora da zadovolji sledeće uslove, da bude povezan isključivo sa potpisnikom, da nedvosmisleno identifikuje potpisnika, da nastaje korišćenjem sredstava kojima potpisnik može samostalno da upravlja i koja su isključivo pod nadzorom potpisnika, da direktno bude povezan sa podacima na koje se odnosi i to na način koji nedvosmisleno omogućava uvid u bilo koju izmenu izvornih podataka, da bude formiran u skladu sa sredstvima za formiranje kvalifikovanog elektronskog potpisa [3]. Provera se vrši na osnovu kvalifikovanog elektronskog sertifikata potpisnika.

Kvalifikovani elektronski potpis, koji zadovoljava prethodno navedne uslove, u odnosu na podatke u elektronskom obliku ima isto pravno dejstvo i dokaznu snagu kao i svojeručni potpis, odnosno svojeručni potpisni pečat. Podaci za formiranje elektronskog potpisa su podaci, kao što su kodovi ili privatni kriptografski ključevi, koje potpisnik koristi za izradu elektronskog potpisa. Sredstva za formiranje elektronskog potpisa predstavljaju odgovarajuća tehnička sredstva kao što su softver i hardver, koja se mogu koristiti za formiranje elektronskog potpisa, uz korišćenje podataka za formiranje elektronskog potpisa. Između ostalog, takođe značajnu ulogu ima i elektronski sertifikat, koji predstavlja elektronski dokument kojim se potvrđuje veza između podataka za proveru elektronskog potpisa i identiteta potpisnika. Da bi se izdao elektronski sertifikat, potrebno je odgovorno pravno lice koje izdaje takav sertifikat u skladu sa odredbama zakona, a to je sertifikaciono telo.

Zakon posebno ističe da se elektronskom dokumentu ne može osporiti punovažnost ili dokazna snaga samo zbog toga što je u elektronskom obliku. Da elektronski potpis može imati pravno dejstvo i da se može koristiti kao dokazno sredstvo u zakonom uređenom postupku, osim kada se u skladu sa posebnim zakonom zahteva da samo svojeručni potpis ima pravno dejstvo i dokaznu snagu [3].

2.1 Realizacija elektronskog potpisa

Za formiranje elektronskog poptisa, neophodno je koristiti i posedovati kvalifikovani sertifikat, koji je izdat od strane sertifikacionog tela, koje ispunjava odgovarajuće uslove prema Zakonu o elektronskom potpisu.

U ovom tehnološkom trenutku, da bi se realizovao jedan elektronski potpis, neophodna je primena asimetričnih kriptografskih sistema kao što su na primer *RSA* algoritam i *Hash* algoritam (*MD5* ili *SHA-1* algoritmi), dok se kao sredstva za formiranje elektronskog potpisa uglavnom koriste pametne (*engl. Smart*) kartice. Primer *Hash* algoritma može se videti na slici 1. [2].

Hashing using the SHA1 class

```
// summary:
// take any string and output it using SHA2 then
// return the encrypted data
// summary:
// create some "data" input text you will want to encrypt (anyway)
// create/capture the encrypted text as hexadecimal string (bytes)
private string GetSHA2Data(string data)
{
    // create new instance of sha
    SHA2 sha1 = SHA2.Create();

    // convert the input text to array of bytes
    byte[] hexData = sha1.ComputeHash(Encoding.Default.GetBytes(data));

    // create new instance of Stringbuilder to save hashed data
    StringBuilder returnData = new StringBuilder();

    // loop for each byte and add it to StringBuilder
    for (int i = 0; i < hexData.Length; i++)
    {
        returnData.Append(hexData[i].ToString());
    }

    // return hexadecimal string
    return returnData.ToString();
}
```

Slika 1: Hashing primer, korišćenjem SH1 klase [2]

2.2 Tehnologija elektronskog potpisa

U slučaju digitalnog potpisa, sadržaj koji treba da se potpiše prvo se redukuje u otisak poruke (*engl. Message digest*), primenom nekog od metoda za kreiranje otiska poruke, *message-digest* algoritma, u prethodno spomenutim primerima, MD5 ili SHA-1 algoritama, a zatim se dobijeni otisak poruke šifruje primenom, RSA algoritma, koristeći privatni ključ (*engl. Private key*) potpisnika poruke. Šifrovani otisak poruke predstavlja digitalni potpis date poruke i postaje njen pridruženi deo. Kada ovakva poruka stigne do primaoca kojem je namenjena, izvršava se postupak verifikacije digitalnog potpisa. Ovakav postupak se sastoji od dešifrovanja otiska dobijene poruke primenom RSA algoritma, uz upotrebu javnog ključa (*engl. Public key*) pošiljaoca (potpisnika) poruke. Slika 2, prikazuje primer enkripcije podataka *Encryption algorithm* korišćenjem RSA, dok slika 3 prikazuje dekripciju (*engl. Decryption*) podataka [2].

```
public static String Encrypt(String strText)
{
    var publicKey = "MIIBIjANBgkqhkiG9w0BAQEFAAOCAQ8AMIIBCgKCAQEA7tWUyYVdZmFzbnRlZDZvbmVudHJvdGVudC5jb20oPQIDAQAB";

    var testData = Encoding.UTF8.GetBytes(strText);

    using (var rsa = new RSACryptoServiceProvider(2048))
    {
        try
        {
            // client encrypting data with public key issued by server
            var rsaModStringPublicKey = rsa.ToXmlString(true);

            var encryptedData = rsa.Encrypt(testData, true);

            var base64Encrypted = Convert.ToBase64String(encryptedData);

            return base64Encrypted;
        }
        finally
        {
            rsa.Dispose();
        }
    }
}
```

Slika 2: RSA algorithm, primenom Encrypt metode [2]

```
public static string Decrypt(string strText)
{
    var privateKey = "08069c6eae-7bbd8a126f5eeadbf7a1b-477bc93779e61a";
    var testData = Encoding.UTF8.GetString(strText);

    using (var rsa = new RSACryptoServiceProvider(1024))
    {
        try
        {
            var base64Encoded = strText;

            // Convert Decrypted Data with private key
            rsa.FromString(privateKey);

            var resultBytes = Convert.FromBase64String(base64Encoded);
            var decryptedBytes = rsa.Decrypt(resultBytes, true);
            var decryptedData = Encoding.UTF8.GetString(decryptedBytes);
            return decryptedData.ToString();
        }
        finally
        {
            rsa.PersistKeyToCsp = false;
        }
    }
}
```

Slika 3: RSA algorithm, primenom Decrypt metode [2]

Po dešifrovanju digitalnog potpisa, primalac poruke izvrši isti **MD5** (*enlg. Message digest*) postupak nad dobijenom porukom. Ukoliko je dobijeni otisak poruke identičan sa dešifrovanom vrednošću otiska, verifikacija se smatra uspešno obavljenom, u suprotnom se smatra negativnom i poruka se odbacuje kao nevalidna. Potpisana elektronska dokumenta se razmenjuju u formi dokumenta u kojima su ugrađeni osnovni podaci o postupku, algoritmu i kvalifikacionom elektronskom sertifikatu potpisnika, kako bi primalac elektronskog dokumenta mogao proveriti kvalifikovani elektronski potpis na bazi usaglašene tehnologije i postupka.

3. PRIMENA ELEKTRONSKOG POTPISA

Sa razvojem digitalizacije i ubrzanim tehnološkim razvojem, javila se potreba da se ujedno smanji i količina papirne dokumentacije koja neminovno prati svaki poslovni proces. Takođe, kako i svaki poslovni dokument prati svojeručni potpis ovlašćenog lica u pravnom licu ili potpis fizičkog lica, to se i sam proces vremenski usporava čekanje da konkretno lice potpiše dokument. Da bi se koristio elektronski potpis, odnosno elektronski pečat potrebno je povezati ga sa određenim licem i identitetom, a to se vrši pomoću navedenog elektronskog sertifikata kao vrste potvrde koje izdaje nadležni organ – jedno od sertifikacionih tela, na osnovu dozvole nadležnog ministarstva ima pravo da izdaje potrebne elektronske sertifikate. Od malog broja ovlašćenih sertifikacionih tela mogu se izdvojiti Privredna komora Srbije i Sertifikaciono telo pri Ministarstvu unutrašnjih poslova Republike Srbije. Privrednoj komori Srbije kao ovlašćenom sertifikacionom telu za izdavanje elektronskog potpisa i pečata, postupak se sprovodi popunjavanjem zahteva za izdavanje sertifikata, a takođe postoji i mogućnost opoziva istog. [1]

3.1 Prednosti primene elektronskog potpisa u kompanijama

Kao osnovne karakteristike primene elektronskog potpisa u kompanijama, izdvajaju se:

1. Značajne promene odnosa između klijenata, zaposleni je u mogućnosti da promeni lokaciju, i putem Interneta, jednim klikom potpiše neki dokument koji će biti validan kao svojeručni potpis,
2. Povećana brzina, promene u digitalnoj ekonomiji i poslovanju se otvaraju velikom

brzinom, odnosno koncepti koji su pokazali da doprinose veliki uspeh, veoma brzo se implementiraju na ostalim *Web* lokacijama. Sve više je takvih kompanija koje se ugledaju na uspeh i rast konkretne kompanije, na primer ukoliko jedna kompanija koristi elektronski potpis kako bi efikasnije obavljala svoja poslovanja, velike su šanse da će to isto uraditi i neka druga kompanija,

3. Udaljenost između kompanija, više nije bitan parametar u poslovanju, ne ubraja se više u opterećujući faktor u uspostavljanju poslovnih odnosa, stvaranju partnerskih odnosa sa udaljenim dobavljačima, poslovanju sa krajnjim korisnicima ili stvaranju sličnih odnosa, [5]
4. Globalno tržište, *Internet* je omogućio stvaranje globalne ekonomije, gde tržište obuhvata neverovatno veliku bazu korisnika povezanih preko ovog medija. Globalna mreža omogućava stvaranje kanala komunikacije između poslovnih partnera, što je veliki značaj za potpisivanje neizostavnih dokumenata prilikom određenih transakcija partnerskih kompanija. [5]

4. IMPLEMENTACIJA ELEKTRONSKOG POTPISA U INFORMACIONOM SISTEMU KOMPANIJE ZA PROIZVODNJU NAFTE I GASA

Implementacija aplikacije elektronskog potpisa jeste klijent-server aplikacija, u kojoj je razdvojen prezentacioni sloj od poslovne logike, jednim delom, upotrebom tehnologije *Web API*. Programski jezik u kojem je pisan kod jeste *C#*, dok je cela implementacija aplikacije napisana u *Microsoft* tehnologijama, alatu *Visual Studio* za deo namenjen serverskom *back-end* delu, dok je sa druge strane deo klijentske strane *front-a* pisan u *Angular-u 5*, alatu *Visual Studio Code*. Za skladištenje podataka korišćena je *MSSQL* baza podataka, kreirana upotrebom *Entity Framework Code First* migracija.

Novokreirani dokument, sastoji se od određenih polja koja su neophodna da čine sastavni deo jednog dokumenta koji se šalje na potpis. Obavezna polja su *Signature field*, i *Initials field*. Pored navedenih polja, pošiljalac ima mogućnost da doda i polja kao što su *Text field*, ukoliko želi sam nešto da doda, ili podseti primaoca, zatim *Input Field*, ukoliko želi dodatnu poruku od potpisnika dokumenta, kao i polja *Date*, koje predstavlja datum koji unosi pošiljalac dokumenta, i polje *Input Date* koje popunjava primalac, odnosno potpisnik dokumenta. Takođe, kreator dokumenta, ima mogućnost da obriše željeno polje, ukoliko se u toku kreiranja i sastavljanja dokumenta predomisli, ili promeni trenutnu odluku. Pravo brisanja određenog polja, kao i samog dokumenta, ima upravo osoba koja je iste i kreirala.

Sljedeći korak pripreme dokumenta, jeste dodavanje korisnika na tačno određeno polje koje je potrebno potpisati. Dokument se smatra validnim, ukoliko pošiljalac dokumenta dobije natrag potpis od svih korisnika kojima je dokument poslat.



Slika 4: Dijalog za unos svojeručnog potpisa

```

switch (fieldData.typeId)
{
    case fieldType.Signature:
        case fieldType.Initials:

            var hitmap = (new BitmapDrawing(fieldData.fieldValue));
            if (hitmap != null)
            {
                using (var hitmapStream = new MemoryStream())
                {
                    hitmap.Save(hitmapStream, ImageFormat.Png);

                    // Add image to Images collection of Page Resources
                    pdfPage.Resources.Images.Add(hitmapStream);

                    // Using View operator: this operator saves current graphics state
                    pdfPage.Contents.Add(new Operator.View());

                    // Create Rectangle and Matrix objects
                    var rectangle = new Rectangle(Point.Rectangle(0, 0, fieldWidth,
                        upperHeight, upperHeight + fieldHeight));
                    var matrix = new Matrix(new[]
                    {
                        rectangle.X1 - rectangle.X2, 0, 0, rectangle.Y1 - rectangle.Y2,
                        rectangle.X2, rectangle.Y2
                    });

                    // Using ConcatenateMatrix (Concatenate matrix) operator: defines how image must be placed
                    pdfPage.Contents.Add(new Operator.ConcatenateMatrix(matrix));
                    var ximage = pdfPage.Resources.Images[pdfPage.Resources.Images.Count - 1];

                    // Using Do operator: this operator draws image
                    pdfPage.Contents.Add(new Operator.Do(ximage.Name));

                    // Using Restore operator: this operator restores graphics state
                    pdfPage.Contents.Add(new Operator.Restore());
                }
            }
}

```

Slika 5: Kod za iscrtavanje potpisanog polja

Kada primalac dobije dokument, moguće opcije koje može da izabere su: *Approve* ili *Reject*. Ukoliko se odluči za opciju *Approve*, to bi značilo da je spreman da potpiše dokument na svim mestima gde je pošiljalac naveo, dok akcija *Reject* označava da primalac dokumenta odbija da potpiše pristigli dokument. Prikaz dijaloga, gde primalac može ispisati mišem svojeručni potpis jeste slika 4.

5. ZAKLJUČAK

Korišćenje elektronskog potpisa, dovelo je do mogućnosti fleksibilnije interkomunikacije između sedamnaest kompanija koje rade nezavisne usluge, kao i velike promene u radu. U kombinaciji sa elektronskim poslovanjem i primenom Zakona o elektronskom potpisu, rad kompanija je ubrzan višestruko i samim tim omogućeno efikasnije poslovanje.

Rastom poslovanja, informacioni sistem postaje sve teži za održavanje, što zaposlenima stvara manjak vremena kada je su u pitanju dokumenti koje treba validirati i potpisati. Uvođenje ovakvog tipa aplikacije, ispostavilo se kao prednost i olakšan process poslovanja između kompanija.

Potpisivanje dokumenata elektronskim potpisom, donelo je mogućnost interkomunikacije u sistemu, kao i mogućnost spajanja i boljeg praćenja sistema kao celine. Osim tehnoloških preduslova potrebno je ostvariti i unaprediti i zakonske pretpostavke koji će omogućiti nesmetan razvoj elektronskog poslovanja, zaštitu autorskih prava i privatnosti, i samim tim osigurati univerzalni pristup mreži i adekvatnu politiku određivanja cena za pristup mreži kao i korišćenju informacija.

6. LITERATURA

- [1] Web strana sertifikacionog tela MUP-a, <http://ca.mup.gov.rs/home.html>
- [2] <https://www.codeproject.com/Articles/14150/Encrypt-and-Decrypt-Data-with-C>
- [3] ZAKON O ELEKTRONSKOM POTPISU ("Sl. glasnik RS", br. 135/2004).
- [4] Jakobsson Markus, Zulfikar Ramzan,(2008) : Crimeware: Understanding New Attacks and Defenses, Addison Wesley Professional
- [5] Pleskonjić D., Maček N., Đorđević B., Carić M. (2007) : Sigurnost računarskih sistema i mreža, Beograd.
- [6] F. Bonchi et al., „Social Network Analysis and Mining for Business Applications”, ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology (TIST), vol. 2, no. 3, 2011.
- [7] G. J. Hwang et al., „Criteria, Strategies and Research Issues of Context-Aware Ubiquitous Learning”, Educational Technology & Society, vol. 11, no. 2, pp. 81–91, 2008.

Biografija:



Ana Cvejić rođena je 1992. godine u Šapcu. Godine 2011 obrazovanje nastavlja na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, smer Inženjerski menadžment. Nakon završenih osnovnih akademskih studija, 2016. godine upisuje master akademske studije, program Inženjerstvo informacionih sistema.

RAZVOJ DESKTOP I VEB APLIKACIJE ZA PODRŠKU RADA STUDENTSKE SLUŽBE**DEVELOPMENT OF DESKTOP AND WEB APPLICATION FOR STUDENT ADMINISTRATION OFFICE**Milan Đukić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – Inženjerstvo informacionih sistema**

Kratak sadržaj – U okviru ovog rada je izvršeno projektovanje i razvoj desktop i veb aplikacije koje bi mogle olakšati i ubrzati proces poslovanja kao i doprineti boljoj organizacije rada studentske službe. Prilikom implementacije aplikacija korišćene su tehnologije ASP.NET MVC i WPF koje predstavljaju sastavni deo Microsoft-ovog .NET okruženja.

Ključne reči: Baza podataka, informacioni sistemi, .NET, desktop aplikacija, veb aplikacija, MVC dizajnerski obrazac

Abstract – Task of the master thesis was the design and development of a desktop and web application that will facilitate and accelerate the business process as well as contribute to better organization of the student administration office. Implementation of the applications was achieved using ASP.NET and WPF technologies which are part of .NET framework designed by Microsoft company.

Keywords: Database, information system, ASP.NET, WPF, web applicaiton, MVC design pattern

1. UVOD

Moderno poslovanje nije moguće zamisliti bez upotrebe savremenih softvera (desktop aplikacija), a posebno razvoja veb aplikacija različitih namena. Razlog za potrebu veb aplikacija jeste potreba da bilo kada, bilo gde i u bilo kojem momentu aplikacija može konzumirati usluge preduzeća koja ono nudi.

Pored ekspanzije veb aplikacija, desktop aplikacije i dalje imaju važnu ulogu u poslovnom svetu. Iako veb aplikacije poseduju značajne prednosti, postoje pak situacije kada su desktop aplikacije nezamenljive i neophodno ih je koristiti kako bi se efikasno odvijao proces poslovanja.

Čestu potrebu vođenja evidencije, transparentnog pružanja informacija klijentima, gotovo je nemoguće obaviti u modernom svetu a da to nije u elektronskoj formi i dostupno putem interneta.

S tim u vezi, predmet ovog master rada jeste realizacija kako desktop tako i veb aplikacije na primeru rada studentske službe kao i evidencije položenih ispita.

U cilju efikasnijeg rada, bolje organizovanosti i pružanja usluga o evidenciji položenih ispita, kao i njihove pretrage, razvijene su dve aplikacije koje predstavljaju sistem za automatizaciju evidencije položenih ispita.

2. OPIS KORIŠĆENIH TEHNOLOGIJA

Funkcionalnosti desktop i veb aplikacije razvijeni su u WPF, odnosno ASP.NET MVC tehnologiji. Ove tehnologije biće predstavljene u nastavku rada.

2.1. .NET Framework

Microsoft .NET je softverski *framework* (okruženje) koji se instalira na operativnom sistemu Windows. Softver koji je razvijen korišćenjem .NET tehnologija zahteva da .NET okruženje bude instaliran na određenom sistemu kako bi mogao da funkcioniše. Instalirano .NET okruženje stvara potrebno softversko okruženje koje obezbeđuje odgovarajuće uslovi softveru tokom vremena izvršavanja (*runtime*) [1].

.NET Framework ima dve komponente [2]:

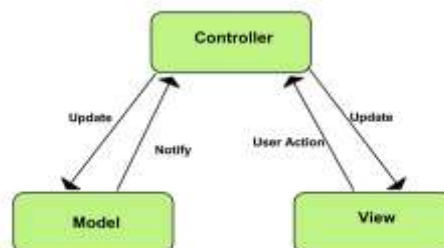
- .NET Framework class library (FCL) i
- Common Language Runtime (CLR)

2.2. ASP.NET MVC

ASP.NET predstavlja platformu u okviru .NET okruženja. ASP.NET se koristi za razvoj veb aplikacija kao i veb servisa koji se izvršavaju u IIS-u (*Internet Information Services*). ASP.NET obezbeđuje, između ostalog i visok nivo doslednosti tokom implementacije veb aplikacija i servisa [3].

MVC (*Model-View-Controller*) obrazac je jedan od najprisutnijih dizajnerskih obazaca u modernom razvoju aplikacija. Njegova filozofija je razdvajanje odgovornosti i enkapsulacija između izvršavanja logike aplikacije i njene prezentacije. U suprotnom, ukoliko se odgovornosti ne razdvoje aplikacija će biti usko spregnuta što dovodi do otežanog održavanja i proširenja u budućnosti.

Na slici 3 prikazane su komponente MVC obrasca.



Slika 3: MVC obrazac

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Darko Stefanovic, vanr. prof.

MVC obrazac čine sledeće komponente [3]:

1. **Model** predstavlja podatke aplikacije i povezanu poslovnu logiku, koja se odnosi na ažuriranje modela. Takođe sadrži i logiku aplikacije, definišući šta se sve može uraditi sa datim podacima. Mnoge aplikacije koriste mehanizme za trajno čuvanje podataka (bazu podataka, na primer).
2. **View** komponenta prikazuje podatke u aplikaciji. Ona nije trajna, aktivna je samo dok je aplikacija pokrenuta. Ova komponenta može da sadrži logiku prikazivanja vizuelnih elemenata ali nikako ne sme da sadrži poslovnu logiku, što je zadatak kontrolne komponente.
3. **Controller** ima zadatak da inicijalizuje zahtevane podatke, da ih održava i prosledi View komponenti. Controller komponenta povezuje View i Model i određuje tok izvršavanja aplikacije. Controller interpretira input korisnika i prosleđuje ih do Model-a ili View-a. On odlučuje kako model treba da se promeni kao rezultat inputa korisnika i koji View treba da se koristi.

2.3. WPF

WPF predstavlja grafički podsistem .NET Framework-a i direktno je u vezi sa XAML-om (*eXtensible Application Markup Language*) [4]. Prvi put se pojavio sa verzijom 3.0 .NET Framework-a.

WPF omogućava programski model za razvoj aplikacija gde postoji jasna razlika između korisničkog interfejsa i poslovne logike. Ono što je značajno jeste da se može koristiti za razvoj kako desktop tako i veb softvera.

Između ostalog, WPF omogućava izuzetno bogat dizajn, kontrolu ali i razvoj kastomizovanih vizuelnih dodataka kada su u pitanju Windows programi.

WPF pretenduje da spoji u celinu kako korisnički interfejs, 3D crtanje, animacije, audio, video, tako i *data binding*.

3. OPIS FUNKCIONALNOSTI WPF i ASP.NET APLIKACIJE

U ovom poglavlju biće predstavljene bitne funkcionalnosti desktop i veb aplikacije razvijene u WPF, odnosno u ASP.NET tehnologiji koja se bazira na MVC dizajnerskom obrascu. Aplikacijama se želi omogućiti radnicima visokoškolskih ustanova u okviru studentske službe, mogućnost vođenja evidencije o studentima, profesorima, predmetima, departmanima kao i onome što je najbitnije, a to je evidencija o položenim ispitima.

U nastavku rada biće više reči o funkcionalnostima aplikacija, te će biti i slikovito predstavljena strana korisničkog interfejsa ovih aplikacija. Pošto je reč o dve aplikacije, prvo će biti predstavljena veb aplikacija sa bitnim funkcionalnostima, a potom će biti reči o funkcionalnostima desktop aplikacije koja je prvenstveno namenjena radnicima u studentskoj službi.

3.1. VEB APLIKACIJA STUDENTSKE SLUŽBE RAZVIJENA U ASP.NET MVC TEHNOLOGIJI

Veb aplikacija studentske službe jeste namenjena kako radnicima u studentskoj službi tako i samim studentima. Stranica koja se prvobitno prikazuje korisniku pri pristupanju na veb sajt jeste stranica za logovanje. Korisnik je u obavezi da unese validnu e-mail adresu kao i šifru kako bi pritiskom na dugme "Sign In" pristupio sadržaju sajta studentske službe. U slučaju da korisnik prvi put pristupa veb sajtu i nema korisnički nalog, potrebno je izvršiti registraciju korisnika.

Nakon uspešne registracije i logovanja na veb sajt, korisnik se automatski redirektuje na glavnu stranicu. Glavna stranica predstavlja inicijalni spisak evidencije studenata, profesora, departmana, predmeta, kao i položenih ispita. Svako od evidencija pojedinačno pristupa se pritiskom na dugme sa nazivom evidencije za koju se želi informisati. Na slici 1. biće slikovito prikazan korisnički interfejs za početnu stranu (*home page*).



Slika 1. Home page ASP.NET MVC aplikacije

Klikom na bilo koje ponuđeno dugme proslediće korisnika na stranicu gde će imati kompletan uvid u evidenciju selektovane opcije kao i mogućnost unosa, promene ili brisanja novih podataka ako mu je dodeljena privilegija za to.

Osnovna ideja svake stranice, pa i ove, jeste mogućnost korisnicima da izvrše *CRUD* (*create, read, update, delete*) operacije. U zavisnosti od tipa korisnika dodeljene su razne privilegije za ove operacije. Radnicima u studentskoj službi biće omogućeno da koriste sve operacije, dok će studentima biti omogućen samo uvid u podatke bez da imaju pravo modifikovati ili brisati već postojeće podatke iz evidencije.

U slučaju da radnik studentske službe želi upisati u bazu nove podatke za neku od mogućih kategorija (student, profesor, predmet, departman, ispitni rok, prijavljeni ispiti), neophodno je da klikne na dugme „Add“ te će mu se otvoriti *modal*-ni prozor u kojem će popunjavati podatke o kategoriji. Ukoliko pak neki od podataka ostanu nepopunjeni, korisniku će biti ispisano obaveštenje da je neophodno popuniti sva obavezna polja kako bi se podaci o kategoriji mogli sačuvati u bazu podataka.

3.2. DESKTOP APLIKACIJA STUDENTSKJE SLUŽBE RAZVIJENA U WPF TEHNOLOGIJI

Nakon što je predstavljen rad same veb aplikacije za podršku rada studentske službe, u ovom poglavlju biće predstavljena i desktop aplikacija identičnih funkcionalnosti. Ono što jeste razlika jeste da desktop aplikacije za ciljnu grupu ima isključivo radnike u studentskoj službi, dok je veb aplikacija bila namenjana i delom za krajnje korisnike tj. studente.

Primenom ove desktop aplikacije, radnici u studentskoj službi imaju priliku da se interno upoznaju sa podacima koji su uneti preko same veb aplikacije. Razlog za to jeste što i desktop i veb aplikacija koriste jednu bazu podataka, tako da će isti podaci biti predstavljeni na obe aplikacije. Time se želi dočarati realna potreba radnicima u studentskoj službi da i u uslovima rada bez interneta mogu imati sve potrebne informacije u datom trenutku vremena.

Ukoliko se osvrnemo na tehnički deo poput korisničkog interfejsa, bitno je napomenuti da je za izradu modernog dizajna primenjen *Metro UI*.

Metro UI predstavlja besplatne skupove alata za razvoj *HTML*, *CSS* i *JavaScript*-a. *Metro UI* pomaže pri izradi cele desktop aplikacije primenom živopisnog *grid* sistema, ugrađenih i predefinisanih komponenti kao i zaista funkcionalnih dodataka baziranih na *jQuery*-u [5].

Ono što je izuzetno značajna karakteristika ove desktop aplikacije, jeste da se prilikom izrade koristio princip *Entity Framework*-a predstavljen kao „*Database-First*“, odnosno prvo je kreirana baza a potom se iz već postojeće baze generisale klase. Generisanje modela omogućeno je putem *Entity Framework Designer*-a oslanjajući se na već kreiranu bazu podataka [6].

Stranica koja se prvobitno prikazuje korisniku pri pristupanju na aplikaciju jeste stranica za logovanje. Korisnik je u obavezi da unese validnu e-mail adresu kao i šifru kako bi pritiskom na dugme „*Login*“ pristupio sadržaju aplikacije studentske službe. U slučaju da korisnik prvi put pristupa veb sajtu i nema korisnički nalog, potrebno je kreirati nalog za novog korisnika. Kreiranje naloga se vrši pritiskom na link „*Create account*“ te je potrebno popuniti potrebna polja i kliknuti na dugme „*Submit*“.

Nakon uspešne registracije i logovanja na desktop aplikaciju, korisnik se automatski redirektuje na glavnu stranicu. Glavna stranica predstavlja inicijalni spisak evidencije studenata, profesora, departmana, predmeta, kao i položenih ispita. Svako od evidencija pojedinačno pristupa se pritiskom na dugme sa nazivom evidencije za koju se želi informisati. Na Slici 2. biće slikovito prikazan korisnički interfejs za početnu stranu (*home page*) sa već selektovanom opcijom evidencije profesora.

NAME	DATE OF BIRTH	EDIT	DELETE
Isidor Stoković	7/15/1985 12:00:00 AM	EDIT	DELETE
Serge Ristić	7/16/1982 12:00:00 AM	EDIT	DELETE
Olgjen Branković	5/27/1982 12:00:00 AM	EDIT	DELETE
Andreja Anđelić	6/16/1981 12:00:00 AM	EDIT	DELETE
Darko Stefanović	4/15/1974 12:00:00 AM	EDIT	DELETE

Slika 2. Home page i tabelarni prikaz evidencije profesora

Ono što karakteriše vizuelni izgled početne stranice ove desktop aplikacije jeste jednostavnost. Radnici studentske službe će imati početnu stranicu aplikacije koja će ujedno predstavljati i jedinu osnovnu stranicu pri korišćenju aplikacije.

Ono što se želi omogućiti korisniku jeste brzo, efikasno i jednostavno korišćenje i rukovođenje aplikacijom. S' obzirom da ova aplikacija predstavlja sekundarnu opciju pri podršci u radu studentske službe, želi se izbeći otežano korišćenje kao i sama kompleksnost desktop aplikacije.

Takođe, želi se omogućiti korisniku aplikacije da odmah sa početka ima otvorene sve opcije i sve mogućnosti. U startu se korisnik može odlučiti za koju evidenciju je zainteresovan. Sa leve strane nalaze se opcije za odabir željene evidencije dok je u središnjem delu tabelarni prikaz odabrane evidencije.

Sa leve strane ekrana, korisniku se daje mogućnost selektovanja evidencije:

- Predmeta (*Subjects*),
- Studenata (*Students*),
- Položenih ispita (*Exams*),
- Departmana (*Departments*) i
- Profesora (*Professors*).

Ukoliko korisnik aplikacije želi uvid u bilo koje raspoložive podatke, potrebno je kliknuti na neko od dugmića sa leve strane, te će se korisniku na sredini ekrana prezentovati tabelarni prikaz željenih podataka. Pošto su korisnici desktop aplikacije radnici u studentskoj službi, imaće mogućnost da unutar tabelarnog prikaza podataka vrše modifikaciju ili pak brisanje željenih redova u tabeli.

Kao i u već predstavljenoj veb aplikaciji korisnik će imati omogućene *CRUD* operacije sa svih validacionim pravilima. Pored operacije čitanja, korisnik aplikacije će imati mogućnosti kreiranja novih, modifikaciju postojeći kao i brisanje već kreiranih informacija o studentima, predmetima, profesorima, departmanima i ispitima.

Glavna prednost ove desktop aplikacije jeste upravo ova početna stranica jer sve informacije koje korisnik može da dobije se nalaze upravo na njoj, i time se omogućava maksimalna brzina informisanja korisnika.

4. ZAKLJUČAK

Kroz rad je prikazan razvoj desktop i veb aplikacije za podršku rada studentske službe. Obe aplikacije su imale svrhu i bile su zamišljene kao osnovni alat koji će omogućiti svojim korisnicima (radnicima studentske službe i samim studentima, kada je reč o veb aplikaciji) značajniji napredak u obavljanju svakodnevnih obaveza. Između ostalog, omogućen je uvid u celokupnu evidenciju podataka o studentima, profesorima, predmetima, ispitnim rokovima, kao i prijavljenim ispitima u veb aplikaciji, odnosno položenim ispitima ako je reč o desktop aplikaciji.

Ono što je posebno važno i što karakteriše ove aplikacije jeste jednostavan a opet moderan korisnički interfejs, lakoća upotrebe, pouzdanost pri čuvanju podataka kao i brzina odziva same aplikacije što u mnogome štedi vreme samim korisnicima. Ako se uporedi korišćenje ovih aplikacija sa dosadašnjim načinom poslovanja sa hrpom papira, jasno je da se prikupljanje i skladištenje potrebnih informacija vrši isključivo na jednom mestu, te sama centralizacija skladištenja podataka predstavlja veliku prednost.

Izuzetna organizacija posla, koja je omogućena primenom ovih aplikacija, doprinosi uvećanoj efikasnosti i efektivnosti samih korisnika tj. radnika u studentskoj službi, dok s' druge strane obezbeđuje jasne i pouzdane informacije studentima kao krajnjim korisnicima.

Ovim radom težilo se prikazati koliko je upotrebom savremenih tehnologija kao što su *WPF* i *ASP.NET MVC* arhitekture jednostavno kreirati kvalitetanu i funkcionalnu veb i desktop aplikaciju koje će doprineti i pospešiti poslovanje manjeg ili srednjeg biznisa.

4. LITERATURA

- [1] Srđan Sladojević, Mirjana Dulić, Predrag Jelovac, Ivan Edelinški, Darko Stefanović (2015), „One solution of web application for data acquisition from remote sensing devices“, Infoteh – Jahorina 2015, Republika Srpska, Jahorina, Vol. 14, str. 788-792.
- [2] Internet: Microsoft “Introduction to the C# Language and the .NET Framework”. Dostupno na: <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/csharp/getting-started/introduction-to-the-csharp-language-and-the-net-framework> [pristupljeno 03.oktobar 2018.]
- [3] Internet: Tom Dykstra, Rick Anderson, “Getting Started with Entity Framework 6 Code First using MVC 5” dostupno na: <https://docs.microsoft.com/en-us/aspnet/mvc/overview/getting-started/getting-started-with-ef-using-mvc/creating-an-entity-framework-data-model-for-an-asp-net-mvc-application>, [pristupljeno 6.oktobar 2018.]
- [4] Internet: “XAML in WPF”, Dostupno na: <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/framework/wpf/advanced/xaml-overview-wpf>, [pristupljeno 06.oktobar 2018.]
- [5] Internet: “Metro 4 – Raise Your Work to the Next Level”. Dostupno na: <https://metroui.org.ua/>, [pristupljeno 10. oktobar 2018.]
- [6] Internet: “EF Basics and EF6 Code-First”. Dostupno na: <http://www.entityframeworktutorial.net/code-first/what-is-code-first.aspx>, [pristupljeno 06.oktobar 2018.]

Kratka biografija:



Milan Đukić rođen je u Novom Sadu 1993. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Inženjerstva informacionih sistema odbranio je 2018.god.
kontakt: djukacho93@gmail.com

U realizaciji Zbornika radova Fakulteta tehničkih nauka u toku 2018. godine učestvovali su sledeći recenzenti:

Aco Antić	Dušan Uzelać	Matija Stipić	Slobodan Dudić
Aleksandar Erdeljan	Duško Bekut	Milan Rapajić	Slobodan Krnjetin
Aleksandar Ristić	Đorđe Ćosić	Milan Simeunović	Slobodan Morača
Bato Kamberović	Đorđe Lađinović	Milan Trifković	Sonja Ristić
Biljana Njegovan	Đorđe Obradović	Milan Trivunić	Srđan Kolaković
Bogdan	Đorđe Vukelić	Milan Vidaković	Srđan Popov
Kuzmanović	Đula Fabian	Milena Krklješ	Srđan Vukmirović
Bojan Batinić	Đura Oros	Milica Kostreš	Staniša Dautović
Bojan Lalić	Đurđica Stojanović	Milica Miličić	Stevan Gostojić
Bojan Tepavčević	Filip Kulić	Mijodrag Milošević	Stevan Milisavljević
Bojana Beronja	Goran Sladić	Milovan Lazarević	Stevan Stankovski
Branislav Atlagić	Goran Švenda	Miodrag	Strahil Gušavac
Branislav Nerandžić	Gordana	Hadžistević	Svetlana Nikoličić
Branislav Veselinov	Milosavljević	Miodrag Zuković	Tanja Kočetov
Branislava Kostić	Gordana Ostojić	Mirjana	Tatjana Lončar -
Branislava	Igor Budak	Damnjanović	Turukalo
Novaković	Igor Dejanović	Mirjana Malešev	Toša Ninkov
Branka Nakomčić	Igor Karlović	Mirjana Radeka	Uroš Nedeljковиć
Branko Milosavljević	Ivan Beker	Mirko Borisov	Valentina Basarić
Branko Škorić	Ivana Katić	Miro Govedarica	Velimir Čongradec
Damir Đaković	Ivana Kovačić	Miroslav	Veran Vasić
Danijela Lalić	Ivana Miškeljin	Hajduković	Veselin Perović
Darko Čapko	Jasmina Dražić	Miroslav Popović	Vladimir Katić
Darko Marčetić	Jelena Atanacković	Mitar Jocanović	Vladimir Strezoski
Darko Reba	Jeličić	Mladen Kovačević	Vlado Delić
Dejan Ubavin	Jelena Borocki	Mladen Radišić	Vlastimir Radonjanin
Dejana Nedučin	Jelena Kiurski	Momčilo Kujačić	Vuk Bogdanović
Dragan Ivanović	Jelena Radonić	Nemanja	Zdravko Tešić
Dragan Ivetić	Jovan Petrović	Stanisavljević	Zoran Anišić
Dragan Jovanović	Jovanka Pantović	Nemanja Sremčev	Zoran Brujić
Dragan Kukolj	Ksenija Hiel	Nikola Đurić	Zoran Jeličić
Dragan Mrkšić	Laslo Nađ	Nikola	Zoran Mitrović
Dragan Pejić	Lazar Kovačević	Jorgovanović	Zoran Papić
Dragan Šešlija	Leposava Grubić	Nikola Radaković	Željen Trpovski
Dragana Bajić	Nešić	Ninoslav Zuber	Željko Jakšić
Dragana	Livija Cvetičanin	Ognjen Lužanin	
Konstantinović	Ljiljana Vukajlov	Pavel Kovač	
Dragana Šarac	Ljiljana Cvetković	Peđa Atanasković	
Dragana Štrbac	Ljubica Duđak	Petar Malešev	
Dragoljub Šević	Maja Turk Sekulić	Predrag Šiđanin	
Dubravka Bojanić	Marko Todorov	Radivoje Dinulović	
Dušan Dobromirov	Marko Vekić	Radovan Štulić	
Dušan Gvozdenac	Maša Bukurov	Slavica Mitrović	
Dušan Kovačević		Slavko Đurić	

